

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE



***Evaluación ecológica y visual.  
Ecosistema Fluvial Urbano del río Tamazula,  
Culiacán, Sinaloa.***

## **T E S I S**

para obtener el grado de

**DOCTORA EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE**

Presenta

**YAZMÍN PAOLA ÍÑIGUEZ AYÓN**

Director de Tesis

**DR. CÉSAR ÁNGEL PEÑA SALMÓN**

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

FEBRERO DEL 2016

## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

Declaro que la tesis que se presenta contiene material original que no ha sido presentado para la obtención de un grado académico o diploma en esta u otra institución de educación superior. Asimismo declaro que, hasta donde yo sé, no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona, excepto donde se reconoce como tal a través de las citas.

Mexicali, Baja California, a 18 de enero de 2016



---

Yazmín Paola Íñiguez Ayón

## AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

A Dios, por demostrarme tantas veces su existencia y con ello darme fuerzas para salir adelante de cada tropiezo.

A mis papás, César y Griselda, por ser el árbol principal que me ha cobijado bajo su sombra, dándome la fuerza para seguir caminado y alcanzar una meta más en mi vida. Mamá, gracias por estar de forma incondicional y entender mis ausencias. Papá, gracias porque a pesar de la distancia siempre estuviste atento para guiarme.

A mis hermanos, César, Grisabella y Paúl, por soportar mis malos momentos.

A mi tutor de tesis, Dr. César Peña, por su gran dirección, paciencia, esfuerzo, dedicación y enseñanza, pero sobre todo por los acertados comentarios en cada revisión.

Al Comité Tutorial, encabezado por la Dra. Rosa Imelda, por mostrarme su forma de trabajar y porque su persistencia, su paciencia y sus orientaciones han sido un gran ejemplo para mí; siempre le estaré agradecida.

Al Dr. Osvaldo Leyva, por sus comentarios que enriquecieron esta tesis.

A la Dra. Edna Cortés, por su exhaustiva y precisa revisión, que hizo que esta tesis se fortaleciera, y al Dr. Carlos Arredondo, por su disponibilidad y aportaciones.

A mis profesores, gracias por compartir sus conocimientos, su disposición, su paciencia y motivación, que fueron fundamentales para mi formación profesional y personal.

A la Dra. Elva Alicia, por las motivantes palabras que siempre tuvo cuando se presentaron los momentos difíciles.

A los maestros investigadores de la Escuela de Biología, M.C. Sergio Siqueiros, M.C. José Saturdino Díaz y Biol. Edgar López, por su apoyo incondicional y su guía invaluable en los aspectos ecológicos.

Al grupo de jóvenes de la Facultad de Arquitectura, por su disposición y entrega al aplicar la encuesta; sin su apoyo la tarea hubiera sido titánica.

A la Universidad Autónoma de Baja California, por su apoyo en el pago de las colegiaturas para llevar a cabo este doctorado y por impulsar programas de posgrado y fomentar la formación de investigadores a través de la Facultad de Arquitectura y Diseño y el Instituto de Investigaciones Sociales.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), por el apoyo a través del programa de becas, que fue fundamental para la estancia en el programa de Doctorado.

A la Universidad Autónoma de Sinaloa, por su apoyo a través del Programa Doctores, Jóvenes que nos impulsa a que nos sigamos superando.

Gracias también a mis queridos compañeros de la tercera generación del programa de Doctorado, en especial a mamá Mary y Adriana, que siempre estuvieron presentes y listas para ayudar, motivar y hacer placentera la vida.

A los amigos que Mexicali me brindó: Adriana Pimentel, Brenda García y Juan Carlos Torres.

A mis amigos de siempre, Carmelina y Tony, por su amistad incondicional, ya que ni el tiempo ni la distancia han logrado romper los lazos de amistad que siempre nos han unido y hacen de cada visita a casa un momento inolvidable.

A toda mi familia, abuelos, tíos y primos.

A todos los que están en mi memoria pero no los he mencionado, muchas gracias.



## RESUMEN

La historia de la humanidad ha estado íntimamente ligada a los ecosistemas fluviales, los cuales han sido determinantes a la hora de establecer asentamientos urbanos. En el último siglo las ciudades de México han experimentado una incesante expansión urbana hacia espacios periféricos naturales y márgenes de los ríos, lo que ha provocado el deterioro, pérdida y depredación progresiva de los recursos naturales urbanos. En contraste, en el ámbito internacional, la Conferencia Habitat II ha propuesto promover la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad de las áreas verdes urbanas y peri-urbanas. Así, el propósito de este trabajo fue evaluar la calidad ecológica y visual del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula, en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, para lo cual se adaptaron diferentes índices de calidad ecológica y se aplicó una encuesta de preferencias a los habitantes y expertos en la ciudad de Culiacán. Los resultados mostraron una discrepancia entre la calidad ecológica y visual, observándose una preferencia de los encuestados por el paisaje natural controlado, mismo que guarda una calidad ecológica baja. A partir de los resultados se sugiere la creación de un plan integral desde tres ejes rectores: la gestión del ecosistema, su mantenimiento y su conservación.

**Palabras claves:** evaluación de calidad ecológica, evaluación de calidad visual, paisaje fluvial urbano, ecosistema fluvial urbano, planeación urbana.

## SUMMARY

The history of mankind has been intimately linked with fluvial ecosystems which have been determining factors when it comes to establishing urban settlements. During the last century, cities in Mexico have experienced a constant urban expansion towards peripheral natural areas and banks of rivers which has caused deterioration, loss and progressive depletion of urban natural resources. In contrast, at the international level, the Habitat II Conference has suggested promoting the conservation and the sustainable use of the biodiversity of the green urban and peri-urban areas. Thereby, the aim of this work was to assess the ecological and visual quality of the urban fluvial ecosystem of the Tamazula river in Culiacan city, Sinaloa. In order to do so, several rates of ecological quality were adapted and also a survey of preferences was applied to inhabitants and experts from Culiacan city. The results indicated a discrepancy between the ecological and visual quality, noticing a controlled preference of the respondents for the natural landscape, a landscape that has a low ecological quality. From the results, it is suggested developing an integral plan from three guiding themes: the management of the ecosystem, its maintenance and its conservation.

**Key words:** ecological quality assessment, visual quality assessment, urban fluvial landscape, urban fluvial ecosystem, urban planning.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA.....	i
RESUMEN.....	iii
SUMMARY .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABLAS .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
1. ANTECEDENTES.....	9
1.1. ESTADO DEL ARTE.....	10
1.1.1. DISCIPLINAS RELACIONADAS .....	10
1.1.2. ENFOQUES DE ESTUDIO.....	15
1.1.3. AUTORES LÍDERES.....	17
1.2. CASOS ANÁLOGOS .....	24
2. SUSTENTO TEÓRICO-CONCEPTUAL PARA LA EVALUACIÓN DEL ECOSISTEMA Y EL PAISAJE FLUVIAL URBANO.....	28
2.1. DESARROLLO SUSTENTABLE.....	29
2.2. ECOSISTEMA.....	35
2.2.1. ECOSISTEMA FLUVIAL.....	41
2.2.2. ECOSISTEMA URBANO .....	51
2.2.3. ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO .....	58
2.3. PAISAJE.....	64
2.3.1. PERCEPCIÓN .....	69
2.4. PAISAJE URBANO.....	79
2.5. PAISAJE FLUVIAL .....	82
2.6. PLANEACIÓN URBANA .....	85
3. ENCUADRE JURÍDICO DE LOS ECOSISTEMAS Y EL PAISAJE.....	91
3.1. ÁMBITO INTERNACIONAL .....	91
3.2. ÁMBITO NACIONAL.....	96

3.3. ÁMBITO ESTATAL.....	100
3.4. ÁMBITO MUNICIPAL .....	102
4. ÍNDICES Y MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL.....	104
4.1. ÍNDICES DE EVALUACIÓN DE ECOSISTEMAS FLUVIALES.....	104
4.1.1. CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA.....	105
4.1.2. CALIDAD FISICOQUÍMICA.....	110
4.1.3. CALIDAD BIOLÓGICA.....	114
4.2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL PAISAJE .....	120
4.2.1. MÉTODOS DE EVALUACIÓN ECOLÓGICA DEL PAISAJE .....	121
4.2.2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN VISUAL DEL PAISAJE .....	124
4.2.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PAISAJE .....	131
5. RELACIÓN CIUDAD-ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO.....	137
6. PROCESO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA .....	142
6.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA.....	145
6.1.1. ÍNDICE DE CALIDAD DE VEGETACIÓN DE RIBERA (ICVR) .....	146
6.1.2. ÍNDICE DE GRADO DE NATURALIDAD DEL ESPACIO FLUVIAL (IGNEF) ...	149
6.1.3. ÍNDICE DE IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS (IDI) .....	150
6.1.4. ÍNDICE DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO (CEEFU).....	152
6.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA.....	153
6.2.1. COLECCIÓN DE FOTOGRAFÍAS Y DISEÑO DE CUESTIONARIO.....	153
6.2.2. DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS DE HABITANTES Y EXPERTOS .....	156
6.2.3. ANÁLISIS DE DATOS.....	159

7. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA.....	161
7.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA .....	161
7.1.1. ESTRUCTURA ARBÓREA DE RIBERA.....	161
7.1.2. ÍNDICES DE CALIDAD ECOLÓGICA.....	164
7.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE .....	166
7.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL PÚBLICO EN GENERAL EN LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE FLUVIAL URBANO .....	166
7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DE EXPERTOS EN LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE FLUVIAL URBANO.....	184
7.2.3. PARTICIPACIÓN, CONOCIMIENTO Y BENEFICIOS DEL ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO DEL RÍO TAMAZULA SEGÚN EL PÚBLICO EN GENERAL.....	193
7.2.4. PARTICIPACION, CONOCIMIENTO Y BENEFICIOS DEL ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO DEL RÍO TAMAZULA SEGÚN EXPERTOS .....	195
8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	198
CON REFERENCIA A LOS ANTECEDENTES .....	198
CON REFERENCIA AL SUSTENTO TEÓRICO-CONCEPTUAL DE LA EVALUACIÓN DEL ECOSISTEMA Y EL PAISAJE FLUVIAL URBANO.....	199
CON REFERENCIA AL ENCUADRE JURÍDICO SOBRE LOS ECOSISTEMAS Y EL PAISAJE .....	200
CON REFERENCIA A LOS ÍNDICES Y MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL .....	202
CON REFERENCIA AL PROCESO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA .....	203
CON REFERENCIA A LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO DEL RÍO TAMAZULA.....	205
RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA.....	211
BIBLIOGRAFÍA .....	215

9. ANEXOS.....	250
ANEXO 1 .....	250
ANEXO 2 .....	251
ANEXO 3 .....	258
ANEXO 4 .....	266
ANEXO 5 .....	286
ANEXO 6 .....	296

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Disciplinas y campo de estudio del ecosistema y paisaje. ....	14
<b>Figura 2.</b> Diferencias básicas entre los enfoque del estudio de ecosistemas. ....	15
<b>Figura 3.</b> Diferencias básicas entre los enfoques de estudio del paisaje. ....	16
<b>Figura 4.</b> Diagrama de conceptos para la evaluación ecológica y visual. ....	28
<b>Figura 5.</b> Zonificación ambiental del espacio fluvial. ....	42
<b>Figura 6.</b> Tipos morfológicos del sustrato del cauce. ....	43
<b>Figura 7.</b> Organización jerárquica de una cuenca hidrográfica y sus subsistemas. ....	44
<b>Figura 7.</b> Tipos morfológicos del río en el nivel I de la clasificación según Rosgen. ....	45
<b>Figura 9.</b> Índices de evaluación de la calidad ecológica del ecosistema fluvial. ....	105
<b>Figura 10.</b> Esquema de distribución de las mediciones en los transectos de sondeo. ....	106
<b>Figura 11.</b> Resumen de los índices de evaluación de la calidad ecológica del ecosistema fluvial. ....	118
<b>Figura 12.</b> Métodos de evaluación del paisaje. ....	120
<b>Figura 13.</b> Resumen de métodos de evaluación del Paisaje. ....	135
<b>Figura 14.</b> Localización de la ciudad de Culiacán, Sinaloa. ....	137
<b>Figura 15.</b> Localización del Parque Las Riberas. ....	140
<b>Figura 16.</b> Área de estudio. ....	141
<b>Figura 17.</b> Localización de unidades de paisaje. ....	142
<b>Figura 18.</b> Localización de puntos de muestreo. ....	143
<b>Figura 19.</b> Diagrama de levantamiento de muestreo. ....	144
<b>Figura 20.</b> Localización de viviendas seleccionadas para aplicar cuestionario. ....	158
<b>Figura 21.</b> Porcentaje de especies nativas e introducidas por cada sitio de muestreo. ....	163
<b>Figura 22.</b> Presencia de especies jóvenes, adultas y maduras. ....	163
<b>Figura 23.</b> Calidad ecológica de los índices ICVR, IGNEF e IDI. ....	165
<b>Figura 24.</b> Evaluación de la calidad ecológica del índice CEEFU. ....	166

<b>Figura 25.</b> Sectores visitados en el río Tamazula el público en general .....	168
<b>Figura 26.</b> Calidad del paisaje del río Tamazula según el público en general. ....	168
<b>Figura 27.</b> Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según el público en general. ....	169
<b>Figura 28.</b> Preferencias de los componentes del paisaje según el público en general.....	171
<b>Figura 30.</b> Calidad del paisaje del río Tamazula según actividad realizada por el público en general. .....	173
<b>Figura 31.</b> Significado del paisaje del río Tamazula según actividad realizada por el público en general.....	173
<b>Figura 32.</b> Calidad visual y significado del paisaje según visitas al río por el público en general.	174
<b>Figura 33.</b> Preferencias de los componentes del paisaje y calidad del paisaje por UP según visitas al río por el público en general. ....	175
<b>Figura 34.</b> Preferencias de los componentes y calidad del paisaje por UP según el género. ....	178
<b>Figura 35.</b> Calidad del paisaje del río Tamazula según grupos de edades. ....	179
<b>Figura 36.</b> Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según grupos de edades. ....	179
<b>Figura 37.</b> Características de la vegetación y morfología fluvial como indicadores de la calidad visual según grupos de edades. ....	180
<b>Figura 38.</b> Significado del paisaje del río Tamazula según grupos de edades.....	181
<b>Figura 39.</b> Preferencia de los componentes y calidad del paisaje por UP según grupos de edades.	181
<b>Figura 40.</b> Calidad del paisaje del río Tamazula según nivel de educación. ....	182
<b>Figura 41.</b> Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según nivel de educación.....	182
<b>Figura 42.</b> Características de la vegetación y morfología fluvial como indicadores de la calidad visual según nivel de educación.....	183
<b>Figura 43.</b> Significado del paisaje del río Tamazula según nivel de educación. ....	183
<b>Figura 44.</b> Preferencia de los componentes y calidad del paisaje por UP según nivel de educación. .....	184



<b>Figura 45.</b> Sectores visitados en el río Tamazula por expertos.....	185
<b>Figura 46.</b> Calidad del paisaje del río Tamazula según expertos. ....	186
<b>Figura 47.</b> Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según expertos. ....	186
<b>Figura 48.</b> Preferencia de los componentes del paisaje según expertos. ....	188
<b>Figura 49.</b> Evaluación de la calidad visual por UP según expertos. ....	189
<b>Figura 50.</b> Calidad del paisaje del río Tamazula según profesión de expertos. ....	190
<b>Figura 51.</b> Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según profesión de expertos. ....	191
<b>Figura 52.</b> Características de la vegetación y morfología fluvial como indicadores de la calidad visual según profesión de expertos. ....	192
<b>Figura 53.</b> Significado del paisaje del río Tamazula según profesión de expertos. ....	192
<b>Figura 54.</b> Evaluación por fotografía de los componentes y calidad del paisaje por UP según profesión de expertos.....	193
<b>Figura 55.</b> Participación ciudadana según el público en general. ....	193
<b>Figura 56.</b> Calidad ecológica y conservación del paisaje del río Tamazula según público general. ....	195
<b>Figura 57.</b> Participación ciudadana según expertos. ....	195
<b>Figura 58.</b> Calidad ecológica y conservación del paisaje del río Tamazula según expertos. ....	196

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Escala de clasificación para la calidad del agua. ....	113
<b>Tabla 2.</b> Localización y descripción de sitios de muestreo del río Tamazula. ....	144
<b>Tabla 3.</b> Valoración de la variable estructura diamétrica del estrato arbóreo. ....	147
<b>Tabla 4.</b> Valoración de la variable correlaciones negativas. ....	147
<b>Tabla 5.</b> Valoración de la variable especies nativas. ....	148
<b>Tabla 6.</b> Valoración de la variable diversidad de especies. ....	148
<b>Tabla 7.</b> Juicio de calidad del ICVR. ....	149
<b>Tabla 8.</b> Valoración de la variable grado de naturalidad del espacio fluvial. ....	150
<b>Tabla 9.</b> Juicio de calidad del IGNEF. ....	150
<b>Tabla 10.</b> Impactos directos e indirectos. ....	151
<b>Tabla 11.</b> Juicio de calidad del IDI. ....	152
<b>Tabla 12.</b> Juicio de calidad del CEEFU. ....	153
<b>Tabla 13.</b> Especies arbóreas identificadas y cuantificadas en el río Tamazula. ....	161
<b>Tabla 14.</b> Total de especies, densidad, diversidad y correlaciones negativas por sitio de muestreo. ....	164
<b>Tabla 15.</b> Características de la muestra del público en general. ....	167
<b>Tabla 16.</b> Características de la vegetación como indicador de la calidad visual ....	169
<b>Tabla 17.</b> Características de la morfología fluvial como indicador de la calidad ....	170
<b>Tabla 18.</b> Significado del paisaje del río Tamazula según el público en general. ....	170
<b>Tabla 19.</b> Actividades realizadas en el río Tamazula por el público en general. ....	172
<b>Tabla 20.</b> Calidad del paisaje del río Tamazula según el género. ....	175
<b>Tabla 21.</b> Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según el género. ....	176
<b>Tabla 22.</b> Características de la vegetación como indicador de la calidad visual según el género. ....	176

<b>Tabla 23.</b> Características de la morfología fluvial como indicador de la calidad visual según el género.	177
<b>Tabla 24.</b> Significado del paisaje del río Tamazula según el género.	178
<b>Tabla 25.</b> Características de la muestra de expertos.	185
<b>Tabla 26.</b> Características de la vegetación como indicador de la calidad.	187
<b>Tabla 27.</b> Características de la morfología fluvial como indicador de la calidad	187
<b>Tabla 28.</b> Significado del paisaje del río Tamazula según expertos.	188
<b>Tabla 29.</b> Actividades realizadas en el río Tamazula según expertos.	190
<b>Tabla 30.</b> Principales servicios ambientales generados por el río Tamazula	194
<b>Tabla 31.</b> Principales servicios ambientales generados por el río Tamazula según la opinión expertos.	196
<b>Tabla 32.</b> Comparación entre la evaluación de calidad ecológica y calidad visual según público y expertos.	197

## INTRODUCCIÓN

La historia de la humanidad ha estado íntimamente ligada a los ecosistemas fluviales, los cuales han sido determinantes a la hora de establecer asentamientos urbanos. Estos sistemas, por una parte, han marcado su influencia en la forma y distribución de pueblos y ciudades y, por otra, han representado las líneas de fuerza que han permitido establecer las relaciones económicas, ecológicas, ambientales y sociales. Si bien la relación entre el ecosistema fluvial urbano y la ciudad ha tenido varias modificaciones a lo largo de la historia del hombre y el urbanismo, el cambio más importante desde el punto de vista ambiental es el que se ha dado a finales del siglo XX (Santasusagna y Tort, 2013).

En el último siglo las ciudades de México han experimentado una incesante expansión urbana hacia espacios periféricos naturales y márgenes de los ríos (Sánchez y Batres, 2007), lo que ha incidido en modificaciones en su estructura, composición y funcionamiento (Mesa, 2009), provocando el deterioro ecológico, así como la pérdida y depredación progresiva de los recursos naturales urbanos (Batres Ortells y Palomera, 2010; Sánchez y Batres, 2007). No obstante, son los ecosistemas fluviales urbanos los que se encuentran aún más alterados y vulnerables por las presiones antropogénicas (Naiman y Dudgeon, 2011; Paul y Meyer, 2001). En las áreas urbanas, los ecosistemas fluviales se han visto alterados por muy diversas razones: el vertido de residuos sólidos y líquidos; la reducción en la diversidad morfológica del cauce; la destrucción de los hábitats naturales (Freeman y Ray, 2001; Millington, Lovell y Lovell, 2015) y seminaturales adyacentes al cauce debido a la extensión de actividades residenciales, industriales o comerciales hasta el borde del mismo; la disminución del caudal de agua por su extracción y utilización para usos urbanos o agrícolas, reduciendo la capacidad de mantenimiento de la fauna y flora fluviales; el aumento del efecto de borde por la ubicación de vías de comunicación a lo largo de los cauces (Ureña, 2002), entre otras.

Como puede observarse, las diversas actividades humanas han propiciado modificaciones en el funcionamiento hidrológico y de la dinámica fluvial (Polo, 2014), lo que ha repercutido negativamente en el grado de calidad ecológica de dichos ecosistemas (Mesa, 2009). Los métodos tradicionales de ordenación de áreas fluviales urbanas consisten en incrementar la capacidad de desagüe, disminuyendo su rugosidad, transformando la forma del cauce y aumentando su profundidad, cubriéndolo o desviándolo. Estas acciones solamente

han servido para la protección contra las inundaciones y la consolidación de los terrenos colindantes (Polo, 2014; Ureña, 2002).

Con las acciones antes mencionadas se ha impactado la estructura fluvial, generándose pérdida del bosque de ribera, migración de fauna, ocupación de las riberas, reducción de los caudales, degradación de la calidad del agua y pérdida de la calidad paisajística (Ureña, 2002). Estos impactos afectan de manera colateral al paisaje fluvial, debido a que el ecosistema y el paisaje son dos elementos integrales, es decir, un elemento depende del otro como componentes ecológicos (Odum y Barrett, 2006). La calidad ecológica de estos elementos reside en el mantenimiento de los procesos territoriales junto con los procesos ecológicos que lo sustentan dentro sus rangos naturales funcionales (De la Fuente, 2002).

Los paisajes fluviales conformados por los cauces y riberas en el medio urbano son la síntesis de un sistema de relaciones naturales y culturales (Pellicer, 2002), debido a que albergan una considerable cantidad de vegetación y fauna que produce una gran diversidad de sensaciones: sonidos, sombras, olores, frescor, etc., propiciando un gran valor paisajístico. Asimismo, generan percepciones sensoriales que las hacen muy específicas y que se identifican con un sitio en concreto, detonando las peculiaridades del lugar y convirtiéndose una señal de identidad (Ureña, 2002).

Por otra parte, es indudable que a nivel nacional y local existe información limitada acerca del estado de los ecosistemas naturales (EM, 2005). Rodríguez y Reyes (2008) mencionan que la inexistencia de evaluaciones implica no sólo el desconocimiento de la calidad ecológica y la valoración de la población de los paisajes, sino también las consecuencias que tienen los usos, las actividades y la ocupación antrópica sobre estos sistemas.

A la fecha, en México la Comisión Nacional del Agua (Conagua) emplea de manera oficial el Índice de Calidad del Agua (ICA) a través del uso de los parámetros DBO y DQO (Conagua, 2014), enfatizado solamente el aspecto físico-químico (Pérez y Pineda, 2006; Conagua, 2014) y dejando de lado la incorporación de aspectos sociales (Vidal-Abarca *et al*, 2014), los cuales se pueden evaluar a partir de la opinión de la población frente al paisaje (De la Fuente y Mühlhauser, 2012).

La ciudad de Culiacán, Sinaloa, al haber sido fundada sobre las riberas del río Tamazula, ha sido partícipe de los beneficios aportados por el ecosistema fluvial, así como el detonante de un gran número de alteraciones sobre los tres ríos que transitan por la ciudad: Humaya, Tamazula y Culiacán. A partir de los noventa, con la implementación del proyecto de Desarrollo Urbano Tres Ríos (DUTR), se hicieron trabajos de dragado y rectificación del cauce con el fin de tener una mayor capacidad de conducción; con este propósito se deforestaron y ocuparon las zonas de inundación de las riberas, lo que permitió la construcción de vialidades y puentes, así como zonas habitacionales, turísticas y comerciales (Félix, 2013).

Estas actividades afectaron el ecosistema ribereño y de ecotono de las riberas de los tres ríos, aunque en mayor grado las del río Tamazula, que se consolidaron como zonas urbanas (Félix, 2013). En el caso del emplazamiento del Parque Las Riberas, destinado al uso recreativo y esparcimiento para la población de la ciudad de Culiacán, Sinaloa (IMPLAN-Culiacán, 2007).

Con base en lo antes expuesto, es posible afirmar que las transformaciones en la estructura del paisaje y el ecosistema fluvial urbano que ha sufrido el río Tamazula han impactando en su calidad ecológica y visual, lo que hace necesario evaluar estas condiciones a fin de generar acciones de conservación, aprovechamiento y uso sustentable del ecosistema.

Por otra parte, es indudable que los ecosistemas fluviales urbanos ofrecen servicios ambientales (SA) a la sociedad, como los servicios de soporte que mantienen los procesos de los ecosistemas (mantenimiento de la biodiversidad, formación de suelo, el ciclo de nutrientes, etc.); los servicios de provisión, que son recursos tangibles y finitos, que se contabilizan y consumen (agua, alimento, madera, etc.); los servicios de regulación que mantienen los procesos y funciones naturales de los ecosistemas (regulación del clima, captación de los gases de efecto invernadero, control de inundaciones, depuración de agua); y los servicios culturales, que son aspectos tangibles e intangibles producto de percepciones individuales o colectivas (paisajísticos, educativos y recreativos) (Barber, 2004; EM, 2005; Postel y Richter, 2010). Además, el paisaje genera valores estéticos y simbólicos que se relacionan con la capacidad que tiene un paisaje para transmitir un determinado sentimiento de belleza en función del significado y apreciación cultural que ha adquirido a lo largo de la

historia (Nogué y Sala, 2009). Lo anterior constituye uno de los factores más evidentes para el ser humano (González, San y Teresa, 2004). Los SA y los valores del paisaje son elementos primordiales para mejorar el bienestar humano (EM, 2005). Además, la convergencia de ecosistemas y paisajes significativos y de gran calidad desde el punto de vista ambiental, cultural y visual, son una fuente de plusvalía ecológica y paisajística (De la Fuente, 2002).

Gross (2006) señala que al interior de la ciudad existe aún una estrecha convivencia entre el ambiente natural y el construido. Además, estos espacios naturales urbanos cumplen una función de vital importancia para los habitantes, ya que aportan beneficios psicológicos y físicos (Ulrich, 1992), pues la estancia en la naturaleza y la contemplación de determinados componentes del paisaje permiten solventar o reducir problemas habituales de la vida urbana, como el estrés o la ansiedad (Hartig, Mang y Evans, 1991; Laumann, Gärling y Stormark, 2001).

Con lo hasta aquí mencionado, se puede decir que las áreas naturales dentro de las zonas urbanas pueden ser vistas socialmente como un tranquilizante o distractor sensorial y visual ante la hostilidad que en estos tiempos se vive en la ciudad. Adicionalmente, el conocimiento y la valoración de la naturaleza en la ciudad debe convertirse en un punto de partida para la búsqueda de ciudades equilibradas ambientalmente, en las cuales la sociedad adquiere la responsabilidad de convivir y proteger la naturaleza urbana, ya que comparte con ella el espacio urbano de manera inseparable.

En años recientes, ante el acelerado deterioro del entorno natural dentro de las ciudades y gracias a un mayor entendimiento de las funciones, estructura y beneficios que los ecosistemas brindan a la sociedad, se ha planteado la necesidad de generar instrumentos que promuevan el mantenimiento a largo plazo de los ecosistemas y permitan mejorar el ambiente urbano y guiar hacia el desarrollo urbano sustentable.

En este sentido, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) señala la necesidad de desarrollar evaluaciones de los ecosistemas de forma integral, involucrando perspectivas de las ciencias naturales y sociales (EM, 2005). Por otra parte, la directiva Marco de Aguas en la Unión Europea (UE) establece criterios y procedimientos para la caracterización de los ecosistemas fluviales, así como indicadores de calidad para la clasificación del estado ecológico de los mismos (Ordeix, Camprodon y Guixé, 2012).

Asimismo, hace hincapié en integrar la participación pública en la planificación hidrológica, ámbito en el que el paisaje puede ser de gran utilidad como un instrumento mediador entre las determinaciones técnicas y las preferencias sociales respecto a la gestión de los recursos hídricos y los espacios fluviales (Argüelles, López, Cifuentes y Norzagaray, 2012). En el mismo sentido, la Convención Europea del Paisaje (CEP) ratifica este nuevo enfoque al señalar que para evaluar los paisajes se deben considerar las demandas de la población (Consejo de Europa, 2000).

En la estrategia 2.1.9 del Plan Nacional Hídrico 2014-2018 se habla de establecer esquemas de corresponsabilidad con autoridades locales para conservar de una forma ordenada y limpia las márgenes de los ríos y cuerpos de agua (Conagua, 2014); mientras que el Programa Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, tiene como estrategia la protección de las riberas de los ríos Humaya, Tamazula y Culiacán para evitar que siga avanzando el deterioro al que han sido sometidas y que estas áreas sean dedicadas exclusivamente a actividades de conservación, recreación y ecoturismo (Ayuntamiento de Culiacán, 2015).

Los estudios —en este caso de evaluación de la calidad de los ecosistemas y paisajes fluviales— deben ser un elemento clave para mejorar el conocimiento de los aspectos formales, estructurales y funcionales de los sistemas fluviales, de la disposición de sus elementos constitutivos y de los procesos hidrológicos, hidromorfológicos, ecológicos y biológicos; así como las relaciones espaciales, sensoriales, de uso, visuales y emocionales que las distintas sociedades establecen con los cursos de agua, con el objetivo de garantizar una buena calidad ecológica y visual de estos sistemas y evitar su degradación.

En este tenor, la evaluación de la calidad ecológica posibilita la comparación entre la situación ecológica actual de los ecosistemas y la deseada (Rodríguez y Reyes, 2008); por su parte, la evaluación de la calidad visual del paisaje identifica los sitios con alto valor paisajístico, de identidad y sentido de pertenencia de la población (De la Fuente y Mühlhauser, 2012).

La importancia de este estudio radica en plantearse estas dos evaluaciones como complementarias con el fin de elaborar procedimientos utilizando parámetros cuantitativos y cualitativos que permitan medir aspectos ecológicos del ecosistema y aspectos sociales



relacionados con la precepción visual del paisaje para identificar la influencia de estos componentes en la población y de esta manera generar acciones de conservación, aprovechamiento y usos del ecosistema y el paisaje fluvial urbano desde la visión del desarrollo sustentable (DS).

Como punto de partida de esta investigación, se formuló la siguiente pregunta general: ¿cuál es la calidad ecológica del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula en comparación con la percepción de la calidad visual del paisaje fluvial urbano que tienen los habitantes de la ciudad de Culiacán, Sinaloa?

Y las preguntas específicas:

1. ¿Cuáles son los componentes principales del ecosistema fluvial urbano que se deben utilizar para evaluar la calidad ecológica?
2. ¿Cuál es la calidad ecológica de los principales componentes del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula?
3. ¿Cuáles son los componentes del paisaje que percibe la población como detonadores o importantes de la calidad visual del paisaje fluvial urbano del río Tamazula?
4. ¿Cuáles son los beneficios ecológicos que, según percibe la población, el ecosistema fluvial urbano le brinda a la ciudad?
5. ¿Cuál es la influencia de las variables sociodemográficas (género, edad y nivel educativo) en la valoración de la calidad visual del paisaje fluvial urbano?
6. ¿Qué diferencias significativas existen entre la calidad ecológica y la evaluación de la calidad del paisaje fluvial de los habitantes y la de los expertos?

Una vez formuladas las preguntas de investigación, se presenta la siguiente hipótesis de trabajo.

Cuando la población tiene una buena percepción de la calidad visual de los ecosistemas fluviales en zonas urbanas la calidad ecológica de éstos tiende a disminuir, y cuando la calidad ecológica aumenta la percepción de la calidad visual disminuye.

Para poder contestar las preguntas y comprobar la hipótesis de trabajo que se planteó anteriormente, se propusieron un objetivo general y seis específicos:

El objetivo general pretende:

Evaluar la calidad ecológica del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula y determinar la calidad visual del paisaje fluvial urbano percibida por los habitantes de la ciudad de Culiacán, Sinaloa.

Mientras que los objetivos específicos se enfocan a:

1. Determinar los componentes principales del ecosistema fluvial urbano que se deben utilizar para evaluar la calidad ecológica.
2. Establecer la calidad ecológica de los principales componentes del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula.
3. Determinar los componentes del paisaje que percibe la población como detonadores o importantes de la calidad visual del paisaje fluvial urbano del río Tamazula.
4. Determinar los beneficios ecológicos que, según percibe la población, el ecosistema fluvial urbano le brinda a la ciudad.
5. Comparar la influencia de las variables sociodemográficas (género, edad y nivel educativo) en la valoración de la calidad visual del paisaje fluvial urbano.
6. Establecer la diferencia entre la calidad ecológica y la valoración de la calidad del paisaje fluvial de los habitantes y la de los expertos.

El documento se estructuró en ocho capítulos y seis anexos. En el primer capítulo se presentan los antecedentes en cuanto a los aspectos ecológicos y visuales, los cuales se estructuran en el estado del arte y el análisis de casos análogos; el segundo capítulo presenta el marco teórico-conceptual en el cual se fundamentan las teorías y conceptos rectores de esta investigación; el capítulo tercero se conforma de la revisión de las diferentes leyes y normas referentes a ecosistema y paisaje en el ámbito internacional, nacional, estatal y municipal; en el cuarto capítulo se analizan los diferentes métodos e índices utilizados en diferentes latitudes del mundo para llevar a cabo una evaluación ecológica y visual; en el quinto capítulo se examina la relación entre la ciudad de Culiacán, Sinaloa, y el río Tamazula desde su fundación; el sexto capítulo expone la metodología utilizada en esta investigación para evaluar la calidad ecológica y visual del ecosistema fluvial urbano siguiendo los objetivos específicos planteados; en el capítulo séptimo se aplica la metodología propuesta y se presentan los resultados obtenidos sobre la calidad ecológica y visual del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula; y por último, en el octavo capítulo se presentan las

conclusiones generales del trabajo y una discusión de los capítulos abordados en esta investigación, para finalmente hacer recomendaciones para una mejor gestión, mantenimiento y conservación del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula.

## 1. ANTECEDENTES

Como mencionan Labovitz y Hegedorn (1976), cuando una persona desarrolla una idea de investigación debe familiarizarse con el campo de conocimiento donde se ubica la idea. De esta forma, una vez que se tiene un conocimiento más detallado del tema, esa idea se transforma en un planteamiento más preciso y estructurado.

Los antecedentes de un tema de investigación están conformados por aquellas situaciones con relación causal al problema de investigación, que permite tener una comprensión mucho más clara de las variables rectoras que deben regir la investigación (Tamayo, 2001). En este sentido, el capítulo de los antecedentes consiste en un primer acercamiento a la comprensión de los temas rectores que se desarrollarán en esta investigación, como lo es el ecosistema fluvial urbano desde el aspecto ecológico y visual. Para ello, este capítulo se ha dividido en dos apartados: estado del arte y casos análogos.

El estado del arte permite tener un panorama general de los conocimientos existentes sobre un tema de investigación, es decir, permite identificar de forma general el conocimiento acumulado dentro de un área específica. Por tal motivo, este apartado está desarrollado en tres incisos: el primero corresponde a las disciplinas relacionadas con el objeto de estudio de esta investigación; el segundo inciso, por su parte, se ocupa de identificar los diferentes tipos de enfoques que son utilizados por las disciplinas relacionadas para abordar los estudios o investigaciones referentes a su campo de aplicación; finalmente, el tercer inciso es una revisión de los diferentes autores que han tenido incidencia significativa en las diferentes disciplinas.

Por otra parte, los casos análogos sirven para tener una perspectiva de cómo se han realizado otras investigaciones y de esta forma visualizar la complejidad técnica, herramientas e instrumentos empleados, así como resultados y conclusiones, y con ello generar una importante aportación en la conformación del marco teórico y la metodología por aplicar en la investigación (Bojórquez, 2010).

Así, en el inciso de casos análogos se analizan tres investigaciones: la primera, Calidad del espacio ribereño en el tramo urbano del río Chocancharava (Río Cuarto, provincia de Córdoba), se centra en la valoración de calidad ecológica de un río urbano. El segundo caso análogo, Evaluación participativa de la calidad del paisaje de la Cañada Real

Conquense y su relación con los servicios de los ecosistemas ligados a la trashumancia, es una comparación entre los aspectos ecológicos y visuales de un paisaje. Por último, el tercer caso análogo, Una aproximación desde la percepción visual al paisaje del valle de Mexicali, tiene como objetivo caracterizar y valorar los aspectos físicos, visuales y espaciales que contribuyen en la identificación del carácter del paisaje del valle de Mexicali.

## **1.1. ESTADO DEL ARTE**

Como se mencionó anteriormente, el estado del arte permite determinar cómo se ha tratado un tema, qué estudios se han hecho sobre el mismo, cómo se encuentra en el momento de realizar la propuesta de investigación y cuáles son las tendencias que se han tomado en los últimos años. Es decir, se trata de un análisis general de las publicaciones e investigaciones que se han realizado sobre el tema de investigación, en este caso el ecosistema fluvial urbano desde los enfoques ecológico y visual. Cabe mencionar que son pocos los estudios sobre los enfoques mencionados, por lo cual se retomarán como referencia trabajos destacados sobre ecosistemas fluviales para analizar el enfoque ecológico y trabajos sobre paisaje en general para analizar el enfoque visual.

### **1.1.1. DISCIPLINAS RELACIONADAS**

En este inciso se enunciarán las disciplinas que servirán de apoyo al objetivo principal de esta investigación. De esta manera, primero se abordarán las disciplinas enfocadas al estudio de ecosistemas fluviales y en segundo lugar las disciplinas enfocadas al estudio del paisaje.

En lo que respecta a las disciplinas enfocadas al ecosistemas fluvial, la hidrología se dedica al estudio de las aguas de la Tierra, incluyendo su presencia, distribución y circulación a través del ciclo hidrológico y las interacciones con los seres vivos (Chow, 1964). También trata de las propiedades químicas y físicas, así como la diferentes interacciones con los medios físico y biológico (Ortiz, 1996).

El objetivo primario de la hidrología es el estudio de las interrelaciones entre el agua y su ambiente. Se interesa particularmente en los componentes del ciclo hidrológico: evaporación, evapotranspiración, sublimación, escurrimientos, filtraciones, etc. La hidrología fluvial es el estudio de la secuencia en que se presentan los caudales de un río (Elliott, 2010).

Con respecto al ecosistema fluvial, la variable específica de estudio es el régimen hidrológico, por el cual se obtienen los primeros datos fundamentales para caracterizar un río. Estos indicadores son: precipitación, evapotranspiración, escorrentía y agua en el suelo. Por otra parte, la ecología fluvial se refiere al estudio de la estructura biológica de los ríos y las interrelaciones que ésta mantiene con el medio, referido en este caso tanto al sistema acuático como al ecotono que se desarrolla entre el primero de estos y el medio terrestre de la ladera vertiente (Elosegi y Díez, 2009).

Por lo tanto, en lo que respecta al ecosistema fluvial, en esta investigación se pretende estudiar parte de las relaciones existentes entre la estructura del sistema y su funcionamiento, así como la diversidad biológica. Cabe mencionar que por estructura se entienden las interrelaciones de tres componentes: comunidad biótica, el hábitat físico y los recursos materiales y energéticos; el funcionamiento, a su vez, es el conjunto de procesos biológicos, físicos y químicos controladores del flujo de materia y de energía que atraviesa el ecosistema (Elosegi y Díez, 2009), mientras que la diversidad biológica es el resultado de una heterogeneidad de hábitats y una conectividad funcional. La diversidad biológica está basada en el mantenimiento de toda la cadena trófica del ecosistema. El mantenimiento de una llanura de inundación conectada funcionalmente con el cauce amplía considerablemente la heterogeneidad de hábitats y condiciones de vida (Chang, 2008).

Por otra parte, la geomorfología fluvial se encarga del estudio de la morfología de los ríos y sistemas fluviales, que permite predecir el comportamiento futuro de un cauce natural con base en su comportamiento histórico (Elliott, 2010). La morfología fluvial estudia las formas que puede adoptar un río, las cuales pueden deberse a su propio comportamiento o ser una consecuencia de determinadas acciones externas, principalmente humanas, o bien, una combinación de ambas circunstancias (Chang, 2008; Martín, 2006).

Entre los puntos de interés que la morfología fluvial puede aportar a esta investigación se encuentran variables como la pendiente, la rugosidad del cauce, el caudal y la velocidad de la corriente, debido a que a partir de éstas es posible detectar los impactos que han sufrido los ecosistemas fluviales a lo largo del tiempo, como son la regulación de caudales, canalizaciones, pérdida de hábitat, pérdida de diversidad, etcétera.

En lo referente a las disciplinas enfocadas al estudio del paisaje, la geografía es la ciencia en donde el término paisaje tuvo su origen y definición como un grupo de formas, objetos y elementos que delimitan un espacio geográfico (Mateo, 2006). En la actualidad, la geografía se centra en la articulación de las tres categorías de paisaje (paisaje natural, paisaje social y paisaje cultural) y la forma en que los grupos sociales utilizan, transforman y perciben a este último, lo que significa la articulación de las dos direcciones que han prevalecido hasta el momento en la conceptualización de la noción de paisaje, la físico-geográfica y la socio-cultural (Mateo y Da Silva, 2007).

Los elementos a retomar de la geografía para esta investigación son identificar, jerarquizar y clasificar para definir el carácter, la modulación y el estado del paisaje fluvial, así como identificar los elementos que estructuran el territorio, es decir, factores fisiográficos como el relieve (altura, pendiente, orientación y la hidrografía), elementos que determinan su utilización (usos del suelo) y la tradición cultural (proximidad, vínculos emocionales y sentimientos de pertenencia).

Por otro lado, la ecología del paisaje, a partir de la concepción de Tansley (1935) sobre el ecosistema, se ocupa del estudio del complejo de las interrelaciones entre la biocenosis y el medio en las diferentes áreas del paisaje (Troll, 2003). Dicha área del conocimiento presta atención a la organización de los ecosistemas, así como a su distribución y relaciones con el paisaje, y también la influencia de la distribución espacial de los elementos del paisaje en el funcionamiento ecosistémico (Forman y Godron, 1981).

Los elementos estructurales que se toman en cuenta para el paisaje fluvial son los parches, que se refieren a las comunidades o al conjunto de especies rodeadas por una matriz con una diferente estructura y composición; la matriz, que es el área subyacente más degradada; y los elementos de interacción o biocorredores y las redes de interconexión biológica, es decir, las relaciones entre los sistemas bióticos y el espacio físico (Forman y Godron, 1981).

Por otro lado, la psicología ambiental tiene por objeto el estudio de la comprensión de los procesos psicosociales derivados de las relaciones, interacciones y transacciones entre las personas, grupos sociales o comunidades y sus entornos sociofísicos. En otras palabras,

estudia la interrelación del ambiente físico con la conducta y la experiencia humana (Holahan, 2004).

Los elementos que se retoman de la psicología ambiental para esta investigación son aquellos relacionados con la forma en que las personas acceden al conocimiento ambiental, como el análisis del significado ambiental y de los aspectos emocionales y afectivos del entorno, así como temas relacionados con la evaluación del ambiente a través de estudios sobre preferencias de paisaje.

La arquitectura, en específico la arquitectura del paisaje, se enfoca al estudio del espacio abierto y los elementos que lo conforman, en busca de crear una relación entre lo abiótico y biótico, con un aprovechamiento lógico y estético, aplicando conocimientos de biología, botánica, ecología y urbanismo para llegar a un resultado óptimo que tome en cuenta a la naturaleza. La arquitectura del paisaje busca dotar al hombre de espacios de pausa, de convivencia comunitaria y de coexistencia respetuosa con la naturaleza (Zama, 2006).

En la actualidad, la arquitectura del paisaje opta por la diversidad y el respeto por lo ya construido, basándose en los siguientes principios: resucitar el concepto de significado, respetar los cánones estético-visuales del paisaje, privilegiar la memoria cultural y sustituir el concepto de espacio físico por el de ambiente, promoviendo la búsqueda de la sustentabilidad mediante la adecuación de las intervenciones a la lógica de los fenómenos y procesos de la naturaleza (Franco, 1997).

En el caso de esta investigación, los elementos que se retoman son esencialmente estético-visuales, los cuales abarcan aquellos valores subjetivos derivados del paisaje y que son inspirados por las características perceptuales del medio, como son color, forma, textura, coherencia y visibilidad.

Como se observó, existe una cantidad importante de disciplinas que desde diferentes perspectivas han abordado el estudio tanto del ecosistema como del paisaje (ver Figura 1) y gracias a ello han puesto las bases para enriquecer y fortalecer las diferentes áreas en el ámbito de las ciencias del territorio.



<b>Disciplina</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Estudio</b>
<b>Hidrología</b>	Hidrología superficial	Presencia, distribución, circulación y propiedades químicas y físicas del agua en la Tierra, así como las interacciones físicas y biológicas.
<b>Ecología</b>	Ecología fluvial	Estructura biológica de ríos, interrelaciones con el medio acuático y el ecotono de las vertientes.
	Ecología del paisaje	Interrelaciones entre la biocenosis y el medio en áreas del paisaje.
<b>Geografía</b>	Geomorfología fluvial	Morfología de ríos y sistemas fluviales, predicción del comportamiento.
	Geografía física	Identificación, jerarquización, clasificación de elementos del paisaje, definición del carácter, modulación y estado del paisaje.
<b>Psicología</b>	Psicología ambiental	Comprensión de procesos psicosociales derivados de las relaciones e interacciones entre las personas, grupos sociales o comunidades y sus entornos.
<b>Arquitectura</b>	Arquitectura del paisaje	El espacio abierto y sus elementos relacionados entre lo abiótico y lo biótico, con aprovechamiento lógico y estético.

**Figura 1.** Disciplinas y campo de estudio del ecosistema y paisaje.

**Fuente.** Elaboración propia.

### 1.1.2. ENFOQUES DE ESTUDIO

A continuación se expondrán los diferentes enfoques con los que se han tratado los temas de calidad ecológica y calidad del paisaje. Como se puede observar en la Figura 2, los estudios para determinar la calidad ecológica de los ecosistemas fluviales tienen dos tipos de enfoque: observacional (datos de campo) y experimental (datos de laboratorio) (García-Berthou, Alcaraz, Benejam y Benito, 2009).

Datos de campo	<b>Enfoque Observacional</b>	<b>Enfoque Experimental</b>	Datos de laboratorio
Escaso/nulo control de factores ambientales			Control de factores ambientales
El objeto se estudia en su hábitat			El objeto se estudia aislado de su hábitat
Permite detectar relaciones, procesos y patrones			Permite demostrar relaciones causa-efecto
Múltiples escalas espaciales			Reducción de escalas espaciales
Realidad Compleja			Realidad simplificada

**Figura 2.** Diferencias básicas entre los enfoque del estudio de ecosistemas.  
**Fuente.** Elaboración propia con base en García-Berthou, Alcaraz, Benejam y Benito (2009).

El enfoque observacional consiste en la constatación de objetos o fenómenos tal como la naturaleza los ofrece, sin introducir ninguna modificación, y como tal, es el método más simple de investigación y el primero en desarrollarse desde una perspectiva histórica. La observación permite obtener un gran volumen de información que da lugar a una clasificación y sistematización de la misma (Eberhardt y Thomas, 1991). Por ejemplo, en los estudios con este enfoque sólo se observan unidades de muestra en diferentes condiciones preestablecidas y no se puede decidir qué nivel o tratamiento recibirá una cierta unidad de muestra (García-Berthou *et al.*, 2009).

El enfoque experimental implica la introducción de perturbaciones o modificaciones por parte del investigador en los fenómenos naturales que estudia, y por tanto es una

herramienta más potente en comparación con el enfoque observacional, pues permite determinar la influencia de los factores de perturbación incluidos en el experimento. Aunque se suele asumir que la experimentación incluye una técnica instrumental, no siempre es así, especialmente en ecología. En numerosas ocasiones la experimentación consiste simplemente en la supresión de un fenómeno natural, aislando un sistema biológico de su ambiente, o en la utilización de procesos naturales que presenten una cierta repetitividad espacial o temporal como experimentos naturales (Mostacedo y Fredericksen, 2000). En los estudios con enfoque experimental se puede someter el material de estudio (unidad experimental) a diferentes tratamientos; por ejemplo, en este caso, fertilizar un tramo de río y compararlo con un control no fertilizado (García-Berthou *et al.*, 2009).

Por otra parte, según Lothian (1999), para los estudios de calidad visual existen dos enfoques distintos pero complementarios (ver Figura 3), debido a que parten de la misma realidad: el paisaje. El enfoque objetivo (o de expertos) y el enfoque subjetivo (social o de preferencias).

El enfoque objetivo identifica componentes medibles determinantes de la calidad del paisaje y es aplicado por especialistas debido a su capacidad de analizar objetivamente la belleza escénica de un paisaje. Es decir, la subjetividad está controlada, puesto que se apoya en el uso de una escala universal de valores. La crítica para este enfoque es que para establecer la escala universal se debe contar con un panel de 10 expertos.

Físico	<b>Enfoque Objetivo</b>	<b>Enfoque Subjetivo</b>	Psicológico
La calidad del paisaje es un valor intrínseco de los atributos físicos			La calidad del paisaje deriva de la percepción de los sujetos
La evaluación del paisaje deriva de la aplicación de criterios			La evaluación de paisaje deriva de la aplicación de métodos psicológicos
Subjetividad presentada como objetiva			Evaluación objetiva de subjetividad

**Figura 3.** Diferencias básicas entre los enfoques de estudio del paisaje.  
**Fuente.** De la Fuente (2010).

Dunn (1974) argumenta que este tipo de método es elitista y poco realista. Para evitar este tipo de problemas se puede recurrir a la subjetividad compartida, en la cual se hace una valoración a partir de grupos o de un panel de expertos, buscando el consenso mediante un proceso interactivo. Requiere de profesionales con experiencia, pero incorpora la discusión y negociación de apreciaciones eliminando posturas extremas (Aguiló, 2004). De esta manera, el enfoque objetivo se mide en función de la presencia de atributos biofísicos, como montañas, cuerpos de agua, vegetación y usos de suelo, entre otros. Estos atributos son clasificados por uno o varios expertos sobre una escala numérica, o bien en rangos de alta, media y baja calidad. Los resultados son traducidos a mapas de calidad escénica o paisajística del territorio (De la Fuente, 2010; Lothian, 1999).

Por otro lado, el enfoque subjetivo (social o de preferencias) es definido a partir de juicios o preferencias expresados por los usuarios del paisaje (De la Fuente, 2010; Lothian, 1999). Parte de la interpretación de los juicios, preferencias y percepciones de distintos grupos de observadores. Las técnicas más utilizadas se basan en encuestas a personas con muy diferentes procedimientos de análisis y tratamiento y a veces se utilizan fotografías o diapositivas, video, simulación gráfica o incluso internet como soporte de presentación del material visual (De la Fuente, 2010).

En este tipo de métodos la subjetividad es representativa, puesto que incorporan un enfoque distinto, buscan la apreciación que tiene la población sobre el paisaje, recurren a la valoración de una muestra representativa de la sociedad y emplean las técnicas de los estudios de preferencia por síntesis democrática de valoraciones, muestra representativa y cuantificación de apreciaciones. Su principal limitación está en la representatividad de estas preferencias hacia las cualidades del paisaje. Los cuestionarios de opinión o preferencias son las técnicas más usadas para muestrear la preferencia escénica de grupos diversos (García y Cañas, 2001).

### **1.1.3. AUTORES LÍDERES**

Existen diferentes autores que han marcado un liderazgo sobre calidad ecológica y visual con sus investigaciones. Los elementos que se tomaron en cuenta para considerar a un autor como líder fueron: que sus trabajos hayan hecho una aportación significativa a los estudios sobre ecosistemas fluviales o paisaje, que un número considerable de otros autores los consideraron

en sus estudios como una referencia y el número de veces que aparecieron citado en la bibliografía que se revisó.

Dentro de las investigaciones referentes a los ecosistemas fluviales, en 1909 Kolkwitz y Marsson iniciaron los primeros estudios sobre calidad de ecosistemas acuáticos utilizando bioindicadores para evaluar la calidad ambiental de los recursos acuáticos en Alemania. Estos autores pusieron las bases para que a partir de sus estudios se desarrollaran diferentes índices en distintas partes del mundo (Baddi, Garza, Garza y Landeros, 2005).

Por su parte, Brown, Macclelland, Deininger y Tozer (1970) son considerados deben su reconocimiento a que desarrollaron el Índice de Calidad del Agua de *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) para ríos de Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.), el cual ha sido adaptado en diferentes partes del mundo para llevar a cabo estudios sobre la calidad de los ecosistemas fluviales. Por otro lado, Dinius (1987) desarrolló un Índice de Calidad del Agua (ICA) similar al de los anteriores autores, al cual le agregó rangos de clasificación basados en usos específicos como el industrial, los urbanos, el agrícola, etcétera.

Por su parte, Patrick (1950) propuso métodos biológicos para evaluar las condiciones ecológicas de las corrientes de agua, a partir de lo cual comenzaron a utilizarse diferentes índices de evaluación de la calidad del agua mediante el uso de indicadores biológicos (Baddi *et al.*, 2005).

Pichard *et al.* (1993) crearon el método *Proper functioning condition* (PFC, por sus siglas en inglés) para definir si un espacio fluvial funciona adecuadamente en cuanto a su hidrología, características geomorfológicas, vegetación y suelos. Ante el método PFC, los espacios fluviales pueden: a) cumplir la condición, es decir, funcionar adecuadamente, lo cual tiene lugar cuando las riberas disipan la energía de los flujos de crecida reduciendo los procesos de erosión, filtran y capturan sedimentos y ayudan al desarrollo del llano de inundación, retienen y laminan las aguas de crecida y almacenan agua subterránea, estabilizan las orillas, mejoran los hábitats y favorecen el mantenimiento de agua circulante con la temperatura estival apropiada para la comunidades piscícolas, etcétera; b) cumplir, aun con riesgo, con ciertas condiciones edáficas, hidrológicas o geomorfológicas susceptibles de degradación; y c) no cumplir las funciones citadas por deterioro de la vegetación, alteración o limitación de los componentes hidromorfológicos.

Por otra parte, Karr (1981) propuso el uso de los Índices de Integridad Biótica (IIB o IBI, por sus siglas en inglés) para entender la calidad de los sistemas acuáticos, suponiendo que las propiedades de los ecosistemas acuáticos son el resultado de fuerzas evolutivas que están interactuando en la configuración de los ecosistemas.

Posteriormente, Armitage y Petts (1992) examinaron la posibilidad de usar puntajes bióticos y las predicciones basadas en el sistema computarizado *River Invertebrate Prediction and Classification System* (RIVPACS, por sus siglas en inglés).

Resh, Norris y Barbour (1995) desarrollaron en Maryland, EE.UU., métodos rápidos de evaluación del agua usando los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores; más tarde, Alba-Tercedor (1996) adoptó la utilización de los macroinvertebrados acuáticos en los programas de evaluación de la calidad del agua en España.

Munné, Solà y Prat (1998) desarrollaron el Índice *Qualitat del Bosc de Ribera* (QBR, por sus siglas en catalán) en donde se valoran cuatro parámetros en una escala de hasta 25 puntos,: grado de cubierta de la zona de ribera, estructura o madurez de la cubierta vegetal, calidad de la cubierta y grado de naturalidad del canal fluvial. Además se determina una tipología geomorfológica en función del tipo de orilla, de la existencia de islas y de la presencia de sustrato duro, que interviene en la valoración de la calidad de la cubierta (Ollero, 2009).

Pardo *et al.* (2002) desarrollaron el Índice de Hábitat Fluvial (IHF), el cual se lleva a cabo a partir del análisis de datos de campo y laboratorio. Las fichas de trabajo constan de bloques de análisis como distribución de rápidos-pozas, frecuencia de rápidos, composición del sustrato, regímenes de velocidad-profundidad, porcentaje de sombra en el cauce, elementos de heterogeneidad y cobertura de vegetación acuática. Este índice no valora los aspectos hidromorfológicos por sí mismo, sino la calidad para las poblaciones de seres vivos.

Un poco más tarde, González, García, Lara y Garilletei (2006) elaboraron una metodología de evaluación ecológica que llevó a crear el *Riparian Quality Index* (RQI, por sus siglas en inglés). Dicho índice permite conocer el estado de conservación de las riberas fluviales, diagnostica los principales problemas de éstas, identifica los tramos mejor conservados y relaciona el estado de cada tramo con las presiones e impactos existentes.

Además, este índice considera siete atributos: la continuidad longitudinal de la vegetación leñosa, las dimensiones en anchura del espacio ribereño ocupado por vegetación asociada al río, la composición y estructura de la vegetación ribereña, la regeneración natural de las principales especies leñosas, la condición de las orillas, la conectividad transversal del cauce con sus riberas y llanuras de inundación y la conectividad vertical a través de la permeabilidad y el grado de alteración de los materiales y relieve de los suelos riparios. La valoración de cada atributo se lleva a cabo atendiendo a las condiciones de referencia de cada tramo fluvial según su tipología, relativa al régimen hidrológico, características geomorfológicas del valle y cauce y región biogeográfica en que se ubica.

Por último, Boyacioglu (2007) desarrolló el Índice Universal de la Calidad del Agua (UWQI, por sus siglas en inglés), el cual se basa en criterios de UE y es utilizado para evaluar la calidad del agua superficial como fuente de agua potable.

En lo que respecta a calidad del paisaje, uno de los autores más reconocidos es Linton (1968), quien sugiere que la calidad del paisaje es producto del relieve, la vegetación y los usos del suelo. Con estos indicadores evalúa los paisajes naturales de Escocia, a partir de allí delimita seis tipos de paisajes morfológicos y siete tipos de paisajes según la vegetación y usos del suelo. A cada parcela del terreno le asigna una puntuación que va desde cero para las tierras bajas hasta ocho para las montañas y con un valor de menos cinco para las zonas urbano/industrial, hasta más seis para áreas silvestre, produciendo una diferenciación del paisaje en subregiones de calidad visual (De la Fuente, 2010).

Por otra parte, Ervin H. Zube fue uno de los primeros investigadores que realizó estudios sobre conducta ambiental. El tema más importante que trabajó Zube fue la evaluación y la percepción del paisaje. Sus primeras aportaciones se enfocaron en la caracterización de los paisajes rurales y regionales a través de las preferencias escénicas de las personas (Palmer y Zube, 1976; Zube, 1974; Zube y Mills, 1976). Estos estudios se llevaron a cabo con el uso de recursos como dibujos, fotografías, fotos aéreas y visitas a campo, los cuales eran evaluados por los participantes por medio de calificaciones, escalas semánticas o clasificaciones (Zube, Pitt y Anderson, 1974).

En un inicio, el enfoque de los estudios de dicho autor eran altamente objetivos, sin embargo con el paso de los años fue perfeccionando su análisis (Gobster, Palmer y Crystal,

2003) hasta generar importantes contribuciones de investigación en la percepción del paisaje, el desarrollo de un enfoque en la comprensión de los valores del paisaje, una apreciación de dimensiones internacionales e interculturales y el impulso de nuevas teorías (Zube, 1987a; Zube y Kennedy, 1990; Zube, 1991)

Zube emprendió una serie de estudios en Arizona en donde abordó temas de vanguardia como los valores estéticos en los paisajes de riberas, el uso del agua en la gestión del paisaje urbano y la percepción en los cambios en el paisaje. En estos trabajos continuó haciendo uso del enfoque objetivo para dirigirse a sus preguntas de investigación, pero contextualizó mejor las formas en que las personas perciben los paisajes y con ello logró describir la complejidad y profundidad de los valores paisajísticos otorgados por los individuos a partir de sus experiencias, es decir, añadió el enfoque subjetivo a sus trabajos (Gobster *et al.*, 2003).

Por otra parte, uno de los pioneros en estudios psicofísicos fue el psicólogo León Thurstone, quien consiguió cuantificar objetos propios del estudio de las ciencias sociales. El modelo de Thurstone (comparación por pares) supone la existencia de la escala objetiva y establece la hipótesis de que, ante un estímulo —visual, auditivo, etc.—, opera en el sujeto un proceso típico de discriminación. Según este último, la sensación producida por un estímulo adquirirá una magnitud percibida que puede variar en los individuos, pero a través de procedimientos estadísticos el dato observado por el investigador se hará estable y oscilará en torno a un proceso típico de discriminación (Thurstone, 1948). El método de comparación por pares consiste esencialmente en presentar a una muestra representativa de la población una lista previa de enunciados que, se piensa, pueden ser pertinentes para medir el grado favorable/desfavorable de los individuos hacia cierto objeto. Los jueces no expresan su opinión sobre la afirmación que se les presenta, lo que se les pide es que manifiesten cuál es el grado favorable que expresan los enunciados con respecto al objeto que se les muestra.

Por otra parte, Berlyne (1960) trabajó aspectos sobre estética experimental, enfocándose en tratar de explicar los efectos estéticos o afectivos de la incertidumbre contenida en un estímulo. Entre las causas de la incertidumbre están la diversidad, la complejidad estructural, la ambigüedad, la novedad o la sorpresa. Estos estímulos producen una respuesta que es la suma de dos procesos simultáneos: el primero es una conducta que



lleva a la búsqueda de esquemas desprovistos de propiedades desconcertantes o enigmáticas y el segundo es una conducta de curiosidad perceptiva.

Posteriormente, en 1976, Daniel y Boster desarrollaron un trabajo desde la perspectiva psicofísica para evaluar la belleza escénica natural e identificar y entender cómo ese recurso podría verse afectado por las diversas acciones humanas. En este trabajo utilizaron fotografías que fueron evaluadas por un grupo de personas con la premisa de que los juicios de percepción del público constituyen una base adecuada para evaluar la belleza escénica. A partir de allí aplicaron una encuesta de preferencia del paisaje utilizando escalas de valor.

Otros autores que trabajaron esta misma línea de investigación, pero evaluaron de forma diferente, fueron Buhyoff y Wellman (1978), quienes utilizaron comparación por pares; Shafer y Brush (1977), órdenes de rango; y Buhyoff, Arndt y Propst (1981) estimaciones de magnitudes. A la luz de lo anterior, es evidente que en la perspectiva psicofísica se pueden utilizar diferentes herramientas de medición para obtener la evaluación del paisaje.

Por su parte, bajo los planteamientos de Berlyne, Wohlwill (1976) estudió la relación entre dos variables: complejidad de la escena y legibilidad. Según el mencionado autor, cualquier variación en el estímulo, ya sea en aumento o disminución, produce una respuesta positiva que dura hasta el momento en que la escena es demasiado monótona o demasiado complicada. Es decir, un paisaje debe ser comprensible, deben poder identificarse los elementos que lo componen; no obstante, si no posee un cierto grado de complejidad, se vuelve monótono. Del mismo modo, un paisaje puede ser complejo, siempre y cuando no traspase los umbrales de lo caótico y sea incomprensible para el observador (De la Fuente, 2002).

Dentro del enfoque objetivo, Smardon (1979) realiza una propuesta a la que llamó *Visual Resource Management Program denominada Bureau of Land Management* (BLM, por sus siglas en inglés). A partir del uso de este método se define una serie de cualidades generadas por la combinación de elementos visuales básicos como línea, forma, color y textura, a los que puede añadirse la noción de escala y espacio para evaluar distintos tipos de paisajes.

Desde este mismo enfoque, Daniel y Vining (1983) desarrollaron un método para evaluar la calidad visual ecológica del paisaje apoyándose en una evaluación de expertos, la cual fue realizada a partir de diversos parámetros en términos ecológicos y de naturalidad. De esta manera, con base en métodos estadísticos se determinaron las relaciones significativas entre los componentes del paisaje y las preferencias de los observadores. Posteriormente, otros autores que han utilizado este método son Buhyoff, Miller, Roach, Zhou y Fuller (1994) y Daniel (2001).

Otros importantes exponentes de la psicología ambiental relacionada con la teoría de la personalidad son Ulrich (1979), Kaplan y Kaplan (1989), quienes desarrollaron una matriz de preferencias en donde el paisaje se valora en términos cognitivos a partir de elementos como la complejidad (diversidad de elementos y riqueza visual), coherencia (colocación lógica, orden), legibilidad (permeabilidad de la escena, accesibilidad y facilidad de orientación) y misterio (ocultación de partes de la escena, promesa de más información e inducción a la exploración) (Kaymaz, 2012).

A partir de sus investigaciones, encontraron que la coherencia y la complejidad pueden ser entendidas tan pronto como se observa el entorno, por lo que pasan en una imagen (2D) y se perciben de inmediato. En contraste, para percibir la legibilidad y el misterio se requiere un ajuste de tiempo —esto significa una adaptación al ambiente—, por lo tanto son factores inferidos y se producen en más tiempo, alrededor de unos pocos milisegundos más largo e inconscientemente (De la Fuente, 2002).

Siguiendo esta misma línea, Herzog (1987) realizó un estudio sobre las preferencias entre las montañas, cañones y formaciones rocosas del desierto. Estos elementos del paisaje se estudiaron en función de categorías de contenido, tiempo de observación y seis variables de predicción: amplitud, textura, coherencia, complejidad, misterio e identidad. El resultado fue que las montañas fueron mejor valoradas que los cañones, los cuales se caracterizaron por una baja preferencia pero con un alto misterio. Para los desiertos, la complejidad y el misterio se relacionan positivamente con las preferencias. El patrón general de resultados apoya el modelo de Kaplan y Kaplan (1989) en las preferencias ambientales.

## 1.2. CASOS ANÁLOGOS

A pesar que en los últimos años se ha generado un gran interés por la integración de los componentes perceptuales y territoriales en la evaluación de la calidad visual del paisaje, existen pocos trabajos centrados en la búsqueda de relaciones entre el paisaje contemplado por los sujetos y el paisaje descrito en términos de valores ecológicos (Bell, 2001; De la Fuente, 2002; Hunziker y Kienast, 1999).

En este inciso se presentan tres investigaciones que han abordado el tema de calidad ecológica y calidad visual. La primera es una investigación sobre la calidad del espacio ribereño centrada en el aspecto ecológico en el tramo urbano del río Chocancharava. La segunda corresponde a una evaluación participativa de la calidad del paisaje de la Cañada Real Conquense (CRC) y su relación con los servicios de los ecosistemas ligados a la trashumancia. Por último, centrada en los aspectos visuales, la tercera se realizó con la finalidad de caracterizar y valorar los aspectos físicos, visuales y espaciales que contribuyen en la identificación del carácter que tiene el paisaje del valle de Mexicali.

En cuanto al primer trabajo, Corigliano, Oberto, Principe, Raffaini y Gualdoni (2008) evaluaron la calidad del espacio ribereño en el tramo urbano del río Chocancharava en la ciudad de Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina. En esta investigación se utilizaron índices de evaluación rápida, los cuales se adaptaron a las condiciones ecológicas de la región centro sur de la mencionada localidad. De esta forma, la calidad del espacio ribereño se obtuvo mediante el uso de distintos índices, como el Índice QBR, el Índice de Biodiversidad y el Índice de Perturbaciones (IP), todos los cuales se integraron al Índice de Calidad del Espacio Ribereño (CER).

La calidad ambiental del espacio ribereño fue calculada con la sumatoria de los puntajes de los tres índices antes mencionados, interpretando y asignando el valor 300 a la condición ideal de referencia. Las unidades paisajísticas del espacio ribereño se clasificaron según las asociaciones florísticas de la matriz vegetal dominante (bosque, sabana o pradera) y se consideraron como descriptores de los elementos del paisaje los atributos de los índices usados. Con los datos obtenidos se desarrollaron estadísticas descriptivas y análisis de componentes principales para determinar las variables que más influyeron en los juicios de calidad de cada índice y del índice CER.

Entre los resultados más relevantes en este estudio, se encuentra que de la distribución sitio por sitio de los valores de cada índice, se evidencia que la calidad es más alta cuando se inicia la urbanización y disminuye en los tramos medios. El índice QBR indicó una calidad pésima en el 91% de los 44 tramos estudiados, el Índice de Biodiversidad arrojó una calidad pésima-mala en el 70 % de los tramos y el 45% de los tramos presentaron calidad pésima-mala en relación al Índice de Impactos. Como resultado integral, el Índice CER resultó pésimo en el 50% de los tramos y no presentó buena calidad en ninguno de los sitios evaluados.

La segunda investigación, “Evaluación participativa de la calidad del paisaje de la Cañada Real Conquense (CRC) y su relación con los servicios de los ecosistemas ligados a la trashumancia”, fue llevada a cabo por González (2011). Su objetivo consistió en esclarecer cómo la población percibe el paisaje de dicho sitio y cómo valora los servicios de los ecosistemas vinculados a la red socioecológica de la trashumancia.

Durante el trabajo se aplicó una encuesta a 286 personas en cuatro módulos: un test de pares de fotografías, una colección de imágenes tipo panel, una valoración subjetiva de servicios de los ecosistemas en el paisaje y un cuestionario de datos socioeconómicos y de comportamiento ambiental.

Para el análisis de datos en el primer módulo se utilizó un análisis de correspondencias múltiples y un ANOVA. En el segundo módulo se realizó un análisis descriptivo y un test de ANOVA y, por último, en el tercer módulo se aplicó una prueba no paramétrica y un análisis Kruskal-Wallis. A partir de los resultados finales, se identificaron congruencias y conflictos entre las preferencias y la valoración de los servicios de los ecosistemas que aportan un conocimiento científico que puede ser utilizado para potenciar la conservación del patrimonio rural trashumante y ayudar a la gestión eficaz y realista vinculada a los deseos y aspiraciones de la sociedad actual.

La última de las investigaciones consideradas es la de Rojas, Peña y Leyva (2014), “Una aproximación desde la percepción visual al paisaje del valle de Mexicali”, con el objetivo de caracterizar y valorar los aspectos físicos, visuales y espaciales que contribuyen en la identificación del carácter que tiene el paisaje del valle de Mexicali. Incluyó tres etapas: en la primera se identificaron y caracterizaron las unidades físicas o morfológicas del paisaje a través del método fisiográfico. La segunda etapa consistió en la identificación de unidades

visuales de paisajes por el observador, el cual percibe los rasgos físicos y su relación con las geoformas, y la tercera fue la caracterización hecha por los pobladores al hablar de los aspectos representativos del paisaje del valle, el cual refleja cómo la gente valora su ambiente a través de la cotidianidad.

Como resultado de la primera etapa se obtuvo un mapa con la clasificación de catorce subunidades que corresponden a los rasgos homogéneos que muestra el paisaje a través del relieve, suelos y cobertura vegetal. En la segunda, se obtuvo un mapa señalando las visuales del paisaje del valle de Mexicali a través de sus caminos. Las visuales destacan los elementos del paisaje: relieve, vegetación, cuerpos de agua, suelo, roca, edificaciones, infraestructura, gente y animales, uso de suelo y características espaciales. A partir de lo anterior, se identificaron aquellos elementos de interés para destacar potencialidades, reducir el impacto negativo y crear nuevas condiciones. Finalmente, en la tercera etapa se reconocieron los elementos que caracterizan el paisaje del valle de Mexicali, los cuales plantean dominancia en el paisaje del cielo, vegetación de poca altura y suelo. También se identificaron los elementos que no caracterizan el paisaje pero que se encuentran presentes, como los elementos contruidos y la presencia de cuerpos de agua superficiales (naturales o artificiales). De esta forma, la percepción de las personas de las localidades es la de un valle verde, donde todo aquello relacionado con ambientes urbanos o naturales de zonas áridas no forman parte de su percepción.

En resumen, de los casos análogos revisados la primera investigación tiene una connotación meramente ecológica, es decir, las referencias explícitas de criterios ecológicos están presentes a lo largo del estudio, mientras que los aspectos visuales no fueron incluidos. En el segundo caso, se trata de integrar procedimientos analíticos de calidad del paisaje, en donde los criterios ecológicos quedan limitados en gran parte porque las personas desconocen los términos de referencia (González, 2011). En el último caso, son los aspectos visuales y formales del territorio los que tiene un gran peso en el estudio, debido al enfoque y los objetivos que se perseguían.

En este sentido, Zube (1987) menciona que la problemática principal de la integración de información conseguida por métodos de calidad visual y datos ecológicos del paisaje obtenidos por métodos científicos reside en sus diferencias en el marco conceptual, así como

en la unidad y escala de medición de los valores del paisaje. En este sentido, es necesario desarrollar procedimientos analíticos de la calidad ecológica y visual del paisaje tratando de encontrar las similitudes en los conceptos, la escala del estudio y los valores a medir.

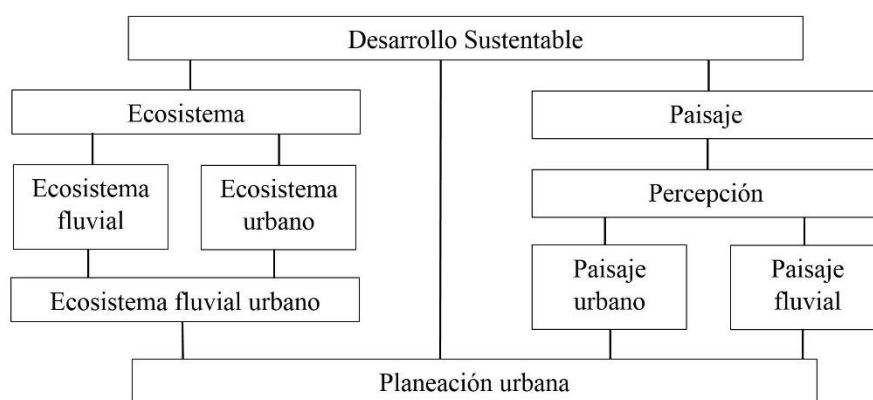
Los casos antes enunciados representan diferentes alternativas de estudio para abordar cuestiones ecológicas y visuales del paisaje, algunas de las cuales se retomarán en esta investigación. En suma, existen diferentes disciplinas enfocadas de forma directa e indirecta a las cuestiones ecológicas y visuales del paisaje. Identificarlas sirve para establecer los objetivos de cada una de ellas, así como para ubicar las diferentes perspectivas de abordar el estudio tanto del ecosistema como del paisaje y, de esta manera, establecer de forma más específica y enfocada el procedimiento de la presente investigación.

Por otra parte, identificar los enfoques, así como los líderes, es importante para determinar cómo y a partir de qué aspectos es recomendable abordar el estudio de los ecosistemas desde la parte ecológica y visual. Por último, analizar investigaciones que se han desarrollado sobre el tema ecológico y/o visual del paisaje permite tener una perspectiva de las diferentes metodologías utilizadas para dar solución a los objetivos planteados en esta tesis.

## 2. SUSTENTO TEÓRICO-CONCEPTUAL PARA LA EVALUACIÓN DEL ECOSISTEMA Y EL PAISAJE FLUVIAL URBANO

El planteamiento de una investigación no puede realizarse si no se hace explícito aquello que se quiere conocer, por lo tanto, es necesaria la construcción de un conjunto coherente de teorías, conceptos, proposiciones y postulados que permitan tener una visión completa para la comprensión del conocimiento científico a través de propuestas teóricas y conceptuales que pueda apoyar la investigación que se está desarrollando (Bojórquez, 2010)

De esta forma, en este capítulo se presentan los fundamentos teóricos y conceptuales que integran esta investigación, iniciando con una visión de las diferentes perspectivas con que se ha abordado el concepto rector: el desarrollo sustentable (DS) (ver Figura 4). Enseguida, se da paso a conceptualizar el término de ecosistema y las dos variantes derivadas de esta investigación: ecosistema fluvial y ecosistema urbano, para terminar en la conceptualización de ecosistema fluvial urbano. Posteriormente se detalla el concepto de paisaje ligado con el de percepción, debido a que estos dos conceptos están íntimamente relacionados, y después se exponen los conceptos de paisaje urbano y paisaje fluvial para finalmente establecer cómo los conceptos mencionados pueden incidir en la planificación urbana. Así, este capítulo está dedicado a conceptualizar y describir las variables que permitan ampliar el conocimiento y comprensión del discurso de esta investigación.



**Figura 4.** Diagrama de conceptos para la evaluación ecológica y visual.  
**Fuente.** Elaboración propia.

## 2.1. DESARROLLO SUSTENTABLE

A partir de la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, realizada en junio de 1972 en Estocolmo, Suecia, se manifestaron por primera vez las preocupaciones de la comunidad internacional en torno a los problemas ambientales globales provocados por el crecimiento demográfico y los consumos superiores a la capacidad de carga mundial (Peña, 2011). Por esta razón, desde finales de los sesenta a la fecha se ha impulsado con gran fuerza a nivel internacional el movimiento ambiental, producto de la reflexiones sobre el modelo de desarrollo económico vigente y los impactos negativos que éste ha tenido sobre la calidad de vida de la población y del medioambiente, problemas que han rebasado el ámbito local para situarse en el ámbito global (Rojas, 2005).

En este tenor, en el informe *Nuestro Futuro Común*, presentado por la Comisión Brundtland en 1987, se señala que la sociedad debe modificar su estilo y hábitos de vida si no se quiere que la crisis social y la degradación de la naturaleza se extiendan de manera irreversible y se reconoce que hay asimetrías entre los países que se profundizan con la pobreza de las naciones en desarrollo (Ramírez, Sánchez y García, 2004). En el mismo informe, se define el DS como “aquel tipo de desarrollo que satisface las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (WCED, 1987, p. 43).

Así, el concepto de DS surgió de un proceso histórico en donde los líderes políticos, la sociedad y los científicos tomaron conciencia de que la operatividad del modelo económico era imposible, puesto que lograr un crecimiento económico sostenido a partir del uso de recursos finitos es una utopía prácticamente imposible de alcanzar (Bustillo-García y Martínez-Dávila, 2008).

Desde su concepción, el DS ha forjado una visión innovadora a la humanidad en este nuevo siglo: es un concepto que propone, desde la visión ecológica, la protección de la naturaleza; desde la visión social, la equidad social presente —intrageneracional— y futura —intergeneracional—, y en la visión económica, eficiencia en el manejo y gestión adecuada de los recursos naturales.

A partir del Informe *Nuestro Futuro Común* se han celebrado una gran cantidad de reuniones a nivel mundial tratando de integrar políticas, estrategias, lineamientos y



programas de acción en aras de alcanzar el DS (Peña, 2011). Una de ellas, que posicionó al DS a partir de programas de acción, fue la que se celebró en Río de Janeiro en 1992, llamada Cumbre de Río o Cumbre de la Tierra. En esta cumbre se volvió a enfatizar que el crecimiento poblacional, el consumo y la tecnología han sido las fuerzas principales del deterioro ambiental, y que es necesario reducir las modalidades del elevado consumo para fomentar el DS (ONU, 2002).

A partir de lo anterior se conjuntaron esfuerzos, generando, entre otros resultados, tres documentos fundamentales: la Declaración sobre Medio Ambiente y Desarrollo, los Principios de Río sobre los Bosques y el Programa de Acción conocido como Agenda 21. También durante la cumbre se elaboraron dos convenios: uno sobre el cambio climático y otro sobre biodiversidad. Con el Programa Agenda 21 las naciones participantes asumieron la tarea de traducir el DS en principios orientadores de acciones de los gobiernos; de esta forma, se desarrollaron propuestas prácticas para lograr el DS y se incluyeron recomendaciones para las legislaciones nacionales. El objetivo primordial de la Agenda 21 es el cambio en el proceso de desarrollo económico, basado en una nueva concepción del impacto del comportamiento humano sobre el medio ambiente para lograr el equilibrio duradero entre el consumo, la población y la capacidad de carga del planeta (ONU, 1992).

Con lo antes mencionado, el DS condensa una trayectoria de planteamientos y consensos internacionales en torno a la necesidad de lograr desarrollos nacionales que integren positivamente objetivos económicos, sociales y ambientales. Pichs (1997) menciona que el DS concibe al desarrollo como un proceso armónico entre la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación de las tecnologías y las transformaciones institucionales en torno a las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Por otra parte, el DS ha generado un amplio y complejo debate, señalándolo como utópico o contradictorio (Gaona y Venegas, 2005), puesto que quienes toman decisiones políticas desde el nivel internacional al local no pueden operar bajo esquemas sustentables debido a los fundamentos del mismo, puesto que entra en contradicción con el mantenimiento o crecimiento económico y de consumo del país o región (Bustillo-García y Martínez-Dávila, 2008). Daly (1987) argumenta que el modelo económico actual es inapropiado para alcanzar

el DS, debido a que no es posible mantener una economía en crecimiento que se alimenta de una naturaleza finita. Es necesario, por lo tanto, una que se fundamente en los potenciales ecológicos, en la innovación tecnológica y en la creatividad cultural de los pueblos, y así crear una economía en equilibrio con las condiciones de sustentabilidad del planeta (Leff, 2008).

Es claro pues que debe existir un reconocimiento de la dependencia entre las actividades humanas y el equilibrio dinámico de los ecosistemas, donde el punto de atención principal sea la conservación de los recursos y no su agotamiento. En este sentido, el DS requiere establecer una política económica donde toda actividad productiva se ocupe de satisfacer las necesidades de la población actual y se preocupe por atender las necesidades de las generaciones futuras en función de los recursos disponibles, lo que implica orden y límites que deben establecerse a la organización económico-social actual.

Otro aspecto que contribuye a la complejidad del DS y la dificultad para hacerlo operativo es el problema de la escala geográfica (Paniagua y Moyano, 1998). Autores como Agyeman y Evans (1994), Martell (1994) y Rucht (1993) argumentan que el nivel más apropiado para alcanzar el desarrollo sustentable es el local, debido que en este nivel las propuestas de sustentabilidad se hacen suficientemente operativas y prácticas y pueden ser asumidas por los habitantes de las comunidades implicadas. Con lo anterior toma relevancia el lema del DS: “Piensa globalmente, actúa localmente”. La importancia entonces del concepto de DS estriba en tratar de superar las tradicionales divisiones entre los intereses económicos, ambientales y sociales, generando una integración de los tres componentes para propiciar un contexto de concurrencia entre ellos, dejando de lado el antagonismo entre crecimiento económico y protección al medio ambiente.

Por otra parte, el mundo es cada vez más urbano: se calcula que en el año 2050 la población urbana mundial será de 9300 millones de habitantes. Asimismo, más del 60% del área que se proyectó que estaría urbanizada para 2030 aún no se ha construido y se prevé que la mayoría de este crecimiento se producirá en ciudades pequeñas y medianas, no en las grandes ciudades (Convenio sobre la Diversidad Biológica, CDB, 2012; ONU, 2014).

En este sentido, Rees (2001) menciona que la migración masiva hacia las ciudades genera una alta dependencia material de los productos y servicios biofísicos, lo que produce

una reducción en el incentivo para que las poblaciones urbanas conserven recursos ecológicos locales y propicia presiones sociales asociadas al estilo de vida urbano que aumenta la propensión y la capacidad de consumo de los habitantes urbanos.

Dentro de las ciudades, la contaminación de las aguas y la alteración del ciclo hidrológico son graves problemas ambientales, pues han eliminado total o parcialmente la fauna y alterado la flora del sistema fluvial (Ramallo, 2014). Milián (1999) argumenta que la disminución de las cargas de contaminación en ríos y lagos ayudará a proteger el equilibrio ecológico en los sensibles ecosistemas acuáticos.

Por otro lado, las ciudades son centros importantes para la diversidad, creatividad e innovación; son un campo de prueba de la capacidad que tienen los seres humanos para vivir juntos y crear medioambientes que sean socialmente justos, ecológicamente sostenibles, económicamente productivos, políticamente participativos y culturalmente efervescentes (CDB, 2012). La ciudad no sólo es el problema, sino también la solución, puesto que el DS no es posible sin la participación activa de las ciudades en la transformación del modo de vida urbano y de su propia configuración interna (Ramallo, 2014).

En México, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales (Semarnat) es la principal entidad encargada de diseñar la política ambiental bajo los criterios de sustentabilidad. También ha realizado adecuaciones al marco jurídico e institucional en casi todas las áreas que tienen relación con el entorno: por ejemplo, se han introducido reformas a la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) sosteniendo criterios del DS (Peña, 2011).

Lo anterior implica que los gobiernos nacionales y locales se han dado a la tarea de introducir los principios del DS en los sistemas urbanos (Leyva, 2011). A escala local, las políticas ambientales más orientadas a la sustentabilidad se encuentran impulsadas por la Agenda 21 local. En el capítulo 28 se menciona sobre la articulación de varias estrategias en distintos aspectos como: reducción de la contaminación, mejoramiento de la calidad de las aguas, reciclaje, sensibilización ambiental, ampliación de las zonas verdes urbanas o control de los ruidos, entre otros (ONU, 1992).

En este mismo tenor, otro conjunto de medidas se encamina a proteger y poner en valor el denominado verde urbano<sup>1</sup>, debido a los diferentes servicios que éstos generan a la ciudad y por su incidencia directa en el nivel de confort de la población, salud, así como en su calidad de vida (Enrique, 1993); pero sobre todo, son espacios que juegan un papel importante por su aporte económico, social y ambiental y de esta manera, concierne con el enfoque del DS. Hoy son parte fundamental para tomarlos en cuenta en la planeación urbana, la gestión y las políticas ambientales de las ciudades.

Sin embargo, actualmente el deterioro, la fragmentación y el estado de conservación de los ecosistemas en México, así como la información histórica registrada, en la mayoría de los casos es insuficiente para conocer con detalle la evolución de esas situaciones y por lo tanto establecer políticas más acertadas para frenar o detener dichos problemas (Semarnat, 2004). Así, generar evaluaciones sobre la calidad ecológica que guardan los ecosistemas fluviales urbanos es de suma relevancia con el fin de proponer y desarrollar estrategias para su manejo, recuperación, rehabilitación y restauración y de esta manera avanzar hacia el DS.

Por otro lado, Beraud (1998) argumenta que la ciudad tiene como referente una realidad conformada a partir de la conjunción de factores naturales, pero sobre todo de las prácticas sociales que llegan a establecer actores concretos en determinado espacio del territorio, aspecto que en sí mismo representa un factor determinante de la identidad del espacio transformado.

En este sentido, todo paisaje refleja la cultura territorial de la sociedad que a lo largo de siglos lo ha elaborado. Por esa misma razón, el paisaje se convierte en factor de identidad, recurso patrimonial y ecológico, así como en un elemento singular de cada ámbito geográfico. El paisaje interviene en la calidad de vida de las personas que lo habita y en todas partes es un reflejo idóneo del grado de sustentabilidad de las actividades humanas (Observatorio de la Sostenibilidad en España [OSE], 2009).

Desafortunadamente, las actuales tendencias a la homogeneización, trivialización y deterioro de muchos espacios ha llegado a generar paisajes sin identidad o con los que la población no se identifica, a pesar de constituir el marco en el que se desarrolla su vida diaria

---

<sup>1</sup> En esta investigación el verde urbano equivale al ecosistema y paisaje fluvial urbano, los cuales, por su configuración y funcionamiento actual, entran en esta categoría

(OSE, 2009). Por lo tanto, se hacen indispensables estudios sobre la calidad del paisaje, en primera instancia, para proteger y mantener aquellos paisajes con alta calidad y, en segunda, para mejorar, rehabilitar y restaurar aquellos que cuentan con baja calidad y de esta forma alcanzar el DS.

Por otra parte, es importante señalar que para lograr condiciones de sustentabilidad en los sistemas urbanos es necesario en cualquier fase de desarrollo local introducir nuevas políticas, planes u otras iniciativas y una evaluación propia (Leyva, 2011), puesto que la sustentabilidad en las ciudades se da de una forma compleja porque implica el análisis de problemas técnicos (cómo medir), los conceptuales (cuándo medir), los teóricos (qué medida) y los prácticos (cuánto cuesta medir) (Reboratti, 1999), convirtiéndose en un gran desafío.

Leyva (2011) menciona que la sustentabilidad en áreas urbanas se debe observar como una aspiración social, es decir, como una característica que debería estar presente en las sociedades, puesto que existen amplias posibilidades para hacer de las ciudades sitios más sustentables, y por lo tanto es necesaria la transición hacia una sociedad sustentable; sin embargo, con las formas actuales de manejo y gestión de los recursos ambientales promovidas por las políticas de desarrollo urbano esto es casi imposible, por lo tanto, es necesario armar un sistema de nuevas reglas en donde se enfatice el enfoque del DS. De esta manera, la planificación urbana proporciona una extraordinaria oportunidad, que no es otra que la posibilidad real de incidir sobre los patrones de crecimiento de las ciudades y de crear una gestión sustentable para mejorar las condiciones de vida urbana para millones de personas acorde a los objetivos del DS. El desafío consiste en aprender cómo explotar eficientemente estas posibilidades y en hacerlo de forma urgente y masiva (Ramallo, 2014).

Es trascendental no perder de vista los objetivos que persigue el DS a través de sus tres pilares: económico, ambiental y social. En cuanto a los económicos, generar las estructuras productivas que proporcionen los bienes y servicios necesarios para la sociedad con la gestión y manejo adecuado de los recursos naturales, propiciando con ello que el sistema económico vigente resulte atractivo; en cuanto a los ambientales, asegurar la adecuada conservación y restauración de los recursos naturales y tratar de promover sistemas tecnológicos que propicien su uso eficiente y sinérgico; y finalmente, en los sociales,

promover la diversidad y el pluralismo cultural y reducir las desigualdades entre y al interior de los países, regiones y comunidades (WCED, 1987).

En conclusión, con el plantemiento del DS existe un cambio de visión con respecto a la que se tenía antes de los años setenta en relación con el desarrollo económico predominante; se percibe un balance positivo al incorporarse los temas ambientales en un entorno internacional a través de la visión de sustentabilidad. En dicha situación se aprecia que no sólo los actores políticos han participado en la discusión sobre ellos, sino también la comunidad científica ha sido una parte importante en la búsqueda de soluciones.

A pesar de la polémica, el debate ha contribuido a la aceptación del concepto entre las diferentes naciones y esferas políticas y científicas, puesto que al integrar las dimensiones económica, ambiental y social se erige como un concepto multidimensional. Y debido a que además es un proceso complejo, es necesario un intercambio racional de ideas, es decir, hacer sinergia entre las diferentes disciplinas científicas.

Por otra parte, el concepto de DS seguirá evolucionando con el transcurso del tiempo, e incluso puede resultar obsoleto y hasta cambiar de nombre, pero la idea base seguirá dando resultados mientras la problemática ambiental y el sistema económico no superen su antagonismo. Porque sólo existe un planeta Tierra y hoy en día existe una conciencia colectiva de la problemática ambiental, esta búsqueda de compatibilidad de los aspectos económicos, ambientales y sociales continuará.

## **2.2. ECOSISTEMA**

El origen del término ecosistema se remonta a los siglos XVIII y XIX, cuando inició la preocupación por conocer formalmente los patrones de distribución geográfica de los organismos; sin embargo, en ese tiempo adquirió una visión espacial y estática, debido a que no existía una conciencia de cambio en las comunidades naturales en el transcurrir del tiempo (Maass y Martínez-Yrizar, 1990).

Así, durante mucho tiempo se mantuvo la idea de que los organismos eran la esencia de las comunidades, a la vez que existió la obsesión de los científicos por el estudio de las unidades que componían a la naturaleza (biomas, biocenosis, asociaciones, comunidades, etc.) (Margalef, 2002). Posteriormente, con la generación de nuevos conocimientos,

empezaron a surgir de forma paralela en la literatura ecológica americana, europea y rusa, definiciones formales del concepto de ecosistema (Odum, 1971).

Sería hasta 1935 cuando el ecólogo británico Arthur Tansley afirmaría que la distribución de especies y su ensamblaje estaban fuertemente influidos por el ambiente asociado, por lo que propuso que la comunidad biótica constituía una unidad integral junto con su ambiente físico y utilizó el concepto de ecosistema para designar dicha unidad integral (Odum y Barrett, 2006; Sabater y Elozegi, 2009; Tansley, 1935).

Una vez aceptado el término de ecosistema, Lindeman (1942) lo definió como “un sistema compuesto de procesos físico-químico-biológicos que operan como parte de una unidad espacio-temporal” (p. 169). De esta forma, se considera que fue él quien introdujo el enfoque dinámico y funcional en el estudio de los ecosistemas (Maass y Martínez-Yrizar, 1990).

Otro aporte importante para fundamentar el concepto de ecosistema fue el que hizo Bertalanffy (1950, 1968), quien desarrolló la teoría general de sistemas<sup>2</sup> a mediados del siglo XX. Es a partir de esta teoría que se empezó a desarrollar el campo cuantitativo de la ecología con una visión de sistema. En particular, en la segunda ley de la teoría de sistemas de Bertalanffy, es donde se establece que el sistema natural se organiza jerárquicamente. Ordenados en escala de mayor a menor, en la naturaleza se integran los siguientes niveles jerárquicos: biosfera, región biogeográfica, bioma, paisaje, ecosistema, comunidad biótica, población, organismo, órgano y célula (Odum, 1971).

Con lo anterior, se pudo evidenciar que el ecosistema funciona como sistema general debido al grado de organización e influencia que tienen los diferentes niveles, puesto que existe un intercambio constante de materia y energía entre ellos, aunque su apariencia general y funcionamiento básico permanezcan constantes por periodos prolongados (Odum y Barrett, 2006).

---

<sup>2</sup> Existen modelos, principios y leyes que se aplican a sistemas generalizados o a sus subclases, distintamente de su condición particular, de la naturaleza de sus elementos componentes y de la relación de «fuerzas» entre ellos. La Teoría General de Sistemas es un área lógico-matemática cuya tarea es la formulación y derivación de esos principios que son aplicables a los «sistemas» en general. De este modo, la exacta formulación de términos como los de totalidad y suma, diferenciación, mecanización progresiva, centralización, orden jerárquico, finalidad y equifinalidad, etc., se hacen posibles; términos que ocurren en todas las ciencias que tratan con «sistemas» y que implican su homología lógica (Latorre, 1996, p. 35).

A continuación se mencionan algunos conceptos para designar ecosistemas particulares. Para Roldán (2008), un ecosistema se define como “una unidad ecológica de carácter convencional y disipativo en el cual un grupo de organismos interactúan entre sí y éstos con el ambiente” (p. 19). Por otra parte, Dajoz (2001) lo define como “un sistema, es decir, un conjunto de elementos en interacción los unos con los otros, formando un todo coherente y ordenado. Es un sistema jerarquizado en que los elementos constitutivos son así mismo subsistemas estructurados y estos siguen las leyes de la termodinámica por consiguiente pueden evolucionar hacia un estado de organización cada vez más complejo” (p.280).

Para Valverde, Meave, Carabias y Cano-Santana (2005), el ecosistema es “un sistema abierto formado por el conjunto de comunidades vivas y elementos abióticos, dentro del cual ocurren movimientos de materia y energía” (p. 104). Según Carrero (2008) el ecosistema es “el conjunto de interacciones establecidas a través de los tiempos entre los factores bióticos —flora y fauna— y los abióticos —suelo y hábitat— de una zona determinada, que han consolidado una situación de equilibrio dinámico” (p. 253).

Por su parte, Odum (1971) afirma que el concepto de ecosistema “es y debe ser vasto, siendo su principal función en el pensamiento ecológico la de subrayar las relaciones forzosas, la interdependencia y las relaciones causales, esto es, el acoplamiento de componentes para formar unidades funcionales, debido a que las partes son inseparables, desde el punto de vista funcional y así se crea el sistema” (p. 7).

Por otra parte, Camacho (2001) menciona que el ecosistema es un sistema de relaciones simbióticas entre organismos vivientes en un espacio determinado, el cual contiene una variabilidad de hábitats que permiten la vida a cada uno de los seres vivos participantes, de tal manera que entre el ser vivo y su hábitat se da una serie de intercambios de materia y energía.

Como puede verse, los ecosistemas pueden ser vistos desde distintas perspectivas, y las conclusiones están influidas por la manera en que éstos son observados. Es decir, si el propósito es poner atención en las interacciones entre los individuos, éstos parecerán relativamente constantes; sin embargo, si lo que interesa es la sucesión, el ecosistema parece estar cambiando continuamente en el tiempo (O'Neill, 1986).



Por otro lado, el concepto de ecosistema ayuda a centrar el tema de los debates sobre los niveles de organización y su interpretación jerárquica. Cuando se aspira a que un conjunto de conocimientos se reconozca como ciencia propia, se debe definir el nivel de referencia que le interesa de entre el continuo de estructuras naturales, es decir, el nivel de referencia más elevado, en este caso el ecosistema, formado por individuos vivos discontinuos, junto con los materiales que resultan de su actividad y que van desde moléculas hasta grandes estructuras físicas, así como la matriz o entorno físico en que están incluidos y donde se desenvuelve su actividad (Sutton, 2009).

El concepto de ecosistema proporciona un enlace, aparentemente respetable, con la teoría de sistemas. Por lo tanto, los ecosistemas pertenecen a una clase más amplia de sistemas físicos y merece la pena examinar su estructura, composición, funcionamiento y problemática. Los sistemas ecológicos, o ecosistemas, no son diferentes de los sistemas físicos en general. Los sistemas son entidades históricas y los ecosistemas combinan mucha historia pasada (Margalef, 2002).

En todos los ecosistemas existe un movimiento continuo de materiales. Los elementos químicos pasan del suelo, el agua o el aire a los organismos y de unos seres vivos a otros, hasta que vuelven, cerrándose el ciclo, al suelo o al agua o al aire (Bruchmann, 2007). Los estudios de ecosistemas, dada su inherente complejidad, son abordados por diferentes enfoques. Entre los más utilizados se encuentran el holístico y sistémico (Odum y Barrett, 2006). El holístico mide las entradas y salidas y evalúa las propiedades colectivas y emergentes del todo y después investiga las partes componentes según se requiera, mientras que en el enfoque sistémico primero se estudian las partes principales y después se integran en el sistema como un todo (Odum y Barrett, 2006). No obstante, hay un debate entre los ecólogos debido a que algunos argumentan que los métodos contrastantes holístico y reduccionista son complementarios y no antagonistas (Odum, 1977); en cambio, los estudios de poblaciones y comunidades utilizan los enfoques reduccionista y analíticos (Pomeroy, 1988, citado por Maass y Martínez-Yrizar, 1990).

Cuando se estudia el medioambiente, se analizan los diferentes sistemas que lo componen y las interrelaciones de las diferentes partes de los sistemas naturales. Un ecosistema es un sistema natural cuyos componentes ecológicos interactúan (Campos, 2003).

Los organismos vivos (componentes bióticos) y su ambiente o entorno sin vida (componentes abióticos) están interrelacionados de manera inseparable e interaccionan unos con otros. Entonces, “cualquier unidad que incluya a todos los organismos (la comunidad biótica) de un área dada que interacciona con su ambiente físico de manera que un flujo de energía conduce a estructuras bióticas definidas con claridad y reciclados de materiales entre componentes vivos y sin vida es un sistema ecológico o ecosistema” (Odum y Barret, 2006, p. 5). Los ecosistemas son vistos como un conjunto de elementos tanto bióticos como abióticos que interaccionan en un mismo espacio y tiempo y transforman la materia y la energía disponible en el ambiente mediante procesos funcionales donde el agua juega un papel determinante (Maass y Martínez-Yrizar, 1990).

Para Bruchman (2007, p. 19), el ecosistema es “la unidad de trabajo, estudio e investigación de la ecología. Es un sistema complejo en el que interactúan los seres vivos entre sí y con el conjunto de factores no vivos que forman el ambiente: temperatura, sustancias químicas presentes, clima, características geológicas, etc., y éste recicla la materia —en un ciclo cerrado— y la energía pasa —fluye— generando organización en el sistema”.

Un ecosistema está compuesto de plantas, animales y microorganismos que se organizan en comunidades biológicas, las cuales interactúan unas con otras, además con el ambiente físico y químico, así como con ecosistemas adyacentes y la atmósfera. La estructura y funcionamiento de un ecosistema son mantenidos por retroalimentaciones sinérgicas entre organismos y su medioambiente. Por otra parte, la energía solar es la fuerza impulsora de los ecosistemas, permitiendo el uso cíclico de materiales y compuestos necesarios para la organización y mantenimiento del sistema (Costanza, Cumberland, Daly, Goodland y Norgaard, 1999).

Holling (1987) establece que el comportamiento del ecosistema se da a partir de cuatro funciones del sistema: explotación, conservación, liberación y reorganización. La explotación está representada por aquellos procesos del ecosistema que son responsables de la colonización rápida de ecosistemas alterados, durante lo cual los organismos capturan fácilmente los recursos accesibles. La conservación ocurre cuando la acumulación lenta de recursos construye y almacena estructuras cada vez más complejas. La liberación o destrucción creativa ocurre cuando la fase de conservación ha construido estructuras

elaboradas y estrechamente ligadas que se ha vuelto sobreconectadas, de modo que se activa un cambio rápido; este proceso de cambio destruye y también libera la oportunidad para la cuarta etapa, la reorganización, donde los materiales liberados son movilizadados a fin de dejarlos disponibles para la siguiente fase de explotación.

A su vez, la estabilidad y productividad del sistema se determina por la secuencia lenta de explotación y conservación. La resiliencia, la capacidad del sistema para recuperarse después del desequilibrio o su capacidad de absorber estrés, está determinada por la efectividad de las dos últimas funciones del sistema. La habilidad organizativa del sistema o la resiliencia determina su capacidad para responder al estrés y choques que impone la depredación o la contaminación de fuentes externas (Holling, 1987).

Por otro lado, la diversidad de las especies tiene dos papeles principales en la auto organización de ecosistemas a gran escala. Primero, proporciona las unidades mediante las cuales fluyen la energía y los materiales, dándole al sistema sus propiedades funcionales y, segundo, la diversidad proporciona al ecosistema la resiliencia para responder a las sorpresas (Holling, Schindler, Walker y Roughgarden, 1995).

Debido al creciente interés despertado en los últimos años con respecto a los problemas ambientales, la palabra ecosistema se ha integrado al vocabulario común (Maass y Martínez-Yrizar, 1990), por lo que el término ya no es un concepto propio y exclusivo de las ciencias ecológicas y biológicas, sino que la interacción sociedad-naturaleza conlleva a la manifestación de nuevos objetos de estudio, que encuentran una relación compleja que constituye una unidad entre lo ecológico y lo social, y de ahí la importancia de los problemas ecosociales (Torres, 2003).

La comprensión de los sistemas ecológicos y la forma en cómo funcionan y se mantienen ayuda a diseñar y mantener sistemas urbanos sustentables. Para alcanzar la sustentabilidad se debe, por lo tanto, incorporar capital natural, así como los bienes y servicios que los ecosistemas proporcionan dentro de la contabilidad económica y social (Costanza *et al.*, 1999).

Daly (1990) ha elaborado tres criterios básicos para el mantenimiento del capital natural y la sustentabilidad ecológica siguiendo el comportamiento de los ecosistemas:

1. Para los recursos renovables, la tasa de recolección no deberá exceder la tasa de regeneración (producto sustentable).

2. Las tasas de generación de desechos de proyectos no deberán exceder la capacidad asimilativa del medioambiente (eliminación sustentable de desechos); y

3. Para los recursos no renovables la disminución de los recursos no renovables debería requerir un desarrollo comparable de sustituto renovable para ese recurso.

De esta forma, analizar el comportamiento, funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas, deriva en calificarlos como los mejores modelos para alcanzar el DS.

### **2.2.1. ECOSISTEMA FLUVIAL**

El ecosistema fluvial está compuesto por dos medios diferentes: un ecosistema acuático y otro terrestre. El primero tiene la característica de desarrollarse sobre un medio muy variable, como es el discurrir continuo del agua, generando además diferencias físico-químicas entre las distintas partes del río, en comparación con el ecosistema terrestre o de ribera, considerado más productivo y destacable por su elevada biodiversidad (Naiman, Décamps y McClain, 2005; Sánchez, 2006).

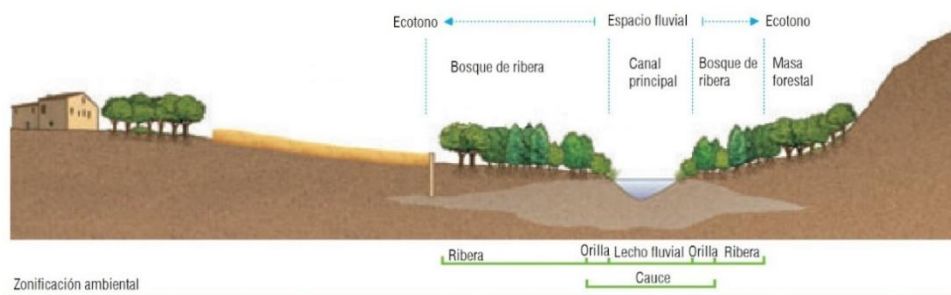
Además, los ecosistemas fluviales pueden categorizarse dentro de los más diversos, dinámicos y complejos hábitats presentes en la Tierra (Sweeney *et al.*, 2004), frecuentemente fértiles y productivos, debido principalmente a su ubicación cercana a los cursos y cuerpos de agua, donde los depósitos aluviales proporcionan un suelo rico en nutrientes y materia orgánica (Granados-Sánchez, Hernández-García y López-Ríos, 2006).

La estructura de las comunidades del ecosistema fluvial se ve altamente influenciada por el contexto y entorno ambiental (Illies y Botosaneanu, 1963). Uno de los aspectos con más influencia es el clima, a través de los elementos de temperatura y precipitación, que afectan los procesos de evaporación y escurrimientos. Al mismo tiempo, la variabilidad en el régimen de caudales condiciona los hábitats existentes, la morfometría fluvial y la interacciones o conectividad lateral de los sistemas fluviales con las zonas inundables y los ecosistemas riparios (Junk, Bayley y Sparks, 1989).

En este sentido, las inundaciones juegan un papel importante en la determinación de la regeneración de la semilla, así como en la supervivencia a largo plazo de las plántulas del

bosque de ribera. La humedad del suelo y la profundidad del manto freático también influyen en la composición de las comunidades vegetales de ribera (Naiman *et al.*, 2005).

Por otra parte, los ecosistemas fluviales muestran en poco espacio una gran variedad de hábitats; a este espacio se le denomina espacio fluvial (Ordeix *et al.*, 2012). Prat, Puértolas y Rieradevall (2008) han propuesto una zonificación de este espacio a partir de fundamentos ambientales, la cual se divide en: ribera, vegetación o bosque de ribera, orilla, cauce y ecotono (ver Figura 5). El espacio fluvial es el área en donde se generan todos los procesos relacionados con el funcionamiento del ecosistema a todas la escalas espaciales (de milímetros hasta kilómetros) y temporales (de segundos hasta miles de años) (Ordeix *et al.*, 2012).



**Figura 5.** Zonificación ambiental del espacio fluvial.

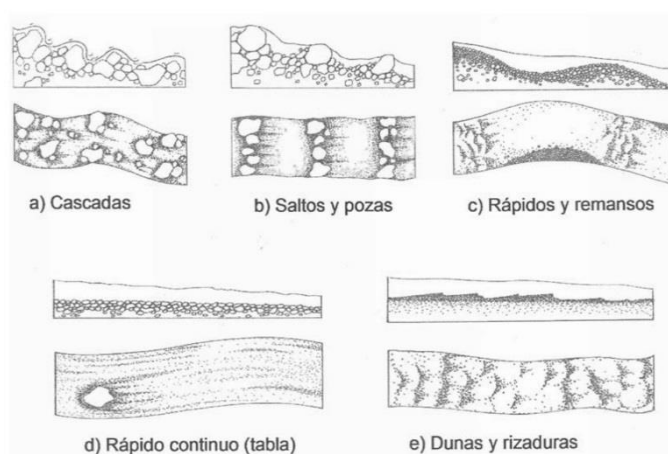
**Fuente.** Prat, Puértolas y Rieradevall (2008).

La caracterización ecológica de los ecosistemas fluviales puede llevarse a cabo con base en su estructura y funcionamiento. La estructura de los ecosistemas fluviales está caracterizada por el medio abiótico, que forma el escenario en el que se desarrolla el ecosistema, así como de las comunidades de organismos, que constituyen sus principales actores. Por otro lado, el funcionamiento son los procesos que ocurren en los ecosistemas y que están determinados tanto por el medio abiótico como por los organismos (Allan y Castillo, 2007).

En el caso de los ecosistemas fluviales, su estructura está ligada a la forma y dimensión del cauce, a la calidad química del agua, a la diversidad de hábitats y a las distintas comunidades biológicas que se establecen en los mismos. Su funcionamiento está ligado a procesos como el transporte y retención de sedimentos, nutrientes o materia orgánica, o por la fotosíntesis de algas y otros productores primarios (Sabater y Elosegí, 2009).

Existen interrelaciones obvias entre estructura y funcionamiento: el caudal transportado por el río y sus variaciones temporales determinan la configuración geomorfológica y la estructura del hábitat fluvial. El tipo y cantidad de materiales que llegan al sistema determinan sus características químicas y, finalmente, la biota responde a las dos características anteriores y a elementos históricos, muchas veces muy lejanos en el tiempo, que son característicos de la cuenca y que pueden modificar en buena medida su propio entorno, como por ejemplo cuando retiene nutrientes depurando las aguas en los diferentes trayectos del cauce, esencialmente donde se generan turbulencias por las cascadas o los rápidos (Sabater y Elozegi, 2009).

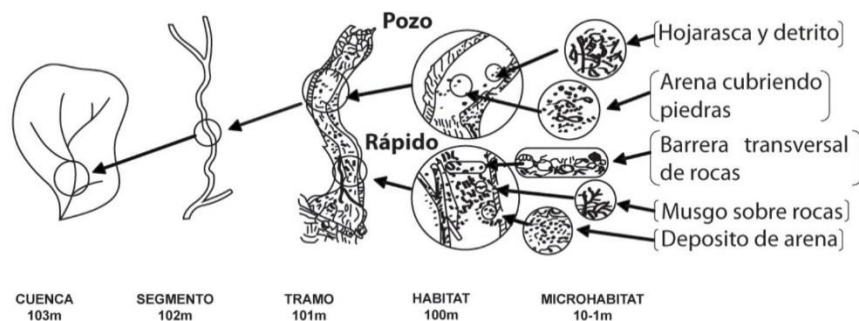
Uno de los principales elementos del ecosistema fluvial es el cauce. Éste suele presentar gran diversidad de formas (ver Figura 6), como cascadas, saltos y pozas, rápidos y remansos, rápido continuo y dunas y rizaduras (Montgomery y Buffington, 1993), que constituyen hábitats donde se distribuyen comunidades biológicas diferenciadas (Elozegi, Butturini y Armengol, 2009).



**Figura 6.** Tipos morfológicos del sustrato del cauce.  
**Fuente.** Montgomery y Buffington (1993).

De ahí que la forma del cauce tiene implicaciones biológicas a múltiples escalas (ver Figura 7). A escala macroscópica, de kilómetros a centenares de kilómetros, la morfología fluvial determina la distribución y abundancia de hábitats y refugios, y las posibilidades de dispersión para las especies de mayores requerimientos espaciales, como los peces migratorios (Longo-Sánchez y Blanco, 2009). A escala de tramo o sección fluvial, es decir, entre unas decenas de metros y hasta un kilómetro de cauce, la heterogeneidad de formas en

el lecho, como la abundancia de rápidos y pozas, determina la diversidad de hábitats y, en consecuencia, la diversidad de organismos. A escala de unos pocos metros a centímetros, la distribución de distintos tipos de sedimentos influye en las conexiones entre el agua superficial y la hiporreica, o en la estabilidad y crecimiento del biofilm (Elosegi y Díez, 2009).



**Figura 7.** Organización jerárquica de una cuenca hidrográfica y sus subsistemas.

**Fuente.** Frissell, Liss, Warren y Hurley (1986), adaptado por Longo-Sánchez y Blanco (2009).

Por otra parte, existen muchos sistemas de clasificación de los ecosistemas fluviales a partir de que se inició su estudio científico (González del Tánago y García de Jalón, 2006). El propuesto por Rosgen (1996) es de los más aceptados por la comunidad científica: en él se plantea una clasificación de los ríos basada en diferentes variables y niveles jerárquicos. En un primer nivel de clasificación, el autor establece un primer ordenamiento en nueve tipos de ríos, de acuerdo a la pendiente longitudinal, sinuosidad y forma de la sección transversal (ver Figura 7).

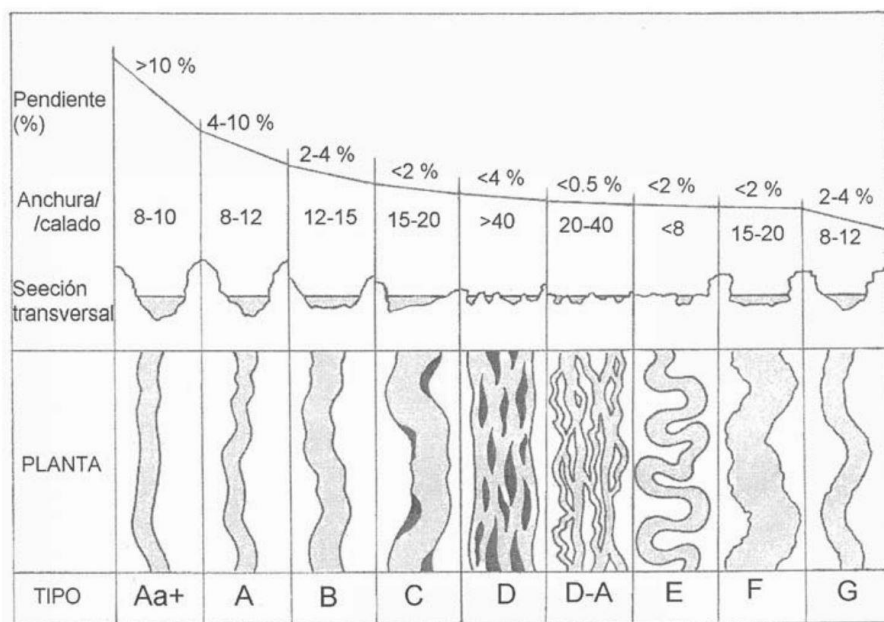
El patrón del río es clasificado como relativamente recto en el tipo A, de baja sinuosidad en el río del tipo B, meándricos en ríos de tipo C y tortuosamente meándricos en los ríos del tipo E. Los tipos de ríos entrecruzados o trenzado, de cauce múltiple o de tipo D y anamostosado o ríos de tipo F, presentan patrones complejos. Éstos han incorporado muchos procesos geomorfológicos para alcanzar su forma actual y por consiguiente proporcionan interpretaciones de su morfología asociada.

En la naturaleza prácticamente no existen ríos rectos, son tan raros que pueden considerarse inexistentes (Leopold y Wolman, 1957; Martin, 2006). Se suelen considerar como un estado transitorio al meándrico. Un tramo fluvial recto es anormal, transitorio y esencialmente inestable (Blench, 1969). Hay ríos que tienen pequeños tramos rectos o casi

rectos, cuya longitud podría ser, referencialmente, tan sólo del orden de 10 veces el ancho del río.

Por otra parte, los ríos meándricos son ríos aluviales con la tendencia a formar meandros. Es por eso que se dice que son serpenteantes, es decir, que tienen una tendencia natural a no seguir un curso rectilíneo, lo que constituye una expresión de su inestabilidad. En este tipo de ríos, el cauce es único, pero forma curvas (Martín, 2006).

Por último los ríos entrecruzados o trenzados tienen varios canales secundarios (brazos) que se comunican entre sí y que forman bancos (islas transitorias) entre ellos. Se ha dicho que son multicanalizados, y sus canales se separan y vuelven a unirse. Se llaman divagantes porque un brazo principal puede encontrarse tan pronto en un lugar como en otro. Su presencia se asocia a una gran capacidad de transporte sólido (Martín, 2006).



**Figura 8.** Tipos morfológicos del río en el nivel I de la clasificación según Rosgen.  
**Fuente.** Rosgen (1996).

Cualquiera que sea el tipo de río, se debe tener en cuenta que su morfología es fruto de un equilibrio dinámico entre la carga de sedimentos que recibe y su capacidad de transporte. De esta manera, el río ajustará su morfología ante cualquier cambio en alguna de estas variables. El transporte de sedimentos y los cambios en la morfología del cauce suelen ser bastante episódicos, y ocurren principalmente durante las crecidas (Elosegi y Díez, 2009).



Aunque las grandes crecidas con períodos de retorno elevados pueden reestructurar el cauce de forma evidente, las crecidas más influyentes suelen ser aquellas más pequeñas, con un período de retorno de uno a dos años, que llenan todo el cauce y están a punto de desbordar la llanura de inundación (Elosegi y Díez, 2009). Sin embargo estas perturbaciones no son las únicas: en muchas partes del mundo las alteraciones de la morfología del cauce son principalmente impactos antropogénicos. Entre las alteraciones más comunes se encuentran los cambios en la forma del cauce, canalizaciones, revestimientos, diques y presas o azudes (Elosegi y Díez, 2009).

La alteración en el régimen del caudal ocasiona fuertes consecuencias ambientales en el funcionamiento del ecosistema (Poff y Zimmerman, 2010), que alteran la dinámica de sedimentos, la temperatura, la pérdida de conectividad y biodiversidad y la llegada de especies exóticas (Elosegi y Díez, 2009). Como se ha podido apreciar anteriormente, es necesario que el ecosistema mantenga una dimensión estable en sus formas y perfiles a fin de salvaguardar las características del cauce y sobre todo del sistema fluvial, así como evitar la degradación del mismo.

Otro elemento esencial del ecosistema fluvial es la zona de ribera y la llanura de inundación, que suelen quedar anegadas en períodos de crecidas. En términos generales, el concepto de ribera se asocia al espacio de transición (o ecotono) entre el medio acuático y el medio terrestre adyacente (González del Tánago, 1999; Magdaleno, 2013). La zona de ribera es un auténtico corredor biológico y una zona de reserva para la flora y fauna de los ecosistemas terrestres vecinos, hasta el punto de que más del 60% de las especies de todo el mundo viven en riberas fluviales (Sabater, Charles, Giorgi y Elosegi, 2009).

Desde el punto de vista ambiental, las riberas fluviales constituyen enclaves de extraordinaria riqueza como consecuencia de los numerosos procesos ecológicos que se generan en ellas y del elevado rango de funciones y servicios ambientales que proporcionan. Por otra parte, el carácter abierto, dinámico y complejo de los sistemas fluviales incide enormemente en el funcionamiento de las riberas (Magdaleno, 2013).

Diversos factores intrínsecos y extrínsecos intervienen en la configuración y comportamiento espacio-temporal de las riberas, sin embargo es el régimen de caudales del río el que con mayor intensidad modela todos esos atributos (Magdaleno, 2013). Por lo tanto,

el buen estado de las riberas requiere que se produzcan episodios periódicos de crecida que permitan una conexión del cauce y las riberas en aras de intercambio de materiales vegetales y sustancias orgánicas e inorgánicas (Junk *et al.*, 1989; Magdaleno, 2013). Sin embargo, para su funcionamiento, las riberas no están sujetas a la llegada de materiales desde tramos más altos y desde las márgenes del río, sino que el propio espacio ribereño es capaz de aportar al sistema fluvial gran productividad ecológica, propiciada por su carácter de ecotono y, sobre todo, debido a la abundancia y calidad de los procesos que se producen en el espacio fluvial (Thorp y Delong, 1994).

Por otra parte, el aporte de materia orgánica de la ribera al cauce es en muchos tramos la principal fuente de energía para el inicio de las cadenas tróficas en el medio acuático (González del Tánago, 1999). Las riberas sirven como filtro para mejorar la calidad del agua, gracias a que atrapan un porcentaje elevado de sedimentos y con ello logran reducir los sólidos suspendidos en el agua. También permiten la formación de corredores biológicos, a través de los cuales se favorece el movimiento y dispersión de muchas especies, que buscan refugio y alimento (González del Tánago, 1999). Además de esto, las riberas constituyen espacios netos de recarga de agua hacia las masas subterráneas (Magdaleno, 2013).

Por otro lado, autores como Ibero *et al.* (1996), Malanson (1996), Tockner y Stanford (2002), Wenger, Zinke y Gutzweiler (1990), Woo (2010) y Yon y Tendron (1981), señalan que, como consecuencia de las actividades antropogénicas, las riberas fluviales han sufrido fuertes alteraciones en las últimas décadas, entre las que se encuentran la tala indiscriminada, la construcción de obras de defensa en las márgenes fluviales, el pastoreo incontrolado, la extracción de materiales pétreos, la expansión de áreas urbanas próximas a los cauces, etcétera. Estas alteraciones se alejan de lo que debería ser un uso sustentable de los recursos naturales, puesto que modifican la estructura y funcionamiento del sistema fluvial. Es necesario recuperar las riberas fluviales en la medida de lo posible y sobre todo evitar que se sigan perdiendo espacios donde aún existe riqueza fluvial. Por tal motivo, es indispensable un enfoque multidisciplinar de la gestión de estos espacios, en donde se priorice la vigilancia, el control, la recuperación y la conservación de las riberas, debido a que constituyen un sistema de redes interconectadas con el resto de los ecosistemas adyacentes formando un corredor biológico, por lo que su conservación y restauración no se puede considerar de

manera aislada (González del Tánago, García de Jalón, Lara y Garilleti, 2006; Naiman, Bison, Lee y Turner, 1998).

Otro elemento fundamental en los ecosistemas fluviales es la vegetación de ribera, que comprende el sistema vegetal cercano a cursos y cuerpos de agua considerado una transición entre hábitats terrestres y acuáticos (Romero, Cazano, Gangas y Naulin, 2014). La vegetación ribereña constituye un componente integral del ecosistema fluvial debido a su gran importancia ecológica (Elosegi y Díez, 2009a).

Estos sistemas vegetales funcionan como complejas fuentes sustentadoras de biodiversidad, a través de los patrones sucesionales y disposiciones verticales en estratos, además de ser reservorios genéticos de las especies que los ocupan debido al gran número de hábitats y microhábitats definidos por sus rasgos físicos (Granados-Sánchez, Hernández-García y López-Ríos, 2006). Es decir, son generadores de hábitats que proveen alimento y protección para muchas especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos, lo que los constituye como un factor importante en la diversidad biológica de ribera (Allan y Flecker, 1993; Ward y Tockner, 2001).

Por otra parte, dada su naturaleza lineal, la vegetación funciona como corredor biológico, conectando bosques que en algunos casos se encuentran aislados y reduciendo el efecto de isla (Naiman, Décamps y Pollock, 1993). Su estructura y anchura definen, por lo tanto, su calidad y capacidad de acogida (Saunders y Hobbs, 1991). Estos corredores controlan los flujos de agua, sedimentos y nutrientes del entorno, y a partir de ellos se establecen gradientes de humedad y temperatura que influyen en las características y utilización de los terrenos adyacentes (González del Tánago, 1999).

La vegetación de ribera presenta un sinnúmero de servicios ecosistémicos: proporciona sombra, ayudando a regular la temperatura del agua y mantenerla bien oxigenada; aporta buena parte de la materia orgánica al cauce y tiene gran incidencia sobre su forma, al limitar la erosión de sus márgenes; cumple un importante efecto de filtro verde, reteniendo partículas y nutrientes y creando un efecto sobre la calidad del agua, y en las llanuras de inundación aumenta la cantidad de agua retenida durante las crecidas, lo que disminuye la velocidad minimizando los efectos de las inundaciones sobre infraestructuras en el territorio fluvial (Elosegi y Díez, 2009a).

Por desgracia, las alteraciones antropogénicas a las que son sometidos estos sistemas impacta significativamente en la diversidad tanto a nivel de abundancia como en la composición vertical en las zonas de ribera, viéndose simplificados y atenuados los diferentes estratos, además de aumentar la mortalidad de plántulas en aquellos lugares perturbados (Canizales *et al.*, 2010). Con ello se genera una perturbación en la dinámica sucesional<sup>3</sup> del bosque de ribera.

Por otra parte, se ha demostrado que microcuencas que presentan mayores porcentajes de especies exóticas o introducidas en comparación con las nativas, producen un menor caudal estival (Huber, Iroumé, Mohr y Frêne, 2010; Lara, Urrutia, Little y Martínez, 2010). A su vez, las especies exóticas pueden impactar al sistema fluvial desde un ligero cambio en la composición de especies hasta la extinción de plantas nativas, lo que generaría una profunda modificación en el ecosistema fluvial (Parker y Reichard, 1997; Sirombra y Mesa, 2010). De esta manera, la introducción de especies exóticas en los sistemas fluviales conlleva cambios en los suelos, la geomorfología y la cantidad y calidad del agua, así como en el suministro de otros servicios ambientales (Mancilla, Valdovinos, Azocar, Jorquera y Figueroa, 2009).

En este sentido la madurez del bosque de ribera, así como la presencia de especies exóticas, indican el grado de naturalidad del bosque. La madurez del bosque y su dinámica son aspectos que contribuyen a determinar la relevancia ecológica del bosque, especialmente al determinar si todos los árboles son coetáneos, o si, en cambio, la estructura de edades es más compleja. Por otro lado, cuando las especies dominantes de un ecosistema son exóticas, éste tiene un menor nivel de naturalidad que otro autóctono, característica que repercute en el funcionamiento ecológico fluvial (Elosegi y Díez, 2009a).

Las alteraciones antes mencionadas inciden en la fragmentación del paisaje, afectando el ambiente físico y por consiguiente las especies del ecosistema, propiciando la reducción o pérdida del área de hábitat original, su división en fragmentos rodeados por una matriz y la disminución en el tamaño de los remanentes de hábitat, así como de un aumento

---

<sup>3</sup> Entendiéndose como dinámica sucesional un proceso ecológico donde la estructura y composición de una comunidad de plantas cambia a través del tiempo, especialmente la edad o diversidad de especies (Gómez-Pompa y Vázquez- Yanes, 1974).

en el aislamiento de los parches (Fahrig y Merriam, 1994; Saunders, Hobbs y Margules, 1991).

Es indudable que la vegetación de ribera juega un papel de suma importancia en la composición y funcionamiento del ecosistema fluvial. A partir de su estructura, provee servicios ecosistémicos en beneficio para los seres humanos, al mismo tiempo que cumple funciones ecológicas importantes como los corredores biológicos, que permiten el flujo de especies y energía; es generadora de biodiversidad, y sobre todo de hábitats tanto para la flora como la fauna. En este sentido, es importante un manejo sustentable de la vegetación de ribera, es decir, conservar su composición, estructura y conectividad, tal y como lo mencionan Fernández, Rau y Arriagada (2009), que establecen la necesidad de proteger la vegetación de ribera a partir del diseño de estrategias de manejo destinadas a un uso más eficiente y racional.

En conclusión, es innegable que los ecosistemas fluviales están entre los más importantes de la naturaleza y su existencia depende de la conjunción de dos ecosistemas: uno terrestre y otro acuático, en lo que el entorno —especialmente el clima—, así como las particularidades geológicas, inciden en las características del ecosistema fluvial. Por otra parte, las complejas conexiones entre estructura y funcionamiento generan un nicho importante para la biodiversidad y heterogeneidad del ecosistema fluvial. Los componentes físicos, químicos, hidrológicos y biológicos se ensamblan a diferentes escalas y a partir de las interacciones entre los componentes regulan el funcionamiento del ecosistema fluvial.

Los ecosistemas fluviales son complejos y tienen componentes únicos, entre los que destacan el cauce, las riberas y la vegetación de ribera, los cuales dependen totalmente del régimen hidrológico, es decir, de las variaciones del caudal. El cauce es fruto de un equilibrio dinámico entre la carga de sedimentos que recibe y su capacidad de transporte y mantiene un flujo longitudinal constante de energía que propicia la productividad del ecosistema, así como la proliferación de especies y el buen funcionamiento del ecosistema.

Asimismo, el cauce está íntimamente ligado a las riberas fluviales, puesto que es la zona de transición entre el sistema acuático y el sistema terrestre adyacente. Las riberas fluviales son un hábitat de gran calidad para las especies terrestres y acuáticas debido a la humedad, sedimentos, nutrientes y materia orgánica presentes en su superficie. Las riberas

fluviales son espacios en donde se genera una gran cantidad de procesos ecológicos que influyen directamente en el funcionamiento del ecosistema fluvial.

Por otra parte, la vegetación de ribera es un componente que afecta la morfología del cauce, así como el funcionamiento de las riberas fluviales, al generar una gran parte tanto de la materia orgánica que transita por el cauce como de la que se encuentra sobre las riberas. Es también capaz de filtrar y mantener la calidad del agua del cauce, así como tener alta capacidad de fijación de suelos. La vegetación de ribera tiene un efecto importante en la ecológica fluvial: es un componente integral de este tipo de ecosistema, así como un generador de servicios ambientales. Es importante conocer su funcionamiento y las diferentes interacciones que se llevan a cabo de forma integral con cada uno de los componentes del ecosistema. Debido a que si se interrumpen las complejas conexiones entre estructura y funcionamiento, el ecosistema queda propenso a sufrir un deterioro en su funcionamiento, es primordial detectar las alteraciones que se estén presentando, así como su calidad ecológica, y evitar la pérdida del ecosistema fluvial y de los servicios vitales que éstos proporcionan a la sociedad.

### **2.2.2. ECOSISTEMA URBANO**

Se han dado múltiples definiciones de lo que es una ciudad, y muchas de ellas, sin ser contradictorias, son completamente distintas. Esto se debe a que la ciudad es un fenómeno complejo que se puede analizar desde puntos de vistas distintos, con lo que, dependiendo de la orientación, se obtienen conceptos completamente diversos (Ducci, 2003).

La ciudad es fundamentalmente un lugar de intercambios: materiales, comerciales, de bienes y servicios, de trabajo, etcétera (Centelles, 2006). Por otra parte, la ciudad es también el lugar del poder administrativo y es representativa del sistema económico, social y político. Todos los intercambios antes mencionados conforman la civilización. La ciudad es a la vez su expresión y su soporte (Reissman, 1972).

Como se observó, la ciudad se puede abordar desde distintos puntos de vista. Algunos de estos enfoques son el tecnológico, el morfológico, el político, el económico, el sociológico y el ecológico (Bettin, 1982; Ducci, 2003; García, 2004). En la presente investigación, debido a que el fundamento teórico parte del paradigma del DS, se abordará a la ciudad desde un enfoque ecológico, es decir, a partir del término “ecosistema urbano”.

Desde este enfoque, la ciudad puede ser entendida como un medioambiente parcialmente natural y parcialmente artificial (Tally, 1974). Existe una simbiosis entre lo natural y lo artificial, no en el sentido estricto de la palabra y no necesariamente implica que ambos ambientes se favorecen mutuamente, pero la relación entre ellos existe y ocurre en un espacio determinado: el ecosistema urbano (Amaya, 2005).

A partir de los años setenta, se empieza a tratar de entender el funcionamiento de las ciudades como ecosistemas. Algunos lo hicieron desde la perspectiva de la naturaleza, es decir, del hábitat urbano (plantas, pájaros e insectos), y a estos estudios se les llamó ecología urbana, mientras que otros autores tuvieron una aproximación a partir de la aplicación de ideas sobre flujos de materia y energía en ecosistemas urbanos (Valencia, 2008).

A primera vista, puede parecer paradójico que una estructura tan artificial como una ciudad pueda considerarse como un ecosistema (Amaya, 2005). Pero si se analizan las ciudades desde la perspectiva de la ecología,<sup>4</sup> se observa que la mayoría de los aspectos que conforman un sistema ecológico son fácilmente aplicables a los sistemas urbanos (Falcón, 2007).

La ciudad se puede entender como un ecosistema, y el hombre y sus sociedades como subsistemas del mismo. A diferencia de los ecosistemas naturales —en donde se forman tejidos y se estructura para facilitar el transporte y la transformación de materia y energía que, en general, tiene sentido vertical (de los árboles al suelo y viceversa) (Boada & Toledo, 2003; Bruchmann, 2007)—, la ciudad —dentro de la cual se encuentra una comunidad de organismos vivos— es un medio físico que se va transformando gracias a su actividad interna y funciona a base de intercambios de materia, energía e información en forma horizontal, que explota otros ecosistemas lejanos y provoca importantes desequilibrios territoriales.

Odum (1971) reconoce que “la ciudad ha sido definida como un ecosistema heterótrofo (que se alimenta de otros), o mejor, un sistema incompleto heterótrofo dependiente de amplias zonas limítrofes y no limítrofes, para la energía, los alimentos, el agua y otros materiales. Pero la ciudad difiere de un ecosistema heterótrofo natural porque presenta un metabolismo mucho más intenso por unidad de área, es decir consume mucho más alimento y materia orgánica de la que produce” (p. 565).

---

<sup>4</sup> El estudio de los seres vivos y de las interacciones entre ellos en un espacio físico determinado (Falcón, 2007).

También Bettine (1998) llega a la conclusión de que la ciudad puede ser considerada un ecosistema haciendo una analogía metabólica, la cual utiliza para explicar el papel parasitario de la ciudad como demandante de los recursos naturales del medioambiente circundante.

Por su parte, Cañizares (1998) define al ecosistema urbano como “una comunidad de organismos vivos (entre los que predomina el hombre), un medio físico que se transforma continuamente y un funcionamiento a base de intercambios de materia, energía e información. En el cual se integran otros subsistemas secundarios (sistema vegetal, sistema animal, etc.), siendo el predominante el que atañe a la actividad humana de la ciudad, a su abastecimiento, a su suministro de energía, a sus importaciones y exportaciones, a las comunicaciones, etc., cambiante en el tiempo, y es uno de los objetos de estudio y definición más actuales y a la vez difíciles del análisis urbano” (p. 36).

Los ecosistemas urbanos presentan diferentes niveles de intervención: desde la mínima extracción de materia biótica y física, hasta la completa extinción del recurso original. Asimismo, el tiempo de intervención no se relaciona proporcionalmente con el nivel de transformación y las modificaciones efectuadas se comportan como sistemas articulados y dependientes. Igualmente, las transformaciones crean nuevas relaciones entre los sistemas abióticos, bióticos y antrópicos (Rodríguez, Jolly y Niño, 2004).

Por otra parte, Terrada (2001) sostiene que “la ciudad creada y habitada por seres vivos es una parte de la biósfera y se comporta también como un sistema disipativo, por lo tanto, la ciudad es un sistema ecológico (ecosistema) y el componente biótico o biocenosis de un ecosistema urbano es una comunidad biológica dominada por la especie humana” (p. 36).

En muchas ocasiones la estructura de la ciudad como ecosistema está definida según la distribución y las dimensiones de las edificaciones, de los espacios libres y los espacios contruidos, las zonas naturales, la red de comunicaciones, etc. Esta estructura y su evolución a lo largo del tiempo condicionarán tanto la presencia como la actividad de los organismos, así como la distribución de las poblaciones, los intercambios con las comunidades vecinas y los flujos de energía y de materiales (Falcón, 2007).



Como conclusión, el ecosistema urbano se diferencia de los naturales en que no se autorregula (Salvador, 2005). Como lo menciona la Agencia Europa de Medio Ambiente (EEA, por sus siglas en inglés), es un ecosistema dependiente (necesita explotar otros ecosistemas, los cuales en muchas ocasiones son lejanos y esto provoca importantes desequilibrios territoriales a escala planetaria), así como un sistema acumulativo que tiende a acumular los residuos tanto en el ecosistema urbano como en los adyacentes, teniendo de esta forma un ecosistema desequilibrado al que le falta un control ecológico propio. Posee una gran complejidad y dinámica, pero también debería funcionar con reglas, incluidas las de la naturaleza (EEA, 2010, 2011).

No obstante, muchos autores consideran que no es posible establecer a la ciudad como un ecosistema urbano (Higueras, 2007), principalmente por dos razones: la primera se refiere a que no posee un metabolismo de ciclo cerrado (o circular), como en los ecosistemas naturales; y segundo, no dispone de una fuente de energía inagotable (como el Sol) que garantice indefinidamente su funcionamiento, es decir, necesita de energías no renovables para su funcionamiento (Barrios, 2012; Higueras, 2009).

Sin embargo, otros autores como Sánchez (2007) explican que es posible entender a la ciudad como un ecosistema urbano desde un enfoque ecológico.<sup>5</sup> Higueras (2007) argumenta que la idea de analizar la ciudad como un ecosistema no sólo tiene interés cultural o científico, es necesario también aportar soluciones de mayor escala, propias del funcionamiento interno de la ciudad, con lo que se podrán establecer límites.

Los ecosistemas urbanos cubren actualmente cerca de un 4 % de la superficie de la Tierra (más de 471 millones de hectáreas, cuatro veces más que los ecosistemas de agua dulce). En ellos viven casi 2700 millones de personas, y se han convertido en los espacios más importantes del planeta en materia de bienestar, productividad e impacto ecológico. Para el año 2020 se estima que el mundo tendrá 20 ciudades con una población de más de 20 millones de habitantes. Las proyecciones para el 2030 es que casi 5000 millones de personas vivirán en zonas urbanas (Fondo de Población de las Naciones Unidas UNFPA, 2011).

---

<sup>5</sup> En la ciudad existe una relación o conjunto estructurado de elementos (individuos, población y comunidades jerarquizadas), sufre cambios temporales, se presentan manifestaciones espontáneas de organización, así como un intercambio de flujos de materia y energía lo que lleva a un metabolismo cuantificable (Sánchez, 2007).

---

La ciudad constituye un caso paradigmático a estudiar bajo la perspectiva de la ciencia ambiental, debido a que ha sido objeto de estudio de planificadores, arquitectos y urbanistas que no han podido dar respuesta satisfactoria al efecto ambiental que las ciudades ejercen sobre el medio, incluido el hombre (Henríquez, 2010). El problema se sitúa en la necesidad de definir la capacidad y activos ambientales en cada ciudad y determinar las limitaciones de la citada capacidad. A partir de lo anterior, se genera la posibilidad de afrontar el desafío que representa el resolver los problemas ambientales, sociales y económicos de las ciudades (Ramallo, 2014).

Por su parte, los biólogos y ecólogos no se han interesado en estudiar las áreas urbanas por considerarlas espacios poco atractivos y altamente intervenidos para una investigación desde sus ópticas (Galdini, 2005). La ecología urbana entonces integra la aproximación ecológica clásica con la ciencias físicas y sociales (Pickett, Cadenasso y Grove, 2001).

La ecología urbana, según Pickett, Cadenasso y Grove (2001), “es una ciencia interdisciplinaria que aborda lo natural y social de la ciudad, lo que a su vez constituye su principal ventaja” (p. 187). Por otra parte, Sukopp (1990) dice que “en términos simples la ecología urbana es la comprensión de las relaciones entre patrones espaciales de urbanización y procesos ecológicos que se dan en la ciudad” (p. 120).

Para Di Pace (2004) la ecología urbana “es una disciplina que estudia el ecosistema urbano y tiene entre sus objetivos el análisis de la estructura de los centros urbanos, la cuantificación de los flujos de materia y energía que interrelacionan la ciudad con su entorno y permiten su continuidad, la elaboración de indicadores ambientales y de sustentabilidad aplicados a la gestión urbana, el estudio de los impactos producidos por las distintas actividades humanas sobre el ambiente y la búsqueda de criterios multifacéticos para la gestión de las urbes” (p. 32).

En la actualidad se distinguen dos perspectivas de la ecología urbana: la ecología en la ciudad y la ecología de la ciudad. La primera se refiere al estudio de procesos ecológicos y de organismos, excluido el hombre como ente social dentro del ecosistema urbano. La ecología de la ciudad, por su parte, corresponde a un análisis integrado entre el ámbito físico y social del ecosistema urbano, la cual se plantea como agregar la suma de las partes, como por ejemplo metabolismo urbano (Grimm, Grove y Pickett, 2000).

Al igual que otros organismos, los ecosistemas urbanos tienen un metabolismo definible, el cual es lineal; los recursos fluyen por todo el sistema urbano sin mucha preocupación por su procedencia ni del destino de los desechos; se considera que los insumos y productos no tienen relación entre sí, a diferencia del metabolismo circular de la naturaleza, en la que todo lo que produce un organismo constituye también un insumo que renueva y sustenta todo el ambiente viviente. (McNeely, 1999).

En 1965 Wolman (citado por Henríquez, 2010) usó el término metabolismo urbano para cuantificar los flujos de energía y materiales dentro y fuera de una hipotética ciudad americana. A su vez, Douglas (1983) proporcionó una ecuación formal para medir el balance de energía urbana, el balance hídrico y el balance de materia, que sirven para medir el metabolismo en la ciudad. Con estos indicadores se puede desarrollar una aproximación sistémica para abordar el estudio de las áreas urbana con el objeto de ayudar a los planificadores en las decisiones de interdependencia entre sistemas urbanos y ambientales (Alberti, 1996).

El metabolismo urbano define cuánta energía y cuántos materiales entran, en qué cantidades, cómo se utilizan dentro del sistema y qué características presenta su salida. Es necesario conocer todo esto para poder elaborar una planeación urbana con los principios integradores de la ecología y sobre todo desde la visión de la sustentabilidad (Barrios, 2012).

Otra forma vinculada a la cuantificación y evaluación de la dependencia de los ecosistemas urbanos sobre ecosistemas externos corresponde al concepto de huella ecológica (Wackernagel y Ress, 1996). La huella ecológica es un indicador de índice único (integrado) y descriptivo que señala cuántas hectáreas de naturaleza se necesitan para abastecer los procesos productivos y absorber los desechos que genera una ciudad. Se calcula transformando cada impacto ambiental (consumo de energía, consumo de materiales, suelo ocupado, emisiones de CO<sub>2</sub>, etc.) en unidades de superficie (Guerrero y Guiñirgo, 2008).

Las ciudades y regiones urbanas dependen hoy para sobrevivir y crecer de un vasto y creciente *hinterland* global de territorios productivos. Los ecosistemas urbanos se apropian necesariamente de la producción ecológica y de las funciones de soporte de la vida de regiones distantes de todo el mundo a través del comercio y los ciclos bioquímicos de materia y energía (Salvador, 2005).

El área de suelo/agua requerida para mantener los flujos de materiales, energía y sus degradados requeridos por una determinada población, es la denominada huella ecológica de la población en cuestión. Su cálculo permite tener una aproximación de las necesidades de capital natural de cualquier población, en comparación al suministro disponible; esto da como resultado el poder planificar un territorio o ciudad con los paradigmas de la sustentabilidad (Salvador, 2005). La principal dificultad del método es que es necesario disponer de una gran cantidad de datos, los cuales no se encuentran a nivel local (además, al estar éstos demasiado segregados, el método pierde solidez); asimismo, representa el uso de suelo hipotético y no el real, no hace distinción entre uso de suelo sustentable y no sustentable y, de cierto modo, tiene muchos prejuicios contra el comercio y el sistema económico actual (Van der Bergh y Vergruggen, 1999).

Sin embargo, las ventajas destacan en el carácter pedagógico sobre el impacto humano a la naturaleza; constituye un buen vínculo cuantitativo entre las actividades locales e impactos globales y a nivel macro es una buena herramienta de sustentabilidad para evaluar si los países se acercan o se alejan del modelo de DS (Henríquez, 2002).

Por otro lado, Bruggmann (1992) y Tjallingii (1995) proponen considerar a la ciudad como un ecosistema y utilizar los conceptos ecológicos para comprender los problemas de la sustentabilidad urbana y buscar soluciones. La ciudad es literalmente un ecosistema físico y las técnicas de la ecología empírica pueden aplicarse análisis de las ciudades en términos de flujos de energía, nutrientes y materiales físicos, así como al estudio de sus efectos sobre otros ecosistemas físicos como el campo circundante. El análisis de cada uno de los componentes significativos de la unidad permite describir los modelos actuales de gestión con que los sistemas urbanos actúan y el grado de explotación e impacto al que los somete al entorno. Un análisis más profundo permitirá identificar las variables con una menor flexibilidad y por tanto los indicadores que podrían establecerse para hacer un seguimiento de tendencias de la unidad sistema-entorno en su proyección de futuro hacia la sustentabilidad (Tjallingii, 1995).

Como se apreció anteriormente, la implementación de los modelos descritos ayudaría a los responsables de planificar, gestionar y dictar las políticas urbanas y a comprender por qué y cómo las ciudades no responden a las expectativas deseadas por el DS. El problema

esencial es que, cuanto más complejo es un sistema, su comportamiento general depende más de las interacciones entre diferentes elementos y más difícil resulta comprender o modelar a éstos en el marco de referencia de las disciplinas tradicionales.

Una vez examinado lo anterior, se hace patente la necesidad de analizar la ciudad desde la perspectiva ecosistémica; esto dará la pauta para conocer los problemas complejos que se desarrollan en las ciudades, así como sus interacciones con los ecosistemas naturales que se encuentran emplazados o adyacentes a la ciudad; de esta forma, se establecerán nuevas estrategias que permitan que los modelos urbanos territoriales sean más compatibles con el medioambiente.

### **2.2.3. ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO**

Los ecosistemas fluviales han jugado un papel muy importante en el desarrollo de las ciudades (Kumar, Rouquette y Lerner, 2013). En los primeros asentamientos la población se establece en las cercanías de los ecosistemas fluviales, muy rara vez inmediatos al río, buscando por un lado el aprovechamiento y, por otro, seguridad frente a inundaciones (García-Tornel, 1997; Martínez y Fernández, 2004; Ureña, 2002). Es decir, por mucho tiempo se ha generado una relación de aprovechamiento-dominio entre los ecosistemas fluviales y el urbano (Zoido y Fernández, 1995). Esta relación ha sido forjada por el rápido acceso que la población tiene al abastecimiento de agua, pesca, biomasa, transporte y tierra fértil (May, 2006). Sin embargo, la relación de dominio se encamina a la transformación de la forma del cauce, reduciéndolo, aumentando su profundidad, revistiéndolo o cubriéndolo (Romero-Lankao, 2010), con el objetivo de encontrar protección contra las inundaciones, así como la consolidación de los terrenos colindantes (Martínez y Fernández, 2004; Ureña, 2002).

Por otro lado, el proceso de crecimiento urbano que han experimentado las ciudades a partir del siglo XX ha generado que los ecosistemas fluviales queden inmersos y rodeados por los ecosistemas urbanos, situación que de cierta manera ha propiciado la configuración y distribución de las ciudades (Santassusagna y Tort, 2013). Esta relación ecosistema fluvial-ecosistema urbano ha detonado un cambio en el funcionamiento natural del ecosistema fluvial, en muchos casos restringido y controlado por el metabolismo del ecosistema urbano. Este último ha estado inmerso en una dinámica de crecimiento sin planificar y falta de

responsabilidad ecológica y ambiental que ha producido una desestructuración y simplificación de los sistemas naturales enclavados en él (Romero, Piedra, Villalobos, Marín y Núñez, 2011). El ecosistema fluvial urbano no ha estado exento de estos impactos, y ha presentado una fragmentación provocada por los cambios en su estructura, perdiendo su diversidad ecológica (Brandolin, Martoli y Ávalos, 2007; Fleishman, Thomson, Mac Nally, Murphy y Fay, 2005; Polo, 2014; Silva, Ortega y Jiménez, 2008).

Durante el último medio siglo se ha tratado de generar un cambio en la relación ecosistema fluvial-ecosistema urbano poniendo en práctica el paradigma del DS. Dentro de la visión del DS, el bienestar humano es una de las metas por alcanzar. En este sentido, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) argumenta que los servicios ambientales (SA) generados por los ecosistemas, en este caso el ecosistema fluvial urbano, inciden en el bienestar humano. De este modo la EM definen a los SA como “todos aquellos beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas” (EM, 2005, p. v).

El principal SA que el ecosistema fluvial urbano genera para el bienestar humano desde la dimensión ambiental del DS es que, gracias a un ambiente húmedo, puede desarrollarse una gran diversidad de flora y fauna que permite la conexión entre hábitats realmente más externos. Los ecosistemas fluviales urbanos constituyen auténticos corredores biológicos dentro de la ciudad y son, por lo tanto, piezas fundamentales en la estructura medioambiental del territorio (Nieto y Nieto, 2007).

Por otra parte, la vegetación ribereña evita la erosión, regula la dinámica de los ríos y cumple un importante papel en la defensa contra avenidas y desbordamientos de los cauces, proporcionando un medio estable que sirve de refugio a numerosos animales (Durán, 2007). Otro de los beneficios que se le atribuyen a la vegetación tanto en las riberas de los ríos como dentro de la ciudad es la retención de los gases de efecto invernadero<sup>6</sup>: “bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorcarbonos (HFC), perfluorcarbono (PFC), clorofluorcarbonos (CFC), hidroclorofluorcarbonos (HCFC)”. Estos gases no son producidos

---

<sup>6</sup> Es el fenómeno producido por gases que permiten la entrada de la radiación solar pasando a través de la atmósfera de la Tierra, pero que previenen que la mayoría de la radiación infrarroja de la superficie de la tierra y la baja atmósfera escape hacia el espacio, lo que ha producido cambios climáticos globales (Sarmiento y Gruber, 2002 citado en Peña, 2011, p. 72).

de manera natural, sino que son emitidos a la atmósfera generados por las actividades humanas desarrolladas principalmente en el ecosistema urbano (Peña, 2011).

Para complementar lo anterior, según Brandle (1992, citado por Peña 2011), si se plantaran 500 millones de árboles en las zonas ribereñas de los ríos, en donde gracias a la existencia de humedad y nutrientes la vegetación crece rápidamente, podrían ser removidos 110 millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub>, contribuyendo de esta forma a la reducción de los gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global.

Asimismo, desde la perspectiva ambiental, el ruido, aunque menos alarmante que la contaminación atmosférica, provoca molestias e incluso patologías cuando supera un nivel de decibeles (dB) determinado. Las masas vegetales, siempre que cuenten con el espesor suficiente, funcionan como pantallas acústicas que aíslan determinados espacios. La atenuación puede variar desde 1.5 dB a 30 dB por cada 100 metros dependiendo del tipo de vegetación (Falcón, 2007).

Por otra parte, la flora y fauna de los ecosistemas fluviales ayudan a descomponer los desechos y producen abundante agua limpia; los caudales periódicos moldean el torrente fluvial y redistribuyen el sedimento, creando un hábitat esencial para peces y otras formas de vida ribereña (Postel y Richter, 2010). La biodiversidad tiene dos papeles principales en la autorregulación del ecosistema a gran escala. La primera proporciona las unidades mediante las cuales fluyen la energía y los materiales, otorgándole al sistema sus propiedades funcionales; la segunda proporciona al ecosistema la resiliencia para responder a eventos inesperados (Holling *et al.*, 1995).

Los ecosistemas fluviales son agentes reguladores del clima, en específico de la temperatura, que reducen localmente mediante la transpiración de la vegetación ribereña o por la evaporación directa del agua del cauce del río. Los ecosistemas fluviales, por medio de la vegetación y el agua, equilibran los valores de temperatura y de humedad y colaboran, por lo tanto, en la neutralización de este efecto. La diferencia térmica entre espacios con vegetación y sin ella puede variar de 2 °C a 4 °C (Falcón, 2007).

Por lo tanto, en la ciudad, considerada como un ecosistema, la interacción del clima o microclima urbano y el sistema de vegetación es marcada y clara. Desde los tiempos antiguos de conocimiento pretecnológico, la propia elección del emplazamiento de la ciudad,

la orientación de las casas, la distribución interior y los espacios libres se hizo con un sentido de eficiencia microclimática, de acuerdo con las condiciones exteriores y las inclemencias estacionales. Para ello se recurría a la vegetación, tanto por razones de aprovechamiento alimenticio y de mejora ambiental como oír otras de índole mágica y simbólico-religiosa (Salvador, 2005).

Por otra parte, el clima es determinante para la cantidad y la regularidad de las precipitaciones con las que se nutre el caudal de los ríos y el drenaje natural del suelo ayuda a surtir las reservas de los acuíferos (Hough, 1998). Las reservas subterráneas de agua y la fluctuación del nivel freático son también datos importantes que en una ciudad se deben tomar en cuenta, debido a que estos dos componentes son muy frágiles y pueden verse afectados por la escases del líquido vital como consecuencia de la sobreexplotación o a la contaminación, ya sea por sustancias tóxicas o abonos solubles (Salvador, 2005).

Otro aspecto importante de los ecosistemas fluviales es que contienen un recurso fundamental para la ciudad y otros ecosistemas: el agua, probablemente de la misma importancia que la energía y tan vulnerable como ésta cuando se cierne la amenaza de escasez inducida a últimas fechas por la sobreexplotación y el calentamiento global. La vida en las ciudades tiene un funcionamiento y unas necesidades higiénicas indiscutibles. El agua en muchos casos significa salud, bienestar y riqueza, debido a que es un elemento imprescindible en los procesos agrícolas, industriales, comerciales y domésticos (Salvador, 2005).

Una de las prácticas que se están desarrollando en muchas ciudades del mundo para la recuperación, conservación y aprovechamiento de los ecosistemas fluviales, es la planeación de corredores verdes, concepto que surge a finales del siglo XX, procedente del ámbito ecológico (Falcón, 2007). Los corredores verdes son un modelo flexible multi-propósito que incluye los aspectos ecológicos, recreativos, culturales y estéticos (Ahern, 2004). Su naturaleza estratégica tiene el objetivo de crear situaciones donde el uso de la tierra debe ser espacialmente eficiente y de múltiples usos para la planificación del paisaje y la protección de los recursos (Jongman y Pungetti, 2004; Searns, 1995).

Por otro lado, uno de los principales SA que el ecosistema fluvial urbano genera para el bienestar humano desde la dimensión económica del DS es la pesca fluvial, una fuente de



recursos económicos de primer orden en muchas ciudades del mundo. Además, el paisaje fluvial y la pesca deportiva son considerados atractivos turísticos y proporcionan relevantes ingresos económicos a la población (Sabater y Elozegi, 2009). Por otra parte, con las modificaciones realizadas a los ecosistemas fluviales se han obtenido recompensas económicas sustanciales, por ejemplo, la generación de energía hidroeléctrica, la expansión de la agricultura de irrigación y el incremento del comercio a lo largo de las rutas de navegación por estos ecosistemas (Postel y Richter, 2010).

Otro sector que se ha beneficiado económicamente es el de los desarrolladores inmobiliarios, debido a una nueva tendencia extendida por el mundo como son los proyectos de recuperación de ríos urbanos, los cuales, con la recuperación de superficies que se encontraban ocupadas por viejas instalaciones portuarias o fabriles, o por zonas de vivienda precaria o áreas abandonadas en las márgenes de los ríos, se ha liberado terreno para la inversión a través de centros comerciales, hoteles, vivienda y espacios para la recreación de la población, haciendo de estas zonas un espacio atractivo y rentable (Perló, 2009).

En este mismo sentido, los ciudadanos valoran positivamente las zonas verdes: el sentimiento del paisaje natural introduce un valor añadido real en la plusvalía, lo cual se ha comprobado por el precio de las propiedades en áreas cercanas a estos sitios. Este valor añadido es difícil de cuantificar, aunque se han realizado algunos intentos, como es el caso de una encuesta realizada en Manchester (Connecticut, EE.UU.), que dio como resultado que el valor de las propiedades en las áreas con una buena cobertura de árboles aumenta en un 6 % con respecto a zonas similares que carecían de arbolado viario. Además, un estudio de la US Forest resumía el aumento del valor de las propiedades cercanas a las zonas verdes de ciertas dimensiones entre un 7 a 15% (Falcón, 2007; Nowak, Dwyer y Childs, 1998).

Al respecto, cabe señalar que la valorización de ecosistemas sigue siendo un tema y área de competencia relativamente nueva, pues la mayor parte de los instrumentos y conceptos básicos que permiten valorar los bienes y servicios de los ecosistemas se han elaborado en la última década. En el caso de los ecosistemas fluviales, existen pocas agencias hídricas con la capacidad técnica o de recursos humanos para emprender estudios de valoración. Muchos de los instrumentos que se utilizan para ello se han desarrollado y

utilizado en Europa y EE.UU., y siguen encontrándose en gran parte a nivel académico y teórico más que práctico (Emerton y Bos, 2004).

Uno de estos estudios fue el que realizó el economista Robert Costanza junto con un equipo de ecólogos y economistas a mediados de la década de los noventa, intentando encontrar el valor económico de los ecosistemas. Como resultado, estimaron que los humedales de río y las planicies de inundación rendían beneficios anuales de casi 20 000 dólares por hectárea, valor que ocupa el segundo lugar entre los 16 biomas estudiados, precedido solamente por el valor de los estuarios (Costanza *et al.*, 1997; Postel y Richter, 2010).

Como reflexión a lo anterior, se puede mencionar que los ecosistemas pueden generar un gran beneficio económico cuando se aplican estimaciones de valor a los servicios ecosistémicos, sobre todo al momento de calcular los costos y beneficios de proyectos. Estas estimaciones de valor deben ser un conocimiento indispensable para la toma de decisiones, como por ejemplo una planicie de inundación debe considerarse no solamente una tierra que no se usa y está lista para el desarrollo, sino como un bien de capital con un valor de varios miles de dólares por hectárea al año, como lo calcularon Costanza *et al.* (1997).

En cuanto a los SA que el ecosistema fluvial urbano genera para el bienestar humano desde la dimensión social del DS, pueden mencionarse los espacios para la recreación, que generan la oportunidad de satisfacer necesidades de carácter no material a través del esparcimiento y el encuentro colectivo al aire libre (Ahern, 2004; Fábos, 2004), así como la expresión de valores culturales de la sociedad manifiesta en la percepción que los ciudadanos tienen de la naturaleza y la estética, resultado de las actividades humanas y de su historia sobre el ecosistema fluvial (Hoyuela, 2009).

En este sentido, el agua y la vegetación son elementos importantes sobre todo en el área sensorial y del disfrute de la población: el agua con movimiento a través de sus turbulencias, su caudal o cascadas, genera efectos estéticos y relajantes (Salvador, 2005), mientras que la vegetación aporta beneficios psicológicos relevantes, por ejemplo, los árboles y las zonas verdes ejercen una influencia sedante en las personas, actuando como pantalla y permitiendo un aislamiento visual del tráfico rodado y del paisaje urbano, lo cual contribuye a la sensación de bienestar del usuario (Falcón, 2007).

Como se puede apreciar en la exposición anterior, los ecosistemas tienen un gran potencial ambiental, económico y social. Si se usan responsablemente, existe la posibilidad del aprovechamiento de los SA que generan; sin embargo, para lograrlo será necesaria una planificación en conjunto con las esferas políticas, sociales, académicas y científicas a partir de la visión de la sustentabilidad. Por lo tanto, la relación entre ecosistemas tanto fluviales como urbanos debe ofrecer la oportunidad de convivencia, disfrute, protección y aprovechamiento. Se trata de considerar los espacios fluviales articulando procedimientos para la integración de esas áreas en las ciudades, con criterios y actuaciones que garanticen el mantenimiento de los procesos fluviales naturales en convivencia armónica y sustentable con la realidad vital de la ciudad. Para ello, es totalmente necesario el conocimiento del medio hídrico, la calidad del ecosistema fluvial y la valoración social del ecosistema, los cuales deben ser tomados en cuenta dentro de la planificación urbana para evitar impactos negativos y pérdida de la biodiversidad dentro de la ciudad, así como favorecer aquellas medidas que le permitan a ésta establecer las directrices para alcanzar la visión del DS. Es en este sentido que el paisaje juega un papel importante para poder alcanzar esta meta; por tal motivo, a continuación se desarrollará este concepto.

### **2.3. PAISAJE**

El concepto de paisaje ha sido estudiado a lo largo de los años por distintas disciplinas, como la geografía, la ecología, la arquitectura, la sociología, etc. Así, dependiendo de la disciplina, existen maneras de abordarlo, es decir, que el paisaje puede ser estudiado desde un enfoque físico, ecológico, visual, estético, etc., y la pauta de enfoque del paisaje la marcan los objetivos del estudio que se pretenda realizar.

En este apartado se analiza un compendio de diferentes conceptos utilizados para definir el paisaje. En su origen etimológico, el término paisaje proviene del vocablo *país*, que en su raíz latina *pagus* significa “tierra” (Giro, 2000; Naselli, 1990). Según Bolos (1992), el concepto de paisaje se originó en la Europa medieval y desde entonces su significado se ha ido modificando hasta constituir un concepto multidimensional. Por ejemplo, para los alemanes *Landschaft* significa una pequeña unidad territorial administrativa y para los norteamericanos *Landscape* tiende a asociarse con la idea de un escenario natural, mientras

que para los ingleses la misma palabra se refiere tanto al escenario como a las actuaciones humanas (Jackson, 1986).

Según el diccionario de la Real Academia Española (2001), el paisaje es considerado comúnmente como “una porción de terreno, visto en su aspecto artístico”. En este mismo sentido, Gregory (2000) define el paisaje como “una porción de tierra o territorio que puede ser comprendida en una sola mirada, incluyendo todos los objetos, especialmente en su aspecto pictórico” (p. 431).

En las definiciones anteriores el término paisaje hace referencia a la percepción estética del espacio, es decir, se alude al aspecto artístico. Por otro lado, en la geografía el paisaje es “el aspecto visible y perceptible del espacio, producto de la interrelación de los elementos naturales entre sí y entre las sociedades humanas” (Vargas, 2006, p. 45); mientras que desde la ingeniería el paisaje se considera como elemento del medio físico que interviene en la determinación de la capacidad del territorio para el desarrollo de las actividades humanas consideradas en la ordenación territorial (Ramos, 1979).

Para Laurie (1983) “...el suelo es el factor determinante en el paisaje, ya que se convierte en paisaje cuando se describe en términos referidos a sus peculiaridades fisiográficas y ambientales. El paisaje cambia al tenor de estas peculiaridades y de la influencia histórica del hombre. Así, se tiene que el paisaje es un reflejo de los sistemas climáticos, naturales y sociales” (p. 25). Por su parte, Santos (1991) concibe al paisaje como “un conjunto heterogéneo de formas naturales y artificiales; está formado por fracciones de ambas” (p. 65).

En las definiciones anteriores se considera al paisaje como un conjunto de elementos interrelacionados y modificados por diferentes factores que conforman una estructura sistémica, y en donde el paisaje se transforma en un recurso territorial.

Por su parte, Carl Troll (2003) afirma que el paisaje “es una parte de la superficie terrestre con una unidad de espacio que, por su imagen exterior y por la actuación conjunta de sus fenómenos, al igual que las relaciones de posiciones interiores y exteriores, tiene un carácter específico, y que se distingue de otro por fronteras naturales” (p.72). Santos (2003) argumenta que el paisaje “...nunca deja de ser el resultado de una combinación, dinámica y en evolución, de elementos y factores naturales (físicos, químicos y biológicos) y antrópicos

(sociales, económicos y culturales) que se interrelacionan dando lugar a un espacio determinado” (p. 42).

El paisaje es primariamente una entidad espacial, es decir, está contenido en una realidad física. Su dimensión espacio-temporal se manifiesta en distintas esferas: abiótica, biótica y artificial. Los componentes abióticos de la geosfera (roca, suelo, agua, etc.) constituyen el sustrato para el componente biótico, la biosfera (flora, fauna, seres humanos), a los que se agregan los instrumentos para modificar su entorno (Toledo, 2006). En estas definiciones se aprecia la escala tanto temporal como espacial del paisaje, en donde se retoman las características y los límites espaciales para su estudio.

Por otra parte, el paisaje se muestra como un recurso espacial dinámico y en constante cambio que ha sido valorizado y sometido a procesos antrópicos a lo largo del tiempo, por lo que ha sido un elemento fundamental a través del cual se ha acercado a la comprensión de la realidad en que viven los seres humanos. A partir de esta premisa, el paisaje se concibe como un producto social que resulta de la transformación que la sociedad imprime sobre la naturaleza (Nogué, 2007).

Para De las Rivas (2006) el paisaje debe ser entendido como “una realidad dinámica, un espacio vivo en transformación, en tensión, pero también capaz de ofrecer fundamentos culturales y científicos que generan una identidad local y regional y es fuente de valores” (pp. 17-18). La concepción del paisaje en los conceptos antes mencionados está enfocada a los aspectos psicosocial y cultural percibidos por los sujetos, aludiendo a las reacciones y la emotividad que despierta el paisaje en los mismos.

Por otro lado, existen definiciones en relación con el medioambiente, en concreto desde el punto de vista ecológico. Para Bertrand (1975), el paisaje es “un mediato entre naturaleza y sociedad. Tiene como base una porción de espacio material que existe en tanto que su estructura y sistema ecológico, independiente de la percepción” (p. 45). En este mismo sentido, Forman y Godron (1986) definen el paisaje como “una porción de territorio heterogéneo compuesto por conjuntos de ecosistemas que interaccionan y se repiten de forma similar en el espacio” (p. 11).

El paisaje “es un nivel de organización de los sistemas ecológicos superior al ecosistema, que se caracteriza esencialmente por su heterogeneidad y por su dinámica,

controlada en gran parte por las actividades humanas y existe independientemente de la percepción” (Burel y Baudry, 2002, p. 43). Por otro lado, Escribano, De Frutos, Iglesias, Mataix y Torrecilla (1987) argumentan que “la palabra paisaje puede emplearse como término ecológico o geográfico, cuando se alude al estudio de los sistemas naturales que lo configuran” (p. 7).

Como se ha podido apreciar, el paisaje es un concepto que divaga o se matiza bajo las diferentes circunstancias al que es expuesto. Por este motivo, para muchos autores es un término no agotado, que no ha sido definido claramente, ni delimitado en el espacio (Escribano, De Frutos, Iglesias, Mataix y Torrecilla, 1987). Por otro lado, también puede entenderse como la percepción del medio geográfico (Santos, 2003); en este sentido el medio se hace paisaje cuando alguien lo percibe, pues sin percepción no hay paisaje (Briseño, 2009). Por lo tanto, para efectos de esta investigación y delimitando el objeto de estudio, se enfocará al concepto de paisaje desde el aspecto visual.

Según *Escribano et al.* (1987), la visión es el sentido más desarrollado en el ser humano. A través de la vista recibimos el 83% de las impresiones del mundo que nos rodea, quedando el 12% para el oído, 3.5% para el olfato y 1.5% para el tacto. En este sentido, Arias (2003) argumenta que “al situarse al hombre ante su entorno, a través de sus recursos intelectuales y perceptivos, se produce en él una respuesta que se llama paisaje, el cual es el resultado global donde el hombre procesa los estímulos de su entorno” (p. 89). En este mismo sentido, Villarino (1985) precisa que “el paisaje es una fuente de delimitación que viene determinada por el territorio que rodea y es apreciable por el observador cuando se sitúa en un punto del mismo o se mueve por él” (p. 482).

Es en este tenor en donde la percepción forma parte del concepto de paisaje, definido por el Convenio Europeo del Paisaje (CEP), como “cualquier parte del territorio tal y como la perciba la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos” (Consejo de Europa, 2000, p. 2). Como se puede apreciar, el paisaje desde el enfoque visual centra su importancia en la percepción a través del observador u observadores.

Entonces, la percepción se organiza como sistema, el cual establece una relación de las partes con el todo y de las partes entre sí de acuerdo a esquemas o conceptos y está

condicionada por la naturaleza humana, sus valores, objetivos, expectativas y la capacidad sensitiva propia del observador (Briseño y Gil, 2005). Por otra parte, la diferenciación entre paisajes está determinada por los componentes y las características visuales de este último.

Los componentes del paisaje pueden agruparse en tres categorías: abióticos, bióticos y antrópicos. Los componentes abióticos están conformados por el relieve (geomorfología), la litología (tipo de rocas y suelo), la hidrología, el clima, etc. Para Villarino (1985) el relieve ejerce una fuerte influencia sobre la percepción del paisaje, “es el componente que constituye la base sobre la que se asientan y desarrollan los demás componentes y condiciona la mayoría de los procesos que tiene lugar en él” (p. 486).

La hidrografía tiene una importancia considerable por ser un elemento de contraste y diversidad visualmente muy destacado (Ocaña, Gómez y Blanco, 2004). En especial el agua es un elemento llamativo que suele atraer la mirada del observador; la calidad, localización, estado físico y abundancia o escasez del agua son esenciales para valorar un paisaje (De la Fuente, 2002).

Por otra parte, los componentes bióticos están conformados por la vegetación y la fauna. En especial, la vegetación suele ser un componente dominante del paisaje a través su estructura, naturalidad y densidad. Las coberturas vegetales, por sus características visuales, son determinantes en la impresión visual del conjunto (Ocaña *et al.*, 2004).

Por último, los componentes antrópicos los conforman las actuaciones humanas que modifican el paisaje: ganadería y agricultura, obras públicas, industria, minería, urbanización y edificaciones, actividades turísticas y recreativas, etc. Particularmente las edificaciones generan un gran contraste dentro del paisaje (Ocaña *et al.*, 2004).

Por otra parte, las características del paisaje desde la estructura visual son el color, la forma, la línea, la textura, la escala y el carácter espacial (Smardon, 1979), los cuales inciden en términos de contraste y dominancia visual o importancia relativa de las características visuales.

Para esta investigación se retomará como concepto de paisaje el elaborado por la Convención Internacional del Paisaje (ILC, por sus siglas en inglés), en donde se afirma que es “...un espacio/tiempo resultado de factores naturales y humanos, tangibles e intangibles,

que al ser percibido y modelado por la gente, refleja la diversidad de las culturas” (LALI, 2012, p. 9).

Con lo anterior se puede concluir que el paisaje visual está integrado por un componente subjetivo, el cual es representado por la percepción que tienen los observadores del paisaje, pero es posible abordar la descripción del paisaje en términos objetivos si se entiende a éste como la expresión espacial y visual del medio (Escribano *et al.*, 1987).

En síntesis, el paisaje es un sistema compuesto por elementos abióticos, bióticos y antrópicos que se constituyen en un ámbito físico, en donde la percepción funge como catalizadora del sistema y el observador establece una relación de las partes con el todo. Los múltiples debates en torno a concepto de paisaje, que se sitúan entre ciencias naturales y humanas, han puesto en evidencia que ninguna disciplina científica en solitario puede englobar significados tan diferentes en una sola palabra y ofrecer una definición globalizada del término. Como se aprecia anteriormente, la percepción es pieza fundamental en el paisaje, por lo que a continuación se desarrollará este concepto.

### **2.3.1. PERCEPCIÓN**

La percepción se ha estudiado como un proceso en el cual el sujeto se relaciona con su medio; así, al percibir, el individuo interpreta, discrimina e identifica objetos que son experimentados como existentes en el ambiente (Howard, 1978).

Una de las principales disciplinas que se ha encargado del estudio de la percepción ha sido la psicología. En términos generales, este campo disciplinario la definió como el proceso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, en el que intervienen otros procesos psíquicos, entre los que se encuentran el aprendizaje, la memoria y la simbolización (Vargas, 1994).

Por otra parte para Hodgetts y Altman (1989) la percepción se puede entender como “la manera en que los estímulos se relacionan y se agrupan a fin de que sean significativos para la persona” (p. 43). Siguiendo con lo anterior, Holohan (2003) argumenta que la percepción “es un proceso activo, no pasivo, de conocer el ambiente físico inmediato a través de los sentidos y de esta forma se puede obtener información básica que determina las ideas que el individuo se forma del ambiente, así como sus actitudes hacia él” (p. 44). De esta



forma, las percepciones que experimenta el hombre mediante estímulos exteriores de sus sentidos son a menudo seguidas por —o relacionadas con— parte de significados y parte de emociones (Hesselgren, 1972). Así, la percepción puede ser expuesta a valoraciones estéticas, así como a los significados y las emociones relacionados con ella (Holahan, 2004).

La capacidad de percepción es, sin duda, el eje de todas las relaciones que el hombre establece con el entorno. Toda información recibida por los sentidos sirve únicamente de referencia primaria para cristalizar sobre ella un complejo proceso perceptivo (Arias, 2003). En el proceso están involucrados mecanismos vivenciales que implican tanto al ámbito consiente como al inconsciente de la psique humana, es decir, es un proceso construido involuntariamente en el que interviene la selección de preferencias, prioridades y diferencias cualitativas y cuantitativas del individuo acerca de lo que percibe (Vargas, 1994).

A pesar de las diferentes definiciones existentes, en todas ellas se encuentra una referencia a la interpretación de la realidad por parte de los individuos. Estas percepciones se conciben como realidades verdaderas pero diferentes para cada uno de los individuos que las experimentan (Zapata, 2001). De esta manera, la percepción pone de manifiesto el orden y la significación que la sociedad asigna al ambiente.

Algunos autores como Santoro (1980) han dicho que la percepción clasifica la realidad a través de códigos o estructuras significantes, es decir, se clasifican las experiencias sensoriales y se organiza el entorno percibido. La manera de clasificar lo percibido es moldeada por circunstancias sociales. La cultura de pertenencia, el grupo en el que se está inserto en la sociedad y la clase social a la que se pertenece influyen en las formas en cómo se concibe la realidad, las cuales son aprendidas y reproducidas por los individuos (Vargas, 1994).

Los trabajos realizados por la psicología experimental han demostrado cómo está constituido el mundo de las percepciones en sus características principales y eso ha permitido comprender que la percepción es relativa a cada individuo o grupo social (Hesselgren, 1972). Por lo anterior, con el fin de conocer el proceso de la percepción, se han desarrollado varias teorías (Howard, 1978).

Como parte de esta investigación está enfocada hacia la percepción del paisaje, es conveniente mencionar la teoría llamada Gestalt, que asume una cierta prefiguración de los

mecanismos de percepción del ser humano, que entienden al individuo como un ser dotado de una cierta capacidad previa de entendimiento del entorno, y los planteamientos cognitivos, es decir, de aquellos otros que atribuyen a un proceso abierto y continuo de conformación de los mecanismos de percepción mediante la experiencia y el aprendizaje (Arias, 2003; Canter, 1987; Hesselgren, 1972; Holahan, 2004; Howard, 1978).

No obstante, la crítica hacia la teoría Gestalt es que tiende a considerar la organización como inherente al proceso mismo de la percepción y a minimizar la organización como el desempeño de roles aprendidos en el pasado y los procesos intelectuales de orden superior (Arias, 2003; Holahan, 2004).

Como se puede observar, la psicología constata experimentalmente que existe una aportación propia del individuo que, si bien es subjetiva, también es en gran medida generalizable y, por lo tanto, sistematizable. Existen ejemplos experimentales que demuestran que en este proceso de interpretación de los estímulos sensoriales del entorno participan aportaciones del observador, que se anticipan al propio proceso de la experiencia del paisaje, pero que se pueden trasladar al entendimiento de la percepción del ambiente y específicamente del paisaje (Español y Cruz, 2009).

En este sentido, la percepción del ambiente requiere que el hombre interprete los componentes físico y social del campo del estímulo. Las propiedades físicas e interpersonales del ambiente están distribuidas en el espacio y el espacio ambiental es modelado por la configuración de estas propiedades, de esta manera los sistemas personales de significado espacial pueden aprovecharse para sondear lo que el individuo percibe del ambiente (Beck, 1983).

Rapoport (1978) argumenta que con base en “el medio percibido, las diferentes actitudes evaluativas ante lo percibido, la propensión de las personas a definir y usar simbólicamente su ambiente, etc., se crea un modelo de cómo el ambiente percibido podría ser imaginario a partir de estímulos exteriores percibidos” (p. 52). La forma en que se percibe el ambiente determina las actitudes y la conducta, de esta forma la interacción con el ambiente proporciona al individuo una gran variedad de señales sensoriales o de retroalimentación (visuales, auditivas y táctiles) acerca de la naturaleza del ambiente. Por lo tanto, la percepción

del ambiente proporciona las bases para conocer el mundo que habitamos y este conocimiento es indispensable para adaptarnos a él (Holahan, 2004).

Siguiendo esta línea, Hall (2009) comenta que es necesario tener muy en cuenta la importancia de los receptores<sup>7</sup> en la construcción de los muchos y diferentes mundos perceptuales en los que viven los sujetos y cómo la información recibida de ellos es modificada a través del bagaje cultural de los sujetos. De esta forma, al situarse el hombre en su entorno a través de sus recursos intelectuales y perceptivos, se produce en él una respuesta que se llama paisaje y éste es el resultado global en el que se procesan los estímulos de su entorno (Arias, 2003). La experiencia del paisaje es estética. Las estructuras territoriales y los procesos que conforman el paisaje se manifiestan ante el observador a través del entendimiento que le proporcionan sus sentidos (Español y Cruz, 2009).

Breton y Trujillo (2009) afirman que “el paisaje nace de la mirada sobre un espacio de territorio, de esta manera la noción de paisaje es sumamente subjetiva y depende de cada observador (que puede estar más o menos influido por las visiones dominantes de la sociedad)” (p. 113). De esta forma, existen varias lecturas, varios contenidos semánticos, es decir, un concepto muy complejo.

Como puede observarse, resulta difícil definir qué es un paisaje, porque siempre depende de una serie de sensaciones y percepciones personales vinculadas con los gustos y los valores. Existen incluso estudios que han intentado relacionar los modos de percepción con los tipos de personalidad (Jaquenod, 2004). De esta forma la adjudicación de un valor al paisaje tiene una connotación espacial, temporal, social, cultural, histórica y ecológica, a la vez que está determinada por la naturaleza de quien observa, sus capacidades, conocimientos, educación, experiencias pasadas, nivel socioeconómico, edad, sexo, etc. (Briseño, 2009). Por lo tanto, el paisaje nace desde la percepción humana subjetiva y cada paisaje vuelve a ser creado, es decir, se recrea por cada espectador, siendo diferente según las sensaciones recibidas.

---

<sup>7</sup> El autor divide los receptores en dos categorías: los receptores de distancia, relacionados con los objetos distantes en donde los aspectos sensoriales como la vista, la audición y el olfato juegan los papeles primordiales; y los receptores de inmediación, que son empleados para examinar lo que está contiguo, en este caso examinado por el tacto, como la piel, las mucosas y los músculos (Hall, 2009).

Rapoport (1978) generó un esquema en donde explicó cómo a través de filtros el individuo va creando un mundo percibido a partir de un mundo real. Este modelo se estructura a través de los elementos mediatizantes. El mundo percibido se consigue por medio de filtros —primero el cultural y posteriormente el personal—, los cuales actúan en cualquier situación gracias a poder encarnar valores y a simplificar la visión del mundo —eliminando lo irrelevante en cada caso— y representando las expectativas. De esta forma, el paisaje queda sujeto a la doble determinación de su apariencia cambiante y de la capacidad e interés subjetivo de quien lo contempla. A través de un paisaje se recibe importante y variada información sobre vegetación, relieve, agua, formas, distribución etc., y el conjunto final que se percibe es relativo a cada persona (Jaquenod, 2004).

Gómez (2002) afirma que “el paisaje es una expresión externa polisensorialmente perceptible del medio y éste se hace paisaje cuando alguien lo percibe. Esta percepción se produce de una vez sobre el conjunto «compositum» del sistema ambiental, es subjetiva, variable, por lo tanto, en razón del tipo de receptor, y se adquiere a través de todos los órganos de percepción, directos e indirectos, que operan en el observador, como son vista, oído, olfato, tacto, etc.” (p. 56).

Además, el paisaje refleja el bagaje cultural del sujeto que lo percibe. De esta manera, si la manifestación externa —visual, olfativa, táctil— es una experiencia sensorial directa, el significado del objeto percibido para el sujeto depende de las coordenadas culturales de éste y del archivo histórico almacenado tanto en los paisajes antropizados como en los naturales (Gómez, 2002). Así, la percepción ofrece la materia prima sobre la cual se conforma la evidencia, de acuerdo con las estructuras significantes<sup>8</sup> que se expresan como formulaciones culturales que aluden de modo general a una característica o a un conjunto de características y con ellas se identifican los componentes cualitativos del lugar generado a través del significado (Vargas, 1994).

---

<sup>8</sup>Las estructuras significantes se presentan organizadas en forma de sistemas con los que evalúa lo percibido, estos sistemas son referentes empíricos que designan rangos cualitativos mediante los cuales se identifica la experiencia sensorial y es a través de ellos que el receptor se apropia de las porciones de realidad ubicándolas dentro de una gama específica de posibilidades aprendidas, integradas y reconocidas socialmente. Es decir son el punto de referencia desde el cual se organizan socialmente los elementos del entorno, al mismo tiempo, ofrecen el marco de referencia sobre el que se organizan las subsecuentes percepciones (Vargas, 1994).

Busquets (2009) argumenta que las atribuciones del significado a los elementos en un lugar, un espacio o un paisaje no pueden basarse en la existencia de un código convencional (compartido y aceptado por toda la comunidad), es decir, que cada individuo tiene su propio código, en muchas ocasiones denominado lectura del paisaje.

De esta forma, el significado de lugar puede aparecer expresado como conceptos colectivos en forma de sistemas de categorías, por ejemplo, las formas, los tamaños, los colores, las cantidades, las texturas etc. Pero para comparar las experiencias no se queda únicamente en el ámbito de las características físicas, sino que incluye también las formulaciones de categorías elaboradas sobre otros niveles de cualificación de la vivencia en diferentes planos de concepción, que son elaboraciones de un nivel diferente al de la percepción, por ejemplo, el plano de la estética, la moral, la religión, la política, etc., a los que corresponden categorías como la belleza, lo bueno, lo normal, los roles, entre muchos más (Vargas, 1994).

El paisaje está lleno de significados y por lo tanto posee un alto potencial de simbolismo. Vale la pena preguntarse sobre el valor simbólico del paisaje, sobre los significados a él asignados y en él percibidos (Aponte, 2003). Aunque todos los esfuerzos cognitivos son esfuerzos en busca de significado, estos dependen más de la cultura porque para leerlos es preciso saber las asociaciones simbólicas correspondientes (Rapoport, 1978).

De este modo, en líneas generales, el tema del simbolismo del espacio puede contemplarse desde dos grandes perspectivas. La primera considera el aspecto simbólico como una propiedad del espacio. Es decir, este significado puede derivarse de las características físico-estructurales, de la funcionalidad ligada a las prácticas sociales que se desarrollan en él o bien ser fruto de las interacciones que, a nivel simbólico, se dan entre los sujetos que ocupan o utilizan ese espacio o lugar (Valera, 1996).

Dentro de esta perspectiva se pueden encontrar trabajos como los de Lynch (2001), quien argumenta que toda imagen ambiental consta de tres elementos: identidad, estructura y significado; o Gibson (1979), que menciona que el significado es un aspecto indisociable de los patrones ambientales de estimulación que percibe un individuo, de manera que éste orienta sus actos hacia los objetos de su mundo en función de lo que éstos significan para él.

La segunda perspectiva desde la cual puede contemplarse el tema del simbolismo del lugar, considera que hay determinados espacios o entornos que tienen la capacidad de aglutinar determinados significados en su seno, que en general se definen como un significado social, es decir, que son reconocidos y compartidos por un amplio número de individuos, y en la medida en que un espacio físico represente un significado o conjunto de significados determinados socialmente (Valera, 1996). En esta perspectiva se pueden nombrar trabajos como los de Proshansky, Fabian y Kaminoff (1983), que establecen que el significado del lugar toma relevancia cuando ciertos entornos pueden tener en su configuración elementos como la identidad espacial del *self* o *place-identity*. También dentro de esta perspectiva se encuentra Canter (1987), quien argumenta que los espacios de una determinada área urbana pueden ser ordenados jerárquicamente con base en su carga simbólica.

Estas dos perspectivas, sin embargo, no han de ser consideradas excluyentes. Al contrario, pueden ser integradas y complementadas mutuamente. Así es compatible considerar que todo espacio urbano está dotado de un determinado significado, sea personal o social, y constatar a su vez que determinados espacios urbanos ostentan un valor simbólico mayor que otros por el hecho de que el significado subyacente es más ampliamente reconocido o conlleva una más alta implicación emocional o afectiva para la comunidad de referencia (Valera, 1996).

El espacio deviene una expresión de la identidad, lo que induce al interés por la relación entre éste y los procesos, más generales, de identidad social (Pol, 1996). Este proceso se relaciona con los procesos de apropiación del espacio y de apego al lugar, definidos como procesos dinámicos de interacción conductual y simbólica de las personas con su medio físico, por lo que un espacio deviene lugar, se carga de significado y es percibido como propio por la persona o el grupo, integrándose como elemento representativo de identidad (Vidal y Pol, 2005).

La conceptualización de la apropiación según Pol (1996) es resumida en dos vías: la acción-transformación y la identificación simbólica. La primera se refiere a la territorialidad y el espacio personal, es decir, la apropiación se considera un concepto subsidiario de la

territorialidad, mientras que la identificación simbólica se vincula con procesos afectivos, cognitivos e interactivos.

A través de la acción sobre el entorno, las personas, los grupos y las colectividades transforman el espacio, dejando en él su huella, es decir, señales y marcas cargadas simbólicamente. Mediante la acción, la persona incorpora el entorno en sus procesos cognitivos y afectivos de manera activa y actualizada. Las acciones dotan al espacio de significado individual y social a través de los procesos de interacción (Pol, 1996), mientras que por medio de la identificación simbólica la persona y/o el grupo se reconocen en el entorno y se atribuyen las cualidades del mismo como definitorias de su identidad (Valera y Pol, 1997). La apropiación del espacio es una forma de entender la generación de los vínculos con los lugares, lo que facilita un comportamiento ecológicamente responsable y la implicación y la participación en el propio entorno (Pol, 2002).

Todo lo antes mencionado supone que el entorno apropiado deviene y desarrolla un papel fundamental en los procesos cognitivos (conocimiento, categorización, orientación, etc.), afectivos (atracción del lugar, autoestima, etc.), de identidad y relacionales (implicación y corresponsabilidad). Es decir, el entorno explica dimensiones del comportamiento más allá de lo que es meramente funcional.

El ser humano es, en general, un perceptor del paisaje, es decir, un receptor de los múltiples estímulos provenientes del lugar que habita. Estos estímulos también impactan en las preferencias paisajísticas. El estudio de estas últimas se inició con la planificación física (García, González y Sancho, 1974; González, Royo y García, 1973; Sancho, 1974) y el término involucra elementos como los valores estéticos, emocionales, sentimentales y éticos, los cuales se ponen de manifiesto por una determinada intervención en el entorno (Ormaetxea y De Lucio, 1992).

La relación entre las características informativas del paisaje y las preferencias paisajísticas puede fundamentarse en la teoría de la adaptación afectiva al entorno (González, 1985). Los fundamentos de las preferencias por el paisaje se encuentran en el carácter innato o adaptativo, promotor de la supervivencia que tienen los sentimientos asociados con la percepción de ciertas características visuales y de contenido del medioambiente (Appleton, 1975). González (1985) señala que determinadas funciones de las sensaciones percibidas del

medio promueven la adaptación al mundo exterior: función informadora, función hedónica o afectiva y función despertadora.

En este sentido, Wohwill (1976) señala que la relación entre la complejidad y legibilidad de una escena depende de la variación en el estímulo, es decir, si éste aumenta o disminuye puede generar una respuesta positiva que perdura hasta el momento en que la escena para el observado es demasiado monótona o complicada. En otras palabras, un paisaje debe ser comprensible, pero si no posee un cierto grado de complejidad se vuelve monótono. Del mismo modo, un paisaje puede ser complejo siempre que no traspase los umbrales de lo caótico e incomprensible para el observador (De la Fuente, 2002).

Por otro lado, Kaplan y Kaplan (1982) fundamentan un modelo sobre las características del paisaje en donde los componentes son la fuente de información para los observadores que, con esta información, hacen un análisis de comprensión, descriptivo, exploratorio y predictivo del medio, los cuales se subdividen en dos categorías según su nivel de estimulación inmediata o inferida. Las variables que se proponen en este modelo son: la coherencia (colocación lógica, orden), la legibilidad (permeabilidad de la escena, accesibilidad y facilidad de orientación), la complejidad (diversidad de elementos y riqueza visual) y el misterio (ocultación de partes de la escena) (Kaplan y Kaplan, 1982).

Por su parte, De la Fuente (2002) establece tres tipos de características visuales del paisaje que pueden explicar la incidencia de éste en términos emocionales hacia el observador. Las primeras características son las formales o de organización de los componentes de una escena:

- Pautas y ritmos, repetición, simetrías.
- Texturas y segmentos de la escena, grumosidad-fibrosidad, grano fino-grueso, flujo turbulento-laminar.
- Colorido, cromatismo, colores fríos-cálidos, abigarramiento.
- Formas, ortogonalidad frente a sinuosidad, irregularidad.

Las características semánticas se refieren al proceso de reconocimiento o identificación de los objetos que componen una escena. Ese reconocimiento de la escena puede ser más o menos rápido o fácil, dependiendo de ciertas circunstancias, como:



- La ocultación de parte de la escena, produciendo efectos de misterio, por medio de barreras visuales, formas borrosas, sombras, niebla, senderos, etc.
- La legibilidad o facilidad de identificación de formas y estructuras, formas individualizadas, nitidez y organización espacial simple.
- La diversidad, heterogeneidad de ambientes o territorios, incongruencias, gran número de objetos.

Por último, están las características de contenido o significado, que requieren la identificación de lo representado y actúan mediante su carga afectiva, como es el caso de la:

- Fitofilia: atracción por la vegetación, vigor y exuberancia vegetal.
- Hidrofilia: atracción por la presencia de agua limpia, especialmente en movimiento.
- Signos de riesgo: relieves escarpados y montañosos, formas vulnerables, ambientes fríos o muy secos, desolación y soledad.
- Signos de refugio o humanización: casas, caminos, cultivos o prados.

Entre tanto, se pueden reconocer tres categorías de actitud o expectativas del espectador, cuya orientación en el entorno puede ser la de:

- Búsqueda de seguridad (ambientes acogedores, protectores, comodidad) frente a búsqueda de estímulo (retos, promesas de información).
- Objetivo lúdico de los actores (acción despreocupada, orientada a la diversión) frente a objetivos productivos (acción orientada a la obtención de recursos).
- Actitud autoadaptativa (el sujeto busca integrarse sacando partido de las condiciones ambientales) y actitud transformadora del entorno (los sujetos pretenden modificar las condiciones del medio).

Se puede apreciar que los observadores fincan sus preferencias a partir de valorar los recursos de un paisaje a través de un sistema complejo de estímulos exteriores e interiores.

En suma, se puede decir que la experiencia perceptiva es la que induce al individuo a generar un esquema coherente e integrado del paisaje, derivando en una clasificación y valoración del paisaje. El sujeto es el configurador del paisaje, pero al mismo tiempo es receptor y parte de él. Según las teorías de la percepción, el modo en que el ser humano

estructura el espacio y actúa sobre éste está condicionado por la forma en que lo percibe. De esta forma, toda persona está capacitada para discriminar y atribuir significados a los elementos presentes en el territorio y establecer sus propias estrategias de actuación.

La percepción es parte fundamental a la hora de evaluar un paisaje, porque a partir del proceso que se genera con la percepción con los múltiples y variados estímulos provenientes de un lugar es que un individuo puede distinguir y valorar la calidad de un paisaje, así como identificar características importantes y disfrutar una gran variedad de experiencias estéticas que dotan a ese paisaje de un significado. El significado puede estar integrado por una construcción social o personal e influenciado tanto por factores culturales como biológicos, generando con ello que los individuos identifiquen un espacio y esto detone el apego al lugar o la apropiación del espacio, estableciendo elementos importantes para la protección o conservación de un paisaje.

## **2.4. PAISAJE URBANO**

El paisaje se encuentra ligado al sentido de supervivencia del hombre. Es decir, el ser humano ha buscado la mejor ubicación geográfica para asentarse en un lugar, obtener beneficios de los recursos naturales, que los cambios climatológicos no sean tan desfavorables, una mayor cantidad de caza y, sobre todo, la fertilidad de los campos de cultivo cuando éstos fueran necesarios (Campos, 2003).

En la búsqueda de cubrir tales necesidades aparecen los primeros asentamientos humanos y con ellos los cambios que realiza el hombre dentro del paisaje, así como los cultivos como un elemento más. Posteriormente, hacia el siglo XVIII surge un interés por la contemplación del paisaje, ligado al ocio y el recreo. Un interés esencialmente de las clases altas de la sociedad, aunque este fenómeno cambiaría radicalmente con la llegada de la Revolución industrial en el siglo XIX (Campos, 2003).

Los primeros geógrafos que hablaron sobre el paisaje urbano introdujeron este término para referirse a una constante posibilidad geográfica, preexistente a la colonización de la tierra por el hombre. En esta línea se encuentra Paul Vidal de La Blache (1845-1918), que afirma que la naturaleza otorga un sitio específico, el cual será transformado por el hombre para satisfacer sus necesidades y deseos (Campos, 2003).

Como se puede apreciar anteriormente, en un inicio el paisaje era considerado como un elemento del entorno a través del cual el hombre podía desplegar las potencialidades que del paisaje podían surgir y de esta manera satisfacer las más esenciales necesidades humanas. Posteriormente, el paisaje urbano fue concebido como una manera de ver el entorno a partir del agrado, el ocio y el recreo, unido a la idea de ciudad desde la perspectiva puramente visual.

La aparición formal del paisaje urbano como concepto estuvo vinculada a la historia y a la propia construcción de la ciudad. El siglo XIX, con sus acentuadas transformaciones urbanas, plantea la profunda relación existente entre el paisaje urbano y los valores y el comportamiento de la sociedad (Arias, 2003). Así, es a partir de este siglo que empieza a forjarse teórica y académicamente dicho concepto.

Para poder entender el significado de paisaje urbano se enunciarán a continuación diferentes interpretaciones, de acuerdo a la bibliografía revisada. Según Mejía (2000), el paisaje urbano es la relación que se establece entre la naturaleza inmersa en una ciudad y lo construido por el hombre; tiene connotaciones históricas, esto es, cambia o permanece con relación directa al modo en cómo los hombres actúan sobre el sitio en que están inmersos.

En otra definición, el paisaje urbano es aquel que tradicionalmente conocemos como ciudad. Se caracteriza por presentar una gran cantidad de viviendas con distintas características, y en él se desarrollan diferentes actividades como la industria, el comercio, la prestación de servicios y el esparcimiento, etcétera (Cliff, 1976).

Según lo expuesto, el paisaje urbano es el que expresa el mayor grado de transformación de los recursos y paisajes naturales. “Es un fenómeno que se modifica permanentemente a través de la historia y paralelamente con el desarrollo de la ciudad. El tipo, forma y estado exterior del paisaje urbano es la expresión física de la estructura material del hábitat urbano, generada en diversos procesos y factores a lo largo del tiempo” (Pérez, 2000, p. 33).

Por otra parte, el concepto de paisaje urbano dentro del contexto ambiental se refiere al concepto estético de una relación ciudad-campo, su cultura y la naturaleza; y en este sentido el valor de uso del paisaje se expresa en el nivel de integración entre el campo y la ciudad (Pérez, 2000). Así, el paisaje urbano sería la síntesis última —siempre momentánea—

de la evolución de un ambiente o espacio urbano<sup>9</sup> determinado, la cual incluye los sucesivos estados anteriores e integra el conjunto de intervenciones recibidas.

Ferrer (2009) afirma que el paisaje urbano “es un factor emergente en los procesos de transformación de las ciudades, y por lo tanto es un elemento cada vez más significativo, percibido como un componente implícito en las actuaciones, pero susceptible de análisis específico” (p. 41). De esta forma, el paisaje urbano comprende también la interpretación perceptiva del valor visual de la misma ciudad hacia su interior, donde interviene diferentes elementos del medio construido, del medio social, del medio natural y del ambiente en general (Pérez, 2000).

Una vez analizados los diferentes conceptos, se puede concluir que el paisaje urbano emerge en un espacio físico llamado ciudad, en el cual se genera un proceso o fenómeno que se modifica permanentemente a través de la historia, ya sea por cuestiones naturales, sociales, ambientales, económicas o políticas; de esta forma, el individuo hace una interpretación perceptiva de valores, que pueden ser estéticos, culturales, ambientales o simbólicos de la ciudad.

Asimismo, el paisaje urbano está inmerso en la ciudad, la cual es construida y mantenida por diferentes agentes, entre los que se encuentran las familias, las compañías industriales, las oficinas municipales, urbanistas, inversionistas, órganos de control y de fomento, compañías de servicios, etc. (Lynch, 1985). Por lo tanto, la ciudad es concentradora de agentes con diferentes puntos de vista y es, por lo mismo, un lugar de abstracción; sus condiciones políticas, sus determinaciones económicas, sus tejidos sociales, su multiculturalidad y profundidad histórica, conforman una superestructura de alta complejidad que se expresa visualmente (Krieger, 2006).

La ciudad, pues, constituye el lugar de los hechos: allí los individuos socializan, construyen sus referencias culturales, se apropian del lugar y lo transforman adaptándolo a sus valores objetivos y subjetivos; el paisaje urbano entra como una magnitud territorial por la que se mueven los individuos y constituye un sinnúmero de experiencias que amplían el

---

<sup>9</sup>Los espacios urbanos son a su vez específicos de cada ciudad y derivan de su propia historia y evolución concreta, según las condiciones geográficas de los sitios y según los planes o proyectos que definen su estructura general, sus constantes y sus reglas (Ferrer, 2000).

mundo perceptivo y por lo tanto las interpretaciones que del paisaje urbano se puedan emitir (Campos, 2003).

## **2.5. PAISAJE FLUVIAL**

Una vez definido el término de paisaje como paisaje urbano, se determinará la definición de paisaje fluvial, el cual puede ser definido “como la manifestación de un ecosistema o de un hábitat fluvial que es diferenciable de su entorno por sus características geográficas, bióticas y abióticas” (Nieto y Nieto, 2007, p. 96).

Por otro lado, Pérez-Trejo (1993) define los paisajes fluviales como “sistemas naturales complejos, producto de procesos biofísicos en constante ajuste y evolución y caracterizados por respuestas no lineales a los cambios ambientales; es esta interacción permanente entre los procesos que los crean lo que determina la naturaleza y las características de los paisajes fluviales, por lo tanto sus patrones espaciales son consecuencia de las interacciones entre sus componentes bióticos y abióticos en diversas escalas temporales” (p. 96).

Por otra parte, Benda, Millar, Dunne, Reeves y Agee (1998) afirman que “desde la perspectiva de la influencia del ciclo hidrológico, los paisajes fluviales son sistemas dinámicos y abiertos, que se identifican por el carácter de las interrelaciones entre sus componentes biofísicos mayores (clima, hidrología, topografía, suelos, geología, cobertura vegetal) y el comportamiento de los ecosistemas fluviales y sus cuencas de drenaje. Son estas interrelaciones entre propiedades a gran escala de los paisajes y la conducta de los ecosistemas fluviales y sus cuencas a diferentes escalas de tiempo, lo que identifica a los paisajes fluviales” (p. 261).

Sin embargo, el ecosistema fluvial percibido se manifiesta en paisaje fluvial siempre y cuando estén integrados el cauce, el agua, las riberas, las llanuras de inundación y los cauces abandonados; es decir, todos aquellos espacios en los que la presencia permanente o esporádica de agua sobre la superficie del terreno o próxima a ella les confiere un atributo esencial en su funcionamiento (Nieto y Nieto, 2007).

Para Dunne y Leopold (1964), “los paisajes fluviales son modelados por el agua, el viento y otros factores climáticos, así como por las poderosas fuerzas geológicas que operan en la biosfera; son escenarios ambientales sujetos a cambios permanentes. En un ambiente

climático dado, la forma, estructura y función de un paisaje fluvial varían dependiendo de las características de la cubierta vegetal, del suelo, del sustrato geológico y de los agentes biofísicos externos e internos (p. 3).

Un paisaje fluvial, simultáneamente, controla la circulación de materia y energía en el tiempo y en el espacio, mantiene y dispersa diferentes organismos que dependen de su estructura y funciones ecológicas y contribuye al sostenimiento y a la reproducción de las sociedades humanas a través de los diferentes usos del suelo, de su cobertura vegetal y de los valores ideológicos que integran la diversidad del mundo elaborado por las distintas culturas (Brandt y Vejre, 2003).

El paisaje fluvial es la expresión de las actuaciones de la sociedad sobre la naturaleza y a la vez contra ésta; un objeto y modelo específico de la geografía, inseparable de las grandes categorías (lo natural y lo cultural, lo espacial y lo temporal, lo objetivo y subjetivo, lo material y lo inmaterial), convirtiéndose hoy día en una aproximación al estudio del medioambiente mediante diferentes interpretaciones: geográfica ecológica, sociológica, visual, sensible, etc., que no se oponen sino que se complementan (Bertrand y Bertrand, 2006, p. 406).

Para analizar las características del paisaje fluvial es necesario considerar tres conceptos relativos a su carácter de corredor, como son la sinuosidad, su altura relativa en el entorno y la conectividad, así como otras características que también afectan a los restantes elementos del paisaje, como el tamaño, la forma y las características del perímetro externo o de contacto con aquéllos (Odum y Barrett, 2006).

La sinuosidad depende del trazado del cauce, que en condiciones naturales está relacionado con la magnitud de los caudales, la pendiente del valle y la carga de sedimentos del río. La presencia de vegetación de ribera realza esta sinuosidad, aumentando el tamaño del corredor fluvial y su contraste con el entorno. Cuando se elimina esta vegetación es difícil percibir la presencia del río en lontananza, especialmente en relieves llanos, y se pierde la visualización del componente sinuoso del cauce, de gran importancia en el paisaje (Odum y Barrett, 2006).

La altura del corredor es una característica íntimamente ligada a la vegetación ribereña. Su importancia es mucho mayor en relieves llanos, donde el bosque de ribera

constituye un elemento vertical de suma importancia, a diferencia de las zonas montañosas, donde la altura de las laderas vertientes domina el paisaje bajo del valle (Odum y Barrett, 2006).

Finalmente, la conectividad se refiere al grado de conexión o continuidad espacial del corredor, que determina la eficacia de su estructura para el tránsito y dispersión de las especies a lo largo del mismo (Odum y Barrett, 2006).

A partir de 1950 —unas décadas antes o unos años después, según el desarrollo de cada región—, los usos y la percepción del paisaje fluvial han ido cambiando. Los recursos que ofrecen los ríos y su entorno se convierten en no indispensables. La consecuencia es el abandono y el progresivo desconocimiento del entorno fluvial por parte de la población de la localidad en general (Panareda, 2009).

Las transformaciones a escala de las cuencas y áreas urbanas, así como la falta de gestión de los ecosistemas fluviales han llevado a una creciente degradación del paisaje, produciendo una pérdida de calidad ecológica y estética y propiciándose con ello una homogeneización y pérdida de singularidad, idiosincrasia y complejidad interna de dichos paisajes, que tienden a la simplificación. Estos procesos conllevan a la pérdida de identidad, significado y vinculación de los ciudadanos con ellos (Tarroja, 2009).

En este sentido, el paisaje fluvial emerge como un componente de las relaciones entre la sociedad y el territorio. Estas se visualizan en dos vertientes: por una parte, las interrelaciones complejas, dinámicas y cambiantes de una sociedad que lleva los procesos sociales, ambientales y económicos que conforman el territorio; y por otra, las representaciones e imágenes que esta sociedad tiene de él, como son las valoraciones sociales, culturales y de percepción del paisaje fluvial (Tarroja, 2009).

En suma, se puede decir que el paisaje fluvial es un sistema complejo, dinámico y abierto, que ha sido modelado por múltiples procesos biofísicos y humanos a lo largo del tiempo, pero que en los últimos años ha tenido diferentes alteraciones, principalmente antropogénicas, que han ocasionado una degradación de dicho paisaje y con ello han propiciado la pérdida de la singularidad que lo caracterizaba.

A partir de lo anterior, surge la necesidad de realizar estudios sobre la evaluación ecológica y visual de estos paisajes, puesto que es importante determinar las alteraciones a

las que está siendo sometido el sistema fluvial con el propósito de evitar el deterioro de estos espacios de gran diversidad ecológica y visual. Por otra parte, la evaluación visual permite identificar los espacios con mayor singularidad y calidad visual percibidos por las personas que lo observan, y permite que esta información sea retomada por los planificadores, urbanistas y gestores para incidir en la planificación urbana.

## **2.6. PLANEACIÓN URBANA**

Aunque existen algunos planteamientos en donde se puede observar una planeación física de las ciudades —principalmente en las renacentistas (Rosales, 2013)—, el desarrollo de la planificación urbana se produjo con el despliegue del capitalismo durante la Revolución Industrial, debido al crecimiento acelerado y conflictivo de las ciudades, con una visión puramente económica (Achoy, 2008).

Sin embargo, los orígenes teóricos de la planeación urbana pueden remontarse a la segunda mitad del siglo XIX, cuando los socialistas revolucionarios la plantearon como la forma de funcionamiento de la sociedad en el tránsito al comunismo (Pradilla, 2009). De esta forma, la Unión Soviética fue el primer país que introdujo la planeación como un mecanismo de asignación de recursos en la economía nacional (Achoy, 2008; Rozga, 2002).

No obstante, “su mayor desarrollo ocurre con el surgimiento de la ciudad capitalista mercantil, la ciudad renacentista” (Korn, 1957, p. 92), alcanzando su mayor amplitud y profundidad en el patrón de acumulación de capital con intervencionismo estatal que siguió a la Segunda Guerra Mundial (Rojas, 2005), la cual se tomó como herramienta de la reconstrucción. De esta forma, los países capitalistas europeos se plantearon una variante de la planeación (general, regional, sectorial, urbana): la planeación indicativa, obligatoria para las instituciones del Estado, y normativa e indicativa para el sector privado (Labasse, 1966).

La dinámica urbana de las ciudades presenta una serie de aspectos recurrentes y generalizados, determinados por tendencias que tienen un cierto ciclo evolutivo que se desarrolla a través de un largo período de tiempo, en el cual nacen, crecen, alcanzan la madurez y decaen, generando una constante demanda de transformación de sus tejidos urbanos. Graizbord (1999) argumenta que “estos ciclos son aplicables a las ciudades consideradas como un todo, como también a ciertas zonas o sectores de la ciudad que poseen el mismo ciclo vital y llegan a un estado, que exige intervenciones urbanísticas y sociales



para la recuperación, aprovechamiento o cambio de sus funciones urbanas dentro del contexto de la ciudad” (p. 155).

Por otra parte, Pinson (2004) dice que la planeación urbana “busca dar solución a una problemática urbana, cuyo propósito central es la recuperación de zonas o áreas, con el fin de revitalizarlas y redireccionar sus funciones en el tejido urbano, a la vez que pretende obtener mejoras duraderas en las condiciones económicas, físicas, sociales y ambientales de un área que ha estado sometida al cambio” (p. 506).

De este modo, la planeación urbana, como medio para gestionar el territorio y renovar su organización, se basa en un sistema de interdependencias y de relación entre la ciudad urbana y los entornos naturales, y a su vez constituye un proceso que permite la articulación de las iniciativas de los actores públicos y privados que buscan las sinergias para el desarrollo de una ciudad (Steinberg, 2005).

La planeación urbana es una herramienta enfocada al desarrollo local que se sustenta en intervenciones estratégicas que garantizan la calidad de vida y el progreso económico y social. Es un mecanismo para promover las formas progresivas de gobierno, mejorando substancialmente la democracia local con la colaboración de los tenedores de apuestas urbanos, públicos y privados (Steinberg, 2005). Por tal motivo, es una forma moderna, participante y democrática de pensamiento urbano que permite establecer una referencia para que todos esos agentes económicos y sociales puedan armonizar sus propias estrategias con panoramas que desean para su ciudad o territorio, un instrumento que permite realizar cambios sustanciales y facilita la gerencia de una ciudad en un período determinado.

Con lo antes expuesto, la planeación urbana apunta a conformar ciudades más organizadas que propicien el desarrollo humano. La meta de toda planeación urbana es el desarrollo local, y esto empuja a centenares de ciudades a buscar medios para determinar mejores tendencias urbanas (Holden, 2006). Por ello, la planeación nace como parte integral de las políticas urbanas y se ha convertido en una actividad que propicia mejoras de desarrollo (Galdini, 2005).

De esta manera, la planeación urbana está conformada como una disciplina proyectual enfocada a dar soluciones a los problemas urbanos que se presentan en las ciudades y como una herramienta para controlar situaciones futuras mediante acciones realizada con

antelación, que conjunta términos y disciplinas relacionadas con las teorías de la ciudad, el desarrollo práctico del método y la construcción de la ciudad (Munizaga, 1997).

Sin embargo, la planeación urbana actual involucra la consideración de técnicas de conversión urbanísticas de los usos del suelo como principal campo de acción (Ramallo, 2014) y en la práctica resulta muy limitada, relegándola a enfoques parcelarios de planeación económica, física, normativa o ambiental, generando con ello problemas ambientales, sociales, económicos, políticos y territoriales (Rosales, 2013). Por lo anterior, se hace necesaria una reconversión de la planificación urbana, de tal forma que vaya más allá de la mera transformación, con el fin de alcanzar una visión integral de los procesos sociales, económicos y ambientales, dotando la visión del proyecto de futuro de la ciudad deseada (Ramallo, 2014).

En este sentido, Ramallo (2014) define la planificación urbana sustentable como “aquella actuación administrativa obligatoria y vinculante, que tiene como objetivo esencial ordenar e integrar el medio físico en un ámbito territorial determinado, que ejerce un papel protagonista en los diferentes sectores en que se proyecta la ordenación urbana, que establece unas normas de coordinación preventivas y otras que funcionan *a posteriori*, y con un grado de flexibilidad adecuado para posibilitar su actuación y revisión periódica” (pp. 392-393). Con lo anterior, se puede ver que la planeación urbana sustentable brinda un marco para abordar de forma integral el futuro de las ciudades, más allá de las aproximaciones tradicionales (Rosales, 2013).

Las estrategias del desarrollo urbano sustentable para la planificación se basan en nueve motores para el cambio: centrarse en los umbrales admisibles de impacto sobre el medioambiente, con preferencia a la disposición de las actividades en el territorio; incorporar a la planificación la visión estratégica que deberá incluirse en todo plan; control de las redes de interrelación, más que de los elementos individuales; prestar especial atención a las fronteras y los entornos, sin descuidar la recuperación de la ciudad consolidada; ordenar atendiendo a las diferentes escalas geográficas, ámbitos sectoriales y horizontales temporales; utilizar pautas o indicadores que tiendan a mejorar la calidad de vida de los habitantes en el presente y el futuro; propiciar la participación de los agentes socioeconómicos y políticos que intervienen en los procesos de transformación del territorio

y del suelo; contar con una estrategia de comunicación y educación ambiental y, por último, centrarse en los municipios, sin que ello sea excusa para descartar una escala supramunicipal (Ramallo, 2014). Este enfoque genera un cambio trascendental con respecto al modelo tradicional de planificación, pues se trata de una nueva visión que presenta una perspectiva sistémica con la cual se genera una comprensión de los procesos, protagonistas y contexto de forma conjunta.

Pero uno de los temas importantes que aborda la planificación urbana sustentable y que incide en esta investigación son las líneas limítrofes, es decir, las interfaces entre ecosistemas. La planificación promulga el rescate y protección de las interfaces porque son consideradas de vital trascendencia como trama compleja no sólo para recobrar la calidad de vida, sino también como mecanismo de reorientación de los procesos territoriales (Pesci, 2003).

Este enfoque es importante en la interface ecosistema urbano-ecosistema fluvial, puesto que los métodos tradicionales de ordenación de áreas fluviales urbanas han consistido en acciones como el incremento de la capacidad de desagüe, la transformación de la forma del cauce y el aumento de la profundidad (cubrirlo o desviarlo), y estas acciones solamente han servido para la protección contra las inundaciones y la consolidación de los terrenos colindantes (Polo, 2014; Ureña, 2002), dejando de lado los valores de los SA que los ecosistemas y el paisaje generan en beneficio de la ciudad y la población que en ella habita.

Por otra parte, los planteamientos propuestos por la planificación urbana sustentable ofrecen a los urbanistas y agentes involucrados en el proceso de planeación una oportunidad de reflexión sobre las diferentes interacciones que se dan en las ciudades, con el propósito de fomentar y contribuir a la concepción de una planeación que incida de manera positiva en las ciudades, en su espacio físico y gestión de forma integrada; que promueva la cohesión social y un desarrollo equilibrado entre los aspectos ecológicos, sociales y económicos.

No obstante, como comenta Rojas (2005), estas estrategias de sustentabilidad urbana no necesariamente se deben emprender como recetas para el éxito de un plan o programa. Se hace patente una contextualización según las dinámicas políticas, económicas, sociales, etcétera, de cada territorio, reiterando que estos planteamientos son un avance hacia el DS.

Lo antes mencionado hace evidente que se están propiciando pautas para que dentro de las ciudades se generen entornos físicos ordenados, atractivos, agradables y estéticamente armónicos, los cuales generan una sensación de bienestar que a su vez incrementa de manera notable la calidad de vida de los ciudadanos, todo lo cual es un indicador importante dentro del discurso de la sustentabilidad.

Por otra parte, el planteamiento del DS ha sido pionero en la generación de nuevas tendencias hacia el equilibrio ecológico, económico y social, a partir de la configuración de políticas y estrategias permeadas de innovación y que son implementadas a nivel mundial, nacional y local. La apropiación y el interés que ha tenido la visión del DS en los sectores público, privado, académico, científico y la sociedad civil, han impulsado un cambio de pensamiento que busca generar un nuevo desarrollo viable en el planeta, un desarrollo integral en los aspectos ecológicos, económicos y sociales.

Algunos autores señalan que el concepto de DS ha tenido una inmensa variedad de interpretaciones e incluso se ha convertido en un argumento muy socorrido en el ámbito político, lo que le ha valido una eminente dificultad para su ejecución en acciones concretas. Sin embargo, esto no minimiza su utilidad práctica en acciones específicas encaminadas a modificar la realidad de las ciudades (Peña, 2011; Sánchez, 2003). El reto, por lo tanto, consiste en pasar de lo acostumbrado a una visión multidimensional y multiespacial que permita abordar la compleja realidad de las ciudades (Sánchez, 2003). En este sentido, es pertinente identificar los tipos de interacciones que se establecen en los ecosistemas (fluvial-urbano) y de los intercambios de flujos de materia-residuos que se generan y que han puesto en peligro la integridad de los ecosistemas fluviales. Los estudios de metabolismo urbano han sido un aporte importante para establecer los impactos positivos y negativos, a través de los cuales se llega a generar estrategias acordes con el enfoque del DS.

Como se mencionó, los ecosistemas han sido impactados por múltiples transformaciones, por lo que los ecosistemas fluviales no han sido la excepción, y han llegado incluso a experimentar cambios importantes en su discurrir por zonas urbanas, no obstante los múltiples beneficios (ambientales, económicos y sociales) que teóricamente se obtiene de ellos. Se hace evidente, y sobre todo necesario, por tanto, encontrar soluciones integrales, obligando a repensar y revisar los retos que aún quedan por venir.

La organización espacial de las ciudades es el resultado de la interacción entre las diferentes limitaciones y posibilidades de actuación y los procesos cognitivos y culturales de los individuos y de los grupos. Estos elementos deben ser tomados en cuenta dentro de la planeación, confiriendo a los paisajes la denominación de autoorganizaciones de los sistemas autopoieticos (Naveh, 1987), capaces de expresar nuevas relaciones simbióticas entre la naturaleza y la sociedad, y diseñar estrategias para la creación de sistemas sustentables (Toledo, 2006).

En este sentido, la planeación urbana debe ser un medio para gestionar el territorio y renovar su organización basado en un sistema de interdependencias y de relación entre la ciudad y los entornos naturales. El reto es establecer y definir estrategias en equilibrio entre las dimensiones sociales, ambientales y económicas, como lo establece el paradigma del DS.

### **3. ENCUADRE JURÍDICO DE LOS ECOSISTEMAS Y EL PAISAJE**

En este capítulo se analizarán los instrumentos legales que se han formulado en lo referente a la conservación, gestión, administración y protección del ecosistema y el paisaje en el ámbito internacional, nacional, estatal y municipal.

#### **3.1. ÁMBITO INTERNACIONAL**

A nivel internacional se han generado grandes esfuerzos por crear instrumentos para la protección del paisaje. El primer instrumento internacional de protección de los paisajes se concibió en la Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los países de América, evento que se llevó a cabo en la ciudad de Washington el día 12 de octubre de 1940 y contó con la presencia de 19 países americanos. En dicha convención se sentaron las bases para crear las primeras categorías de manejo de áreas protegidas, tales como parques y reservas nacionales, monumentos naturales y reservas de regiones vírgenes y aves migratorias. Con respecto a la protección del paisaje, en el convenio producto de la citada convención, en el artículo V, sección 2, se estipula que los gobiernos contratantes convienen en adoptar o en recomendar a sus respectivos cuerpos legislativos la adopción de leyes que aseguren la protección y conservación de los paisajes, las formaciones geológicas extraordinarias y las regiones y objetos naturales de interés estético o valor histórico o científico (OEA, 1940).

En la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural llevada a cabo por la Conferencia General de la Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en su décimo séptima reunión, celebrada en París en 1972, se creó un instrumento normativo para la protección del patrimonio cultural y natural amenazado por la destrucción por causas tradicionales de deterioro y por la evolución de la vida social y económica. En dicho documento se planeó la necesidad de adoptar nuevas disposiciones para establecer un sistema eficaz de protección del patrimonio cultural y natural de valor excepcional tanto a nivel nacional como internacional. El artículo 4° del documento en cuestión dicta que cada uno de los Estados parte de la Convención reconoce la obligación de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio; y asimismo, que procurará

actuar con ese objetivo por su propio esfuerzo y hasta el máximo de los recursos de que disponga, y llegando el caso, mediante la asistencia y la cooperación internacionales de que se pueda beneficiar, sobre todo en los aspectos financiero, artístico, científico y técnico (UNESCO, 1972).

Entre los artículos más relevantes en cuestiones de paisaje se encuentra el 1º, el cual considera como patrimonio cultural:

- Los monumentos: obras arquitectónicas de escultura o de pinturas monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.
- Los conjuntos: grupo de construcciones, aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les dé un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.
- Los lugares: obras del hombre y obras conjuntas del hombre y la naturaleza, así como las zonas, incluidos los lugares arqueológicos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico.

A su vez, el artículo 2º considera dentro del patrimonio natural:

- Los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico.
- Las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies animales y vegetales amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico.
- Los lugares naturales o las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural.

Por otro lado, el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD, por sus siglas en inglés) promovido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y celebrado en Río de Janeiro

en 1992, es un instrumento jurídico internacional orientado a crear medidas para la conservación, el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y el reparto equitativo de los beneficios derivados del uso de sus componentes. En él se reconoce la importancia de la diversidad biológica para la evolución y para el mantenimiento de los sistemas necesarios para la vida de la biosfera y afirma que la conservación de la diversidad biológica es del interés de toda la humanidad. El objetivo primordial de este convenio es la conservación y el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica, así como la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

En su artículo 2º, el convenio define la conservación *in situ* como la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domésticas y cultivadas, en los entornos que hayan desarrollado sus propiedades específicas (ONU, 1992). Además define diversidad biológica como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; y comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (ONU, 1992ª, pp. 3-4).

Por su parte, la UE desarrolló un instrumento legal para la protección, planificación y gestión del paisaje que condujo a la redacción del Convenio Europeo del Paisaje (CEP), firmado por los estados miembros en Florencia en el año 2000 y ratificado por 30 de los 46 países miembros del Consejo de Europa (De la Fuente, 2010). El propósito general del CEP es animar a las autoridades públicas a adoptar políticas y medidas a escala local, regional, nacional e internacional para proteger, planificar y gestionar los paisajes europeos con la intención de conservar y mejorar su calidad y llevar al público, a las instituciones y a las autoridades locales y regionales a reconocer el valor y la importancia del paisaje y a tomar parte en las decisiones públicas relativas al mismo (Consejo de Europa, 2000).

En el artículo 1º del CEP se define como paisaje “cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos”. Por su parte, el artículo 2º, en el ámbito de aplicación, “...abarcará las áreas naturales, rurales, urbanas y periurbanas. Comprenderá asimismo las zonas terrestre, marítima y las aguas interiores. Se refiere tanto a los paisajes que puedan considerarse



excepcionales como a los paisajes cotidianos o degradados” (Consejo de Europa, 2000). Esta definición ya no sectoriza el paisaje desde la conservación de espacios relevantes, sino que genera un abordaje integral y continuo, en donde por primera vez los espacios cotidianos cobran importancia en el marco normativo. El CEP considera que los valores naturales y culturales ligados a la diversidad y calidad de los paisajes europeos suponen para los países del viejo continente el deber de trabajar colectivamente en su protección, planificación y gestión (De la Fuente, 2010).

Una de las piezas clave en el CEP es la incorporación de la participación ciudadana como pilar fundamental en la toma de decisiones sobre las políticas del paisaje. Este precepto democrático, unido a la definición de paisaje, marca un camino por el que sociedad y planificación del paisaje deben transitar de la mano. La participación no se presenta como una amenaza, sino como un enriquecimiento y como una posibilidad de validación del conocimiento (García, 2013). Dicha participación implica una comunicación en dos sentidos: desde los expertos y científicos hacia la población y viceversa, que será el reflejo de la cualificación de los paisajes, entendida como la comparación dialéctica de los análisis de los expertos y los valores atribuidos por la población al paisaje. La participación concierne a todos los agentes implicados: autoridades nacionales, regionales y locales, población directamente implicada, público en general y tejido social, así como agentes económicos, científicos y profesionales del paisaje (Consejo de Europa, 2000).

El CEP compromete a los países firmantes a tomar medidas generales de reconocimiento de los paisajes, de definición y caracterización, de aplicación de políticas para su protección y gestión de participación pública y de integración de los paisajes en las políticas de ordenación del territorio, así como en las políticas económicas, sociales, culturales y ambientales (De la Fuente, 2010).

El impacto positivo generado por el CEP en la UE ha trascendido fronteras y la Federación Internacional de Arquitectos Paisajistas (IFLA, por sus siglas en inglés), tras la conferencia celebrada en Suzhou, China, en 2010, está impulsando el Convenio Internacional de Paisaje (CIP) en el seno de la UNESCO (Moore, 2012). Este convenio tiene como objetivo tratar que todo espacio natural, rural y urbano contribuya a estimular un enfoque más

integrado y democrático y que establezca al paisaje como una herramienta integral para la planificación, la gestión y la creación de un desarrollo sustentable (Moore, 2012).

El CIP sienta las bases para impulsar una manera diferente de pensar sobre el paisaje, considerándolo como un concepto cultural y natural, una identidad física y abstracta con un valor económico y social, el cual se centra en la experiencia de las personas sobre su entorno físico, relativas a la protección de su pasado y futuro. Asimismo, reconoce la conexión entre gobierno, cultura, salud y economía, ofreciendo principios y directrices y fomentando el trabajo institucional académico y científico (Moore, 2012).

Los esfuerzos implementados por la IFLA han permeado en Latinoamérica por medio de la Iniciativa Latinoamericana del Paisaje (LALI, por sus siglas en inglés), una declaración de principios éticos enfocados a promover el reconocimiento, la valoración, la protección, la gestión y la planificación sustentable del paisaje latinoamericano a partir de la adopción de convenios, leyes, acuerdos, decretos u ordenanzas que reconozcan la diversidad y los valores locales, nacionales y regionales, tanto tangibles como intangibles del paisaje, así como los principios y procesos pertinentes para salvaguardarlo (LALI, 2012). Por medio de esta iniciativa se busca convocar a los organismos del Estado, a los gremios, a las instituciones y a la sociedad civil a establecer políticas específicas relativas al paisaje; a integrar, con su debida importancia, en políticas públicas sectoriales; a fomentar políticas y participar en programas internacionales relativos al paisaje, favoreciendo la cooperación regional y plurinacional; a alentar el trabajo hacia el paisaje a través de marcos institucionales multidisciplinarios y transdisciplinarios; a promover planes y programas de conservación, restauración y mantenimiento del paisaje e instrumentar la política del paisaje en la ordenación del territorio (LALI, 2012).

Esta iniciativa llevó a la redacción de Cartas de Paisaje en Colombia, Chile, Bolivia, Brasil, México, Argentina, Perú, Uruguay, Venezuela y Costa Rica, las cuales, por la conexión con España, están tomando como referencia el desarrollo español del CEP (García, 2013).

En este tenor, México, a través de la Sociedad de Arquitectos Paisajistas de México, A.C. (SAPM), redactó la Carta Mexicana de Paisaje (CMP); y aunque ésta no tiene carácter

jurídico oficial (Peña, 2014), es necesario tener una perspectiva de lo que se está gestando en México con respecto a la conservación, gestión y ordenación del paisaje.

La CMP tiene como objetivo promover y reconocer la importancia de la protección, gestión y ordenación del paisaje, además de servir como referencia futura para la realización de actuaciones específicas en el ámbito de la gestión del paisaje y la promoción del desarrollo sustentable, retomando la definición de paisaje de CEP. En el Artículo 4º, la CMP enuncia que el paisaje es un sistema vivo que contiene valores y parte de los recursos que mantienen el equilibrio ambiental y cultural englobados en cinco grandes grupos: estético-ético, ambiental, cultural, económico y patrimonial, comprendidos en dos tipologías de paisaje: el paisaje natural y el paisaje cultural (SAPM, 2013).

Entre las acciones generales que se proponen, se encuentra el promover la protección jurídica de los paisajes, de manera que las autoridades federales, estatales y municipales tomen medidas para defender y conservar el patrimonio paisajístico. Además, fomentar la aplicación de políticas de ordenación territorial, urbanística, cultural, medioambiental, agrícola, social y económica que puedan tener impacto directo o indirecto sobre el paisaje (SAPM, 2013). Asimismo, entre las acciones específicas se encuentran el adecuar y desarrollar el marco legal para la protección del paisaje en México a través de leyes, reglamentos y normas específicas; e igualmente, establecer las bases para la identificación, catalogación y registro de los paisajes en el territorio nacional, además de apoyar y promover los trabajos de investigación para el conocimiento, la valoración, la preservación y el control del paisaje (SAPM, 2013).

### **3.2. ÁMBITO NACIONAL**

Sobre el territorio mexicano, en épocas pasadas se asentaron varias culturas prehispánicas que no sólo le han heredado una identidad cultural a nuestro país, sino que muchos de estos asentamientos son hoy parte del paisaje mexicano. En este sentido se promulgó la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas en 1972 (Poder Ejecutivo Federal, 1972). Dentro de esta Ley se establecen tres tipos de monumentos: el primero se refiere a monumentos arqueológicos, que son los bienes muebles e inmuebles, producto de culturas anteriores a la hispánica en el territorio nacional, así como los restos humanos, de la flora y de la fauna, relacionados con esas culturas; el segundo hace referencia

a los monumentos artísticos, que son los bienes muebles e inmuebles que revisten valor estético relevante; y el tercero, a los monumentos históricos, y comprende los bienes vinculados con la historia de la nación a partir del establecimiento de la cultura hispánica en el país.

Entre los aportes relevantes de esta ley debe mencionarse la promoción de la investigación, la protección, la conservación, la restauración y la recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos, así como el fomento del conocimiento y el respeto a los monumentos para preservar el patrimonio cultural de la nación. Además, Raven (1992) señala que la diversidad cultural podría considerarse como parte de la biodiversidad.

Por otra parte, existe también la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) promulgada en 1988 (Poder Ejecutivo Federal, 1988). En dicho ordenamiento se conceptualiza el ecosistema como “la unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinado, y se determina que los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del país” (p. 3). Esta Ley estipula que la regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales son competencia federal; mientras que a los estados les corresponde establecer, regular, administrar y vigilar las áreas naturales protegidas, así como la promoción de la participación de la sociedad en materia ambiental.

También en el citado documento se establece que a los municipios les corresponde la creación y administración de zonas de preservación ecológica de los centros de población, parques urbanos, jardines públicos y demás áreas análogas, así como la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en los centros de población.

La conducción de la política ambiental en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente corre a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).

A partir de la LGEEPA se constituyó el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). Entre sus aportaciones positivas se pueden mencionar las siguientes: primero,

conservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas para asegurar el equilibrio ecológico; segundo, salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres; y tercero, asegurar el aprovechamiento racional de los ecosistemas y sus elementos con el propósito de preservar los ambientes naturales característicos del país (Poder Ejecutivo Federal, 1988). En este sentido no sólo se incluye el propósito de conservar, sino también de aprovechar estos ambientes de manera racional, es decir, con los cuidados necesarios para no llegar a la degradación y ocasionar su pérdida.

La citada ley establece nueve categorías de manejo de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), entre las que se encuentran: reservas de la biosfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, santuarios, parques y reservas estatales, zonas de conservación ecológica municipales y áreas destinadas voluntariamente a la conservación. Las seis primeras categorías son de jurisdicción federal, mientras que las restantes son de jurisdicción estatal y municipal.

En cuanto al paisaje, la ley hace referencia en el artículo 47° BIS a las zonas de aprovechamiento, que son aquellas superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales esenciales para el desarrollo social y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conformen.

Asimismo, en el artículo 11° se menciona que la Federación podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación con los gobiernos estatales y municipales para que asuman facultades como la protección y preservación del suelo, la flora y fauna silvestre, terrestre y forestales, así como el control de acciones para la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en la zona federal marítimo-terrestre y en la zona federal de los cuerpos de agua considerados como nacionales.

Por otra parte, la Ley de Aguas Nacionales publicada en 1992 (Poder Ejecutivo Federal, 1992) define como *río* en el artículo 3° a “la corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca en otras corrientes o a un embalse natural o artificial, o al mar” (p. 6); mientras que cauce de una corriente se especifica como “el canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la crecida máxima ordinaria escurran sin derramarse, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos

dos metros de ancho por 0.75 metros de profundidad” (p. 2). También específica como ribera o zona federal “las franjas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. Igualmente, como servicios ambientales se establecen que son los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad” (Poder Ejecutivo Federal, 1992, p. 6).

En el artículo 9° de la mencionada ley se establece también que el órgano administrativo de las aguas nacionales y sus bienes públicos es la Comisión Nacional del Agua (Conagua), la cual tiene un carácter técnico, normativo y consultivo de la Federación en materia de gestión, regulación, control y protección del dominio público hídrico.

Otro de los ordenamientos nacionales aplicables al tema es la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable promulgada en 2003 (Poder Ejecutivo Federal, 2003), la cual establece en el artículo 2° sus objetivos generales, entre los que destaca contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, definiendo a estas últimas como la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común.

En lo referente a sus objetivos específicos, el artículo 3° establece regular la protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y sus servicios ambientales; y en el artículo 7°, fracción XXXIX, hace mención del paisaje como uno de los componentes de los servicios ambientales debido a que determina a éstos como provisión de agua, captura de carbono, generación de oxígeno, amortiguamiento de impactos, regulación climática, protección de la biodiversidad, protección y recuperación de suelos, paisaje y recreación, entre otros.

En el artículo 100° del mismo ordenamiento, sección 3, en lo referido al aprovechamiento de recursos forestales no maderables, establece una disposición de

protección al paisaje, específicamente al mencionar no otorgar autorización si el aprovechamiento pudiera poner en peligro las poblaciones respectivas y las funciones ambientales de los ecosistemas, incluyendo suelo, agua y paisaje, aunque en el reglamento de la mencionada ley no se establece realmente disposición alguna en cuanto al paisaje (Peña, 2014).

### **3.3. ÁMBITO ESTATAL**

Sobre el tema a nivel estatal se promulgó la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Sinaloa en 1991 (Gobierno del Estado de Sinaloa, 1991). En el capítulo II, referente a la competencia y distribución de atribuciones, el artículo 4º, fracción XVII, establece la protección del paisaje y de la imagen de los centros de población. Igualmente, en el artículo 5, fracción XV, establece que le corresponde al Ejecutivo estatal proteger las áreas de valor escénico o de paisaje en la entidad; y en el artículo 6º, fracción VI, establece que es competencia de los municipios regular, crear y administrar los parques urbanos y participar en el establecimiento de zonas sujetas a conservación ecológica.

Asimismo, el artículo 13º, fracción I, estipula que los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del Estado y del país. Al respecto, en la fracción II menciona que los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad.

Por su parte, el artículo 55º, fracción I, dispone preservar la diversidad biológica y restaurar en la medida de lo posible el equilibrio ecológico en los ecosistemas. De igual manera, en la fracción VII ordena proteger el ciclo hidrológico en cuencas de interés de la entidad, así como los elementos circundantes a los centros de población que se relacionen ecológicamente con el área.

En la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Sinaloa publicada en 2013 (Gobierno del Estado de Sinaloa, 2013), en el artículo 3º, fracción VI, se establece preservar y proteger la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las ANP de jurisdicción estatal y municipal; y en su fracción VII estipula fomentar el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua

y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles con las actividades de la sociedad y la obtención de beneficios económicos con la preservación de los ecosistemas.

También en ese mismo ordenamiento, en el artículo 38°, fracción VII, se menciona que en la formulación del ordenamiento ecológico del territorio estatal se deberá considerar la protección, gestión y ordenación del paisaje. De la misma forma, en el artículo 84°, fracción I, refiere que el establecimiento de áreas protegidas tiene como objetivo preservar los ambientes naturales de las diferentes poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes, además de las provincias biogeográficas representativas de la entidad que presenten características ecológicas originales, únicas o excepcionales de ecosistemas frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.

La fracción II del mismo artículo suscribe salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva, así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio estatal, y en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas y las que se encuentran sujetas a protección especial.

Igualmente, en el artículo 85° se establecen como ANP los parques estatales, las reservas estatales, las zonas de preservación ecológica de los centros de población y las áreas destinadas voluntariamente a la conservación.

En la sección II del capítulo IV, relativo al Aprovechamiento Sustentable del Agua y los Ecosistemas Acuáticos, en el artículo 128°, fracción I, establece que le corresponde al estado, a los municipios y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico; mientras que en la fracción II se estipula que el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos debe realizarse de manera que no afecte su equilibrio ecológico y capacidad de regeneración; además, en la fracción III se enuncia que para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico se deberán considerar la protección de suelos, escurrimientos y cañadas, áreas boscosas y selváticas, para asegurar la capacidad de recarga de los acuíferos.

En lo que respecta a la prevención y control de la contaminación visual, el artículo 221° de la mencionada ley estipula que la Secretaría de Desarrollo Social y Humano del



Gobierno del Estado de Sinaloa, a su juicio, determinará las zonas en la entidad que tengan un valor escénico o de paisaje y regularán y autorizarán los tipos de obras o actividades que se puedan realizar con el propósito de evitar su deterioro.

### **3.4. ÁMBITO MUNICIPAL**

El Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente para el municipio de Culiacán publicado en 1992 (Ayuntamiento de Culiacán, 1992), en lo referente a facultades y obligaciones del ayuntamiento de Culiacán (artículo 7°), se establece prevenir y controlar la contaminación visual y proteger el paisaje natural, urbano y rural, aunque estos conceptos no están definidos en este reglamento ni en la LGEEPA ni tampoco en la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Sinaloa.

A manera de conclusión se puede decir que en el plano internacional se han hecho grandes esfuerzos para la protección, gestión y ordenación tanto de los ecosistemas como del paisaje como parte importante de la calidad de vida de la población, asumiendo la complejidad y la estrecha interrelación del tema con múltiples factores del desarrollo humano. El reconocimiento jurídico en el CBD hacia la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales fue uno de los primeros esfuerzos. El reconocimiento jurídico del CEP compromete a los estados europeos a realizar un desarrollo normativo específico, rompiendo con la fragmentación existente hasta hace unos pocos años. El CEP ha proporcionado ya algunos ejemplos en el entorno europeo de su viabilidad y utilidad.

A su vez, en México, a nivel federal, estatal y municipal, se establece que los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las posibilidades productivas del país. Esto debe cristalizar en la protección, gestión y control por parte de las entidades federales, estatales o municipales para garantizar su uso y disfrute. No obstante, se han creado vacíos de competencia en los documentos legislativos debido a que ni la federación ni el gobierno del estado de Sinaloa se encargan en su totalidad de la administración, protección, inspección y vigilancia de los asuntos medioambientales, por lo que la preservación de los recursos naturales resulta una tarea difícil y en muchas ocasiones imposible para los ayuntamientos, dejando a los ecosistemas al amparo de la buena voluntad de la población.

Ahora bien: mientras que para el paisaje existen disposiciones orientadas a mejorarlo y no perturbarlo, en ninguna ley, reglamento o documento legal se establece una definición genérica. Esta problemática produce múltiples limitaciones para su conservación, protección, aprovechamiento y gestión (Peña, 2014). En este sentido, es primordial que se establezca en alguna de las leyes existentes sobre cuestiones del medioambiente una definición de paisaje, así como las dependencias y entidades encargadas de su conservación, protección y gestión.

#### **4. ÍNDICES Y MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL**

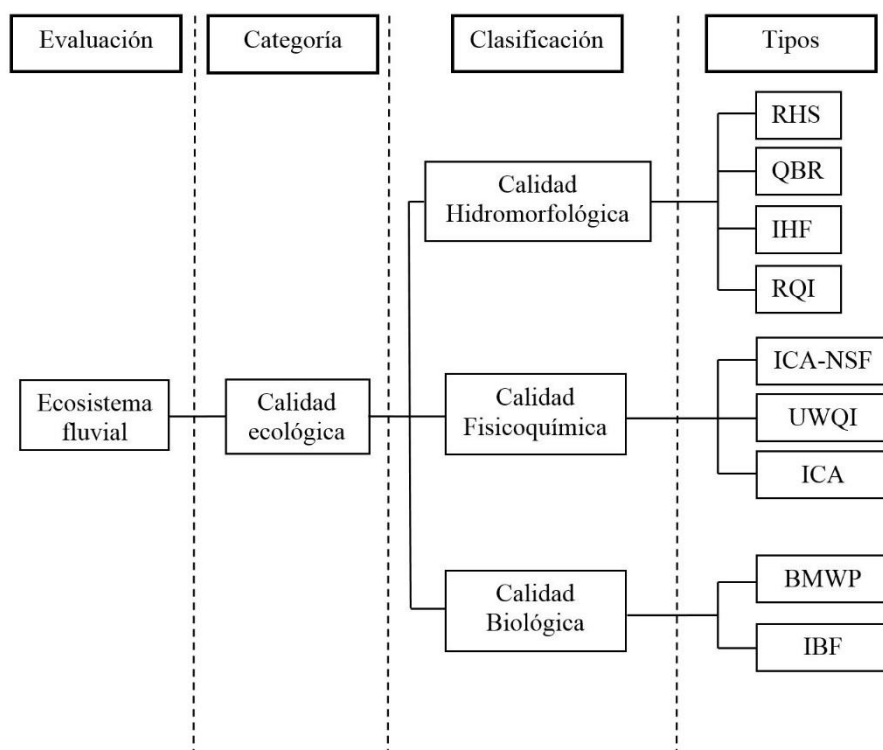
En este capítulo se explican los diferentes métodos que se han utilizado en diferentes regiones del mundo para evaluar la calidad ecológica de los ecosistemas fluviales, así como la calidad visual del paisaje.

En primer lugar, en el apartado 4.1 se presenta una reseña de algunos de los índices que se han utilizado para evaluar la calidad ecológica de los ecosistemas fluviales en diferentes latitudes del mundo. En cada caso se hizo una revisión para identificar los objetivos, el propósito, las variables, los indicadores, el costo económico, las técnicas para recolección y análisis de datos, el grado de conocimiento específico necesario para aplicar el índice y las limitaciones en cuestión de tiempo. Todo lo anterior con el propósito de tener un panorama de las ventajas y desventajas de cada índice y de esta manera implementar un índice y/o método que se adaptara mejor a los objetivos de esta investigación.

En segundo lugar, en el apartado 4.2 se exponen los diferentes métodos de evaluación del paisaje, que al igual que en el apartado 4.1, consistió en el mismo procedimiento de revisión para cada método.

##### **4.1. ÍNDICES DE EVALUACIÓN DE ECOSISTEMAS FLUVIALES**

El propósito de este apartado es hacer una revisión de los diferentes índices que han sido empleados en diferentes partes del mundo, como EE.UU., Gran Bretaña, México y España, con la finalidad de evaluar la calidad ecológica de los ecosistemas fluviales. La evaluación ambiental de las riberas fluviales es hoy un tema de gran interés, no sólo para el desarrollo científico del funcionamiento ecológico de los ríos, sino también para la gestión de los recursos hídricos (González, García, Lara y Garillete, 2006). En este sentido, se han desarrollado diferentes índices (ver Figura 9) de los cuales Ordeix, Camprodon y Guixé (2012) hacen la siguiente clasificación: calidad hidromorfológica, calidad fisicoquímica y calidad biológica.



**Figura 9.** Índices de evaluación de la calidad ecológica del ecosistema fluvial.

**Fuente.** Elaboración propia con base en Ordeix *et al.*, (2012).

Por consiguiente, para tener una mejor perspectiva de las características específicas de los índices clasificados por los citados autores, a continuación se hará una descripción más detallada de éstos y su fundamento para evaluar la calidad ecológica de los ecosistemas fluviales.

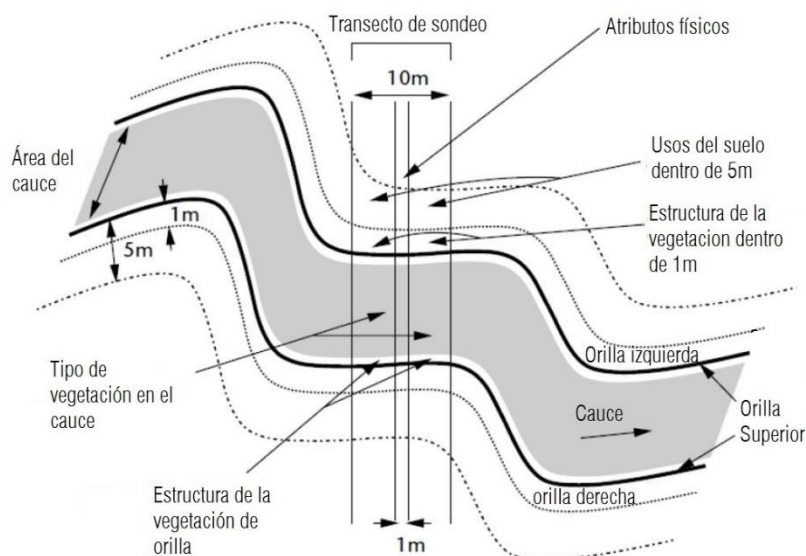
#### 4.1.1. CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA

Estos índices permiten caracterizar la morfología fluvial (grado de sinuosidad, pendiente de río, variaciones en anchura, profundidad del canal fluvial y tipo de valle fluvial, grado de encauzamiento y distancia entre obstáculos), la tipología de la orilla, la conectividad fluvial, la estimación del caudal, la heterogeneidad y la calidad del hábitat y del bosque de ribera (Ordeix *et al.*, 2012).

Uno de los índices más utilizados es el *River Habitat Survey* (RHS) (Raven, Boon, Dawson y Ferguson, 1998), el cual sirve para caracterizar y valorar la estructura física de los cursos de agua. Este índice consta de una serie de fichas de campo en las que se recoge

información detallada de un tramo del río de 500 metros de longitud (Duran, 2011). A continuación se describe su metodología.

La observación en el campo se realiza en 10 *spot-checks* o transectos de sondeo (ver Figura 10) repartidos uniformemente en 500 metros de análisis, en los cuales se toman datos tanto del cauce como de las riberas. También se obtiene información de las características globales del tramo en los apartados de hábitats, riberas e impactos (Duran, 2011; Durán, Navarro y Rodríguez, 2013).



**Figura 10.** Esquema de distribución de las mediciones en los transectos de sondeo.  
**Fuente.** Raven, Boon, Dawson y Ferguson, 1998.

El levantamiento de los datos se realiza mediante cuatro fichas de campo. Además, se llena una ficha inicial que se compone de un formulario de seguridad del técnico que realiza el trabajo de campo. En total son 18 las secciones que componen el análisis de un tramo fluvial, la cuales se organizan desde la letra A hasta la R.

Cada uno de los tramos se divide en 10 partes iguales y en cada uno se escoge un metro al azar. Los resultados comprenden dos partes: una es la valoración de la calidad del hábitat, *Habitat Quality Assessment Score* (HQAS, por sus siglas en inglés), que se obtiene comparando los datos obtenidos con otros de puntos con diferentes niveles de calidad del hábitat (la puntuación máxima es de 100). De esta forma, se obtiene de manera general la diversidad de hábitats ribereños existentes en el sector analizado. A mayor puntuación, más elevada será la categoría de calidad del hábitat ribereño (Ordeix *et al.*, 2012).

La otra parte de este índice es el grado de alteración o modificación del hábitat, *Habitat Modifications Score* (HMS, por sus siglas en inglés), en el que se indica el grado de modificación del río y la presencia de estructuras artificiales en el tramo analizado. Dicha parte valora la presencia de infraestructuras, construcciones y otras alteraciones del hábitat fluvial. Cuanto más elevado, más grande es el grado de modificación del entorno natural. Sus valores oscilan entre el uno para el hábitat prístino o seminatural, dos para el predominantemente no modificado, tres para una condición de modificado visiblemente, cuatro para el modificado significativamente y cinco para un hábitat modificado severamente (Raven *et al.*, 1998).

Una las ventajas del RHS reside en que es un índice que cuenta con información muy detallada y bastante minuciosa, junto con una buena y extensa guía de campo. Entre las desventajas que se pueden mencionar es que realiza el análisis a escala muy local (tramos de 500 metros), lo que significa una desventaja a la hora de establecer tramos representativos. Además, es necesario tomar un curso de capacitación para poder aplicarlo. Es muy complicada la comparación entre ríos de características diferentes al ambiente para el que se diseñó (Duran, 2011).

Por otro lado, uno de los índices más utilizados en España, sobre todo en el área mediterránea (Ollero, 2009), es el de Calidad del Bosque de Ribera (QBR, por sus siglas en catalán) (Munné, Solà y Prat, 1998). El QBR es un índice de aplicación rápida y sencilla, que integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable. Se utiliza para evaluar la calidad ambiental de las riberas de los ríos y se estructura en cuatro bloques independientes, cada uno de los cuales valora diferentes componentes y atributos del sistema (Munné *et al.*, 1998).

Este índice se centra en cuatro aspectos fundamentales: grado de cubierta vegetal de la zona de ribera, estructura de la cubierta, calidad de la cubierta y grado de naturalidad del canal fluvial. Cada bloque recibe una puntuación de entre 0 y 25, y la suma de los cuatro bloques proporciona la puntuación final, que expresa el nivel de calidad de la zona de estudio. El observador sigue los pasos del protocolo: identifica las especies vegetales principales y las condiciones de la ribera en la orilla de un tramo de aproximadamente 100 metros de longitud (Ordeix *et al.*, 2012).

El QBR es una medida de las diferencias existentes entre el estado real de las riberas y su estado potencial, de tal manera que el nivel de calidad es máximo sólo cuando las riberas evaluadas no presentan alteraciones debido a las actividades humanas. A partir de ello, se determina una tipología geomorfológica en función del tipo de orilla, de la existencia de islas y de la presencia de sustrato duro, que interviene en la valoración de la calidad de la cubierta (Ollero, 2009).

Entre las ventajas de este índice se encuentran las siguientes: rápida evaluación, bajo costo económico, no es necesario un amplio conocimiento, rápido levantamiento de datos, permite informar a las autoridades de la aplicación y al público en general sobre el estado ecológico de los ríos. Por su sencillez, puede ser usado por ciudadanos voluntarios y es una herramienta didáctica en educación ambiental (Ollero, 2009).

En cuanto a las desventajas debe mencionarse que debido a la rapidez con que se hace la evaluación se pueden dejar de lado aspectos importantes que son tomados en cuenta usando metodologías mucho más rigurosas. Sin embargo, puede combinarse o aplicarse individualmente, según la disponibilidad de recursos humanos y operativos. Es necesario hacer adaptaciones a las características ambientales de los ríos en los cuales se aplique (Corigliano, Oberto, Príncipe, Raffaini y Gualdoni, 2008).

Otro de los índices también utilizado en España es el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) (Pardo *et al.*, 2002), el cual se presenta como un índice rápido para la evaluación de la heterogeneidad del hábitat de cauces fluviales. Este índice se compone de siete apartados, con datos recopilados en una sencilla hoja de campo, los cuales evalúan de forma independiente las diferentes características del hábitat (Duran, 2011).

Una vez seleccionado el tramo de estudio, el índice se completa totalmente con base en el trabajo de campo. Dicho tramo debe tener una longitud suficiente (aproximadamente 100 metros) para proporcionar al observador la información que se requiere para cubrir los aspectos contemplados en los siete bloques. Como requisito, el IHF debe ser aplicado durante periodos en los que el caudal sea bajo, de modo que el sustrato y las características del canal puedan apreciarse con facilidad (Pardo *et al.*, 2002).

Los siete elementos que se valoran son los siguientes:

1) Fijación del sustrato en los rápidos/sedimentación en las balsas. Este primer apartado valora, por un lado, la inclusión medida del grado en que las partículas del sustrato se encuentran fijadas en el lecho del río y, por otro, la sedimentación en la zona de muestreo.

2) Frecuencia de rápidos. Evalúa la heterogeneidad del cauce del río en el tramo de estudio seleccionado. Para ello se cuantifica el número de rápidos que se encuentran en el cauce con relación a las zonas más remansadas. Esta distancia se pone en relación con la anchura del río en la zona.

3) Composición del sustrato. Estimación porcentual de la composición por diferentes medidas de los materiales del lecho de acuerdo a cuatro categorías en función del predominio de los materiales en el sustrato.

4) Regímenes de velocidad y profundidad. Mide la capacidad que tiene el sistema para proporcionar un hábitat estable y mantenerlo en el tiempo.

5) Porcentaje de sombra en el cauce. Estima de forma visual la sombra que la diferente vegetación de ribera proyecta sobre el cauce.

6) Elementos de heterogeneidad. Mide la presencia de elementos naturales que supongan un aumento en la heterogeneidad del cauce. Toma en cuenta la presencia de hojas, troncos o raíces en el cauce fluvial o sus orillas.

7) Cobertura de vegetación acuática. Evalúa el grado de cobertura de vegetación acuática que se presenta en el cauce del tramo analizado.

La suma de las puntuaciones de los siete bloques pueden arrojar un valor máximo de 100 puntos y el mínimo nunca será cero, ya que siempre habrá algunos elementos a valorar (Pardo *et al.*, 2002).

Entre sus ventajas se encuentra las siguientes: es de rápida valoración, no es necesario un conocimiento específico, el costo económico es relativamente bajo y no se requieren instrumentos especializados. Por otra parte, las desventajas se relacionan con la probabilidad de puntuaciones bajas sin necesidad de alteraciones antrópicas y el hecho de no poder llevar a cabo la evaluación inmediatamente después de una crecida. Para su aplicación es necesario modificar el índice debido a que está diseñado para hábitat en ambientes mediterráneos (Pardo *et al.*, 2002).



Otro índice considerado es el *Riparian Quality Index* (RQI, por sus siglas en inglés) (González, García, Lara y Garilleti, 2006), el cual permite conocer el estado de conservación y diagnosticar los principales problemas de las riberas fluviales, identificando los tramos mejor conservados y estableciendo una relación del estado de cada tramo con las presiones e impactos existentes.

El RQI se aplica a una escala de tramo o segmento fluvial, con el requisito de que la longitud de río se mantenga en condiciones homogéneas de los atributos considerados. De forma estandarizada, esta longitud es de entre 100 y 500 metros. Posteriormente, es necesario identificar el tipo de valle en que se enmarca y valorar las dimensiones en anchura actuales del espacio ripario en relación a las que se consideran óptimas o de referencia (González *et al.*, 2006).

Este índice considera siete atributos: continuidad longitudinal de la vegetación leñosa, dimensiones en anchura del espacio ribereño ocupado por vegetación asociada al río, composición y estructura de la vegetación ribereña, regeneración natural de las principales especies leñosas, condición de las orillas, conectividad transversal del cauce con sus riberas y llanuras de inundación, conectividad vertical a través de la permeabilidad y, por último, grado de alteración de los materiales y relieve de los suelos riparios (González *et al.*, 2006).

Cada atributo ripario se valora de forma independiente, según las tablas de valoración del índice. Los relativos a la estructura se valoran por separado en cada margen de la ribera. Los relativos al funcionamiento dinámico se valoran de forma conjunta en ambos márgenes. Finalmente, la valoración del estado de las riberas se obtiene sumando las valoraciones asignadas a cada atributo. Dicha valoración oscila entre 120 puntos, correspondientes al mejor estado de conservación, y 10 puntos, relativo al estado más degradado (González *et al.*, 2006).

Entre las ventajas del uso RQI se puede mencionar que es de fácil aplicación mediante fichas de observación y que es muy útil para la evaluación de problemas y actuaciones en cauces y riberas (Ollero *et al.*, 2008).

#### **4.1.2. CALIDAD FISICOQUÍMICA**

Los parámetros físico-químicos dan información extensa de la naturaleza, de las características químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su

influencia en la vida acuática (Orozco, Pérez, González, Rodríguez y Alfayate, 2005). Estos índices miden distintas variables de calidad del agua, tales como la conductividad eléctrica, el pH, el oxígeno disuelto, la temperatura, los nutrientes (amonio, fosfato, nitratos, etc.) y la capacidad de los sistemas fluviales para acoger poblaciones estables de peces a partir de variables físico-químicas (Ordeix *et al.*, 2012).

A partir de la medición de los parámetros antes mencionados, se han desarrollado diferentes índices. Uno de ellos es el Índice de Calidad del Agua de la *National Sanitation Foundation* (ICA-NSF) (Brown, Maclelland, Deininger y Tozer, 1970). A pesar de haber sido desarrollado en EE.UU., es ampliamente empleado en el mundo y ha sido validado y/o adaptado en diferentes estudios (Samboni, Reyes y Carvajal, 2011). Para su determinación, este índice se basa en nueve parámetros: cambio de temperatura, pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sales disueltos totales (SDT), turbiedad, coliformes fecales, nitrógeno total y fosforo total. Se le asignan pesos ponderados a cada una de las variables y el promedio aritmético determina el valor del índice (Fernández y Solano, 2005). El índice ICA-NSF se fundamenta en la ecuación

$$ICA - NSF = \sum_{i=1}^9 SI_i * Wi$$

donde:

*SI*= subíndice de la variable *i*.

*WI*= peso ponderado del subíndice *i*.

Una vez que se determina el índice a partir de la ecuación, se clasifica según el rango, el cual toma valores de 0-25 para calidad muy mala, 26-50 para una calidad mala, 51-70 establece una calidad media, 71-90 para calidad buena y 91-100 para una calidad excelente (Jiménez y Vélez, 2006). Entre las ventajas de este índice se encuentra que permite mostrar la variación espacial y temporal de la calidad del agua; es simple, conciso y válido para expresar la importancia de los datos generados regularmente en el laboratorio; puede identificar tendencias de la calidad y áreas problemáticas. Sin embargo, entre sus limitaciones está que no proporciona información completa sobre la calidad del agua, se basa en generalizaciones conceptuales que no son de aplicación universal porque no pueden evaluar

todos los riesgos presentes en el agua y debido a las diferentes condiciones ambientales que presentan las cuencas de una región a otra (Torres, Cruz y Patiño, 2009).

Por otro lado, el *Universal Water Quality Index* (UWQI, por sus siglas en inglés) (Boyacioglu, 2007), desarrollado por la Comunidad Europea, tiene como objetivo proporcionar un método sencillo para describir la calidad de las aguas superficiales utilizadas para el abastecimiento de agua potable basada en las directivas para el agua destinada a consumo humano. Dicho índice está integrado por doce variables: cadmio, cianuro, mercurio, selenio, arsénico, fluoruro, nitratos, OD, DBO a cinco días (DBO<sub>5</sub>), fósforo total, pH y coliformes totales. El UWQI se fundamenta en la ecuación

$$UWQI = \sum_{i=1}^n W_i * I_i$$

donde:

W<sub>i</sub>= peso o porcentaje asignado al i-ésimo parámetro.

I<sub>i</sub>= Subíndice de i-ésimo parámetro.

La escala de clasificación de este índice es la siguiente: 0-25 pobre, 26-50 marginal, 51-70 regular, 71-90 buena, 91-100 excelente (Torres *et al.*, 2009). Entre las ventajas del índice se halla que permite a los usuarios una fácil interpretación, ayuda en la definición de prioridades con fines de gestión y es un índice sencillo. Entre las desventajas está el hecho de que es menos sensible a variaciones extremas en la calidad del agua, condición que limita su uso en la evaluación de la calidad en fuentes superficiales sometidas a cambios súbitos y extremos en sus características físicas, químicas y microbiológicas (Torres *et al.*, 2009).

Para el caso de México, se cuenta con un índice estandarizado para medir la calidad del agua, denominado Índice de Calidad del Agua (ICA), el cual está siendo aplicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y la Comisión Nacional del Agua (Conagua), basándose en el índice modificado propuesto por León-Vizcaino (1991).

El ICA es medido a partir del uso de tres indicadores: la DBO<sub>5</sub>, la DQO y los sólidos suspendidos totales (SST). Los dos primeros son utilizados para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales de origen municipal y no municipal. La DBO<sub>5</sub> determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la DQO mide la cantidad total de materia

orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua, con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos (Semarnat y Conagua, 2007).

Por su lado, los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de este indicador hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Para determinar los parámetros es necesario consultar las normas establecidas. El valor la DBO<sub>5</sub> se compara con la NMX-AA-028-SCFI-2001, el de la DQO con la NMX-AA-030-SCFI-2001 y los de SST con la NMX-AA-34-SCFI-2001. La escala de clasificación de los indicadores es la siguiente (ver Tabla 1):

**Tabla 1.** Escala de clasificación para la calidad del agua.

<b>Para DBO<sub>5</sub></b>	
Criterio ml/l	Clasificación
$DBO_5 \leq 3$	excelente
$3 < DBO_5 \leq 6$	buena calidad
$6 < DBO_5 \leq 30$	aceptable
$30 < DBO_5 \leq 120$	contaminada
$DBO_5 > 120$	fuertemente contaminada
<b>Para DQO</b>	
Criterio ml/l	Clasificación
$DQO \leq 10$	excelente
$10 < DQO \leq 20$	buena calidad
$20 < DQO \leq 40$	aceptable
$40 < DQO \leq 200$	contaminada
$DQO < 200$	fuertemente contaminada
<b>Para SST</b>	
Criterio ml/l	Clasificación
$SST \leq 25$	excelente
$25 < SST \leq 75$	buena calidad
$75 < SST \leq 150$ e	aceptable
$150 < SST \leq 400$	contaminada
$SST > 400$	fuertemente contaminada

**Fuente.** Semarnat y Conagua (2007).

Entre las ventajas de este índice se encuentra que es confiable para determinar el grado de contaminación del agua y es fácil de interpretar los resultados con miras a la toma de decisiones en el manejo de los recursos acuáticos. La desventaja es que su aplicación

requiere de equipo e instalaciones especiales, así como de personal calificado para tomar las muestras y hacer análisis de laboratorio, además de que el proceso tiene un costo económico alto (Pérez, Pineda y Medina, 2007).

#### **4.1.3. CALIDAD BIOLÓGICA**

Mediante los índices biológicos se obtiene información del presente y pasado sobre lo ocurrido en las aguas de los sistemas fluviales, tomando en cuenta como indicadores de contaminación el monitoreo de organismo presentes en el sistema, como bacterias, protozoos, fitoplancton, macrofitas, peces o macroinvertebrados (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega 1988).

La mayor diferencia entre estos índices con los fisicoquímicos es que permiten indicar el estado del agua en un periodo prolongado de tiempo, definido por la duración del ciclo vital de cada individuo, magnitud de colonias etc.; sin embargo, es imposible identificar los agentes contaminantes existentes, por lo que su utilización es complementaria y no sustitutiva de los índices fisicoquímicos (Rosas-Acevedo *et al.*, 2014).

El Índice *Biological Monitoring Working Party* (BMWP, por sus siglas en inglés) fue creado por Hallawell (1978) y modificado por Armitage, Moss, Wright y Furse (1983) para los ríos de Gran Bretaña. Éste se basa en la asignación de valores de tolerancia a la contaminación de familias de macroinvertebrados acuáticos. Dichos valores están comprendidos entre el valor de uno (familias muy tolerantes) hasta 10 (familias intolerantes).

La suma de los valores obtenidos para cada familia identificada en un sitio de muestra establecerá el grado de contaminación del sitio estudiado. Finalmente, tras la suma de los valores correspondientes a cada una de las familias presentes en la zona, se obtiene un valor que resulta en la condición de la calidad del agua, la cual se clasifica de la siguiente manera: >120 constituye aguas muy limpias, 101-120 aguas limpias, 61-100 para aguas ligeramente contaminadas, 36-60 determina aguas contaminadas, 16-35 corresponde a aguas muy contaminadas y < 16 para aguas fuertemente contaminadas. Este índice ha sido adaptado para su aplicación en otros sistemas fluviales en la España (Alba-Tercedor *et al.*, 2002), Colombia (Roldán, 1999) y Australia (Tiller y Metzelling, 2002).

Entre las principales ventajas del uso de este índice se encuentra la confiabilidad de los resultados obtenidos, la rapidez y sencillez de su utilización y el bajo costo económico y

de tiempo (Medina-Tafur, Hora-Revilla, Asencio-Guzmán, Pereda-Ruíz y Gabriel Aguilar, 2010). Entre las desventajas se puede mencionar el empleo de datos cualitativos de presencia/ausencia, ignorando otros caracteres importantes como la abundancia y la biomasa de los organismos. La identificación de los organismos se lleva a cabo sólo hasta el nivel taxonómico de familia, omitiendo que los rangos de tolerancia de los taxones dentro una misma familia pueden variar (Forero, Longo, Ramírez y Chalar, 2014).

Otro índice de este tipo es el Índice Biótico de Familias (IBF), que desarrolló Hilsenhoff (1988) para ser utilizado en ríos de EE.UU. Su valor no es otra cosa que un promedio ponderado de la abundancia de los diferentes taxa, que en éste caso se identifica hasta el nivel de familia y se obtiene mediante la ecuación

$$IBF = \frac{\sum niTi}{N}$$

donde:

$ni$ = número de individuos por cada taxa.

$Ti$ = valor de ponderación asignado a cada taxa.

$N$ = total de individuos en la muestra.

El valor de ponderación representa la tolerancia de cada grupo de organismos a la contaminación orgánica y varía entre 0 y 10. El valor de 0 es asignado a las familias intolerantes a la contaminación orgánica, mientras que el valor 10 es para las familias más tolerantes. Por otro lado, la clasificación de la calidad del agua es la siguiente: 0-3.75 excelente, 3.76-4.25 muy buena, 4.26-5.00 buena, 5.01-5.75 regular, 5.01-6.50 regular-pobre, 6.51-7.25 pobre y 7.26-10.00 muy pobre (Segnini, 2003). Cabe mencionar que el IBF es uno de los índices más utilizados (Blocksom, Kurtenbach, Klemm, Fulk y Cormier, 2002).

Entre las ventajas que reúne este índice se puede mencionar que la información está resumida en un único valor que se compara con el valor de un patrón, es poco costosa si se considera la baja relación costo/beneficio en su aplicación y refleja de manera confiable las respuestas biológicas de la biota a la intervención humana (Carvacho, 2012). La desventaja principal es que está diseñado para valorar la respuesta de la comunidad de macroinvertebrados a tipos específicos de perturbación, como la contaminación orgánica (Norris y Georges, 1993).

Los diferentes índices expuestos con anterioridad han sido desarrollados para conocer, determinar e identificar la calidad ecológica de los ecosistemas fluviales, los cuales se encaminan a proponer las condiciones más idóneas que dichos sitios deben tener para un funcionamiento adecuado entre los diferentes componentes que conforman un ecosistema fluvial. Es decir, a partir del resultado de estos índices se tiene una mejor perspectiva para el aprovechamiento, conservación o protección de los ecosistemas fluviales, y con ello se planteen diversas actividades que mejoren la calidad de vida de los habitantes (Cachón de Mesa, 2002). A continuación, a manera de síntesis (ver Figura 11) se detallan los diferentes componentes que se examinaron en este apartado.

<b>Categoría</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Índice</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Variables</b>	<b>Valorado por</b>	<b>Técnicas</b>	<b>País donde se desarrolló</b>
<b>Calidad Ecológica</b>	Calidad Hidromorfológica	RHS	Observacional	Caracterizar y valorar la estructura física de los cursos de agua	Grado de sinuosidad, pendiente de río, variaciones en anchura, profundidad del canal fluvial y tipo de valle	Curso de capacitación y/o expertos	Observación, fichas de campo, registros de datos	Gran Bretaña
		QBR	Observacional	Evaluar la calidad ambiental de las riberas de los ríos	Grado de cubierta vegetal de la zona de ribera, estructura de la cubierta, calidad de la cubierta y grado de naturalidad del canal fluvial	Personas en general	Observación, hojas de campo y registros de datos	España
		IHF	Observacional	Valoración de la heterogeneidad del hábitat de cauces fluviales	Distribución de rápidos-pozas, frecuencia de rápidos, composición del sustrato, regímenes de velocidad-profundidad, porcentaje de sombra en el cauce, elementos de heterogeneidad y cobertura de vegetación acuática	Expertos	Observación, fichas de campo, registros de datos, toma de muestras y laboratorio	España
		RQI	Observacional	Conocer el estado de conservación de las riberas fluviales	Continuidad de la vegetación, composición y estructura de la vegetación, condición de las orillas,	Personas en general y/o expertos	Observación, fichas de campo, registros de datos y fichas de observación	España



Calidad Fisicoquímica	ICA-NSF	Observacional	Determinar la calidad del agua	conectividad transversal y vertical Cambio de temperatura, pH, OD, DBO, SDT, turbiedad, coliformes fecales, nitrógeno total y fósforo total	Expertos	Observación, fichas de campo, levantamiento de muestras y laboratorio	EE.UU.
	UWQI	Observacional	Describir la calidad de las aguas superficiales utilizadas para el abastecimiento de agua potable	Cadmio, cianuro, mercurio, selenio, arsénico, fluoruro, nitratos, OD, DBO <sub>5</sub> , fósforo total, pH y coliformes totales	Expertos	Observación, fichas de campo, levantamiento de muestras y laboratorio	Comunidad Europea
	ICA	Observacional	Determinar la calidad del agua	DBO <sub>5</sub> , DQO Y SST	Expertos	Observación, fichas de campo, levantamiento de muestras y laboratorio	México
Calidad Biológica	BMWP	Observacional	Determinar el estado ecológico del ecosistema fluvial	Familias de macroinvertebrados tolerantes a la contaminación biológica	Expertos	Observación, fichas de campo, levantamiento de muestras y laboratorio	Gran Bretaña
	IBF	Observacional	Determinar el estado ecológico del ecosistema fluvial	Abundancia de los diferentes taxas	Expertos	Observación, fichas de campo, levantamiento de muestras y laboratorio	EE.UU.

**Figura 11.** Resumen de los índices de evaluación de la calidad ecológica del ecosistema fluvial.

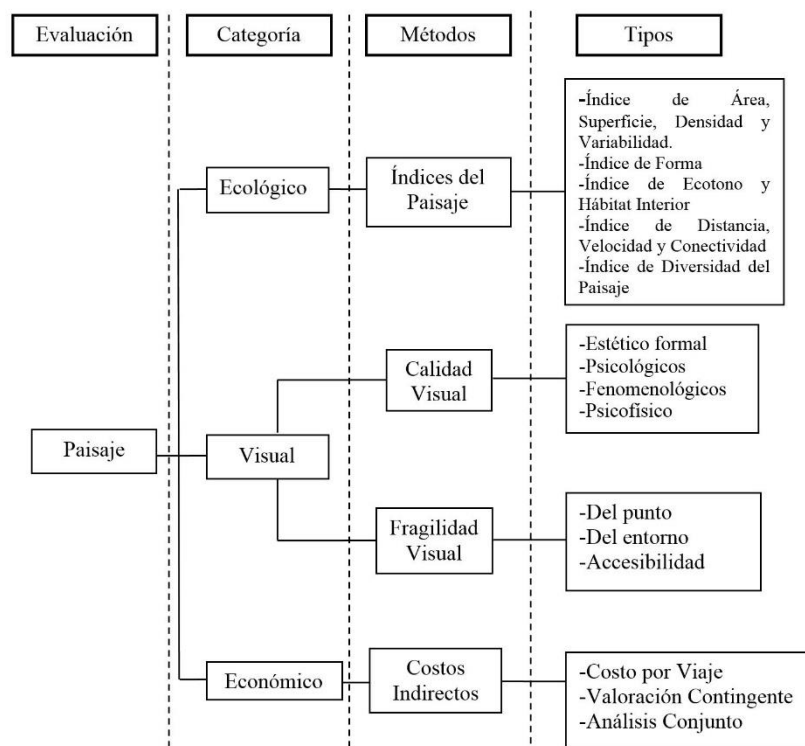
**Fuente.** Elaboración propia.

Como se ha visto anteriormente, existen diversos índices orientados a evaluar la calidad ecológica desde diferentes enfoques, sin embargo, la mayoría de ellos fueron desarrollados para aplicarse en ambientes preferentemente naturales; es decir, el factor urbano no es mensurable en el proceso. Por otra parte, las mediciones del aspecto biológico (la vegetación) se hace a partir del criterio de la persona efectúa el levantamiento de datos, lo que implica un sesgo en la evaluación. Por lo tanto, para esta investigación será necesario diseñar un índice para evaluar la calidad de la vegetación de ribera a partir de un muestreo. Para medir el aspecto físico se adaptará del índice QBR el bloque de naturalidad del canal fluvial, pues es de los pocos que mide este atributo y el proceso de medición es el más práctico, sencillo y confiable en comparación con los otros índices.

El objetivo de este apartado es hacer una revisión de los diferentes métodos que existen para evaluar el paisaje. Estos métodos se han clasificado en tres categorías: ecológicos, visuales y económicos (ver Figura 12).

Los métodos ecológicos se enfocan a la evaluación ambiental de los sistemas naturales o ecosistemas que lo configuran: uno de los más utilizado es el Índice del Paisaje. Por otro lado, los métodos visuales determinan las características de los componentes territoriales y su distribución espacial a través de la percepción de expertos o de observadores del paisaje. Los métodos que se utilizan en esta categoría son los de calidad visual y fragilidad visual.

Por su parte, los métodos económicos se basan principalmente en la valoración que tienen los individuos sobre los paisajes desde la visión económica. El más utilizado es el de costos indirectos.



**Fuente.** Elaboración propia.

#### 4.2.1. MÉTODOS DE EVALUACIÓN ECOLÓGICA DEL PAISAJE

Dentro de la disciplina de la ecología del paisaje, entendida como una visión de la realidad que intenta integrar al máximo su complejidad a partir, por un lado, de la interpretación de la heterogeneidad horizontal como es el paisaje con un enfoque propio de la geografía que centra su atención en la distribución del paisaje en el territorio y por el otro, el análisis de la heterogeneidad vertical, una perspectiva de la ecología, que hace hincapié en la interrelación entre los distintos elementos bióticos y abióticos en una porción determinada del paisaje (De la Fuente, 2010). En donde se focaliza su atención en tres características: la estructura, la funcionalidad y el cambio espacial (Forman y Godron, 1986).

La combinación de los rasgos anteriores estructuran dentro de la ecología del paisaje el análisis y el estudio territorial que se fundamenta en un marco metodológico propio en el que los resultados tienden a ser eminentemente cuantitativos, de esta manera facilitan una evaluación de la situación y la evolución de los paisajes, con el objetivo final de proporcionar información útil para la conservación de los valores naturales y culturales del paisaje (Vila, Varga, Llausás y Ribas, 2006).

A continuación se enumeran y explican brevemente los Índices de Paisaje que resultan de la aplicación de métodos cuantitativos dentro de la ecología del paisaje, así como las limitaciones que presenta su cálculo e interpretación.

Según Botequila, Miller, Ahern y McGarigal (2006), en la ecología del paisaje los métodos cuantitativos son aplicables a partir de tres niveles:

1. A nivel de fragmento (*Patch level*). En donde los cálculos son aplicables a cada fragmento individualmente. Es el nivel adecuado para determinar cuál es el fragmento de mayor superficie entre todos los representados.
2. A nivel de clase (*Class level*). Se aplican a cada conjunto de fragmentos de la misma clase o que tienen el mismo valor o los que representan el mismo tipo de uso de suelo, hábitat, etc. Es el nivel apropiado para calcular cuál es la superficie que ocupa una determinada cobertura del suelo, como un bosque, o cuál es la extensión media ocupada por los fragmentos de bosque.

3. A nivel de paisaje (*Landscape level*). Los cálculos se aplican al conjunto de paisajes, a todos los fragmentos y clases a la vez. El resultado proporciona el grado de heterogeneidad o de homogeneidad del conjunto del área que se ha cuantificado.

De acuerdo con los autores citados, estos niveles de los Índices de Paisaje se dividen en cinco tipos:

1. Índices de Área, Superficie, Densidad y Variabilidad. Este índice se centra en las características de dimensión y en el número de fragmentos que conforman el área de estudio. Permite disponer de una primera aproximación general a las características morfológicas de un determinado paisaje. Se mide por medio de los siguientes indicadores: área, clase de área, total de área del paisaje, número de fragmento, densidad de fragmento, tamaño de fragmento y desviación estándar de fragmento.
2. Índices de Forma. Como especifica su nombre, están fundamentados en las características de forma de los fragmentos que constituyen un determinado paisaje. Este tipo de cálculos se basa en la relación entre área y perímetro, y facilita la comprensión de este factor fundamental a nivel morfológico y funcional. De esta tipología cabe destacar los siguientes: Índice de Forma, Índice de Forma del Paisaje y Dimensión Fractal.
3. Índices de Ecotono y Hábitat Interior. Permiten hacer cálculos sobre la amplitud del ecotono o hábitat de borde en relación con el hábitat interior. En el caso del ecotono, es preciso determinar una amplitud que será diferente en función de las propias características ambientales de cada fragmento y el contraste en relación con el fragmento o los fragmentos colindantes. El hábitat de interior se considera fundamental para la presencia y el mantenimiento de fauna y flora especialista, es decir, más exigente en sus requerimientos ecológicos, mientras que el hábitat de borde facilita la presencia de especies generalistas (Forman, 1995). De estos índices, cabe destacar los siguientes: perímetro, borde, densidad del borde, contraste de borde, núcleo de área, total de núcleo de área, porcentaje de núcleo de área del paisaje e Índice de Área Central.
4. Índices de Distancia, Vecindad y Conectividad. Estos índices calculan la distancia desde el hábitat de borde y ecotono de un fragmento hasta el fragmento más próximo

al mismo tipo. Se trata de índices fundamentales para poder valorar el grado de aislamiento o conectividad existente entre los distintos fragmentos, partiendo de la base de que un mayor aislamiento implica una reducción de las posibilidades de albergar o mantener un mayor grado de diversidad biológica (Forman, 1995; Hilty, Lidecker y Merenlender, 2006). De este tipo, se pueden destacar los siguientes: distancia más cercana a un fragmento igual, distancia máxima, Índice de Proximidad y proximidad media de fragmentos.

5. Índices de Diversidad del Paisaje. Estos índices aportan información relevante para poder comparar distintos paisajes o la evolución de un paisaje en diferentes momentos históricos. De este conjunto de índices cabe destacar el Índice de Diversidad de Shannon y el Índice de Diversidad de Simpson.

Para el cálculo de los índices señalados y con el fin de cuantificar las características de la estructura del paisaje, se han desarrollado diversos programas de computación. Entre los más destacados se encuentra Fragstats, el cual funciona en formato raster y es considerado el programa más completo debido a su diversidad y capacidad para desarrollar cálculos métricos. Le sigue Grass, el cual también funciona en formato raster, y dispone de un módulo específico para el análisis de la estructura del paisaje (Botequilla, Miller, Ahern y McGarigal, 2006; Turner, Gardner y O'Neill, 2001).

Entre las ventajas de utilizar este método se puede mencionar que las características principales de la calidad visual del paisaje son principalmente biológicas o ecológicas. El paisaje se caracteriza por el tipo o especies de plantas y animales presentes, zonas ecológicas u otros indicadores de los procesos ecológicos. Los seres humanos se caracterizan como usuarios del paisaje y su valoración es en forma de impactos estéticos negativos (Daniel y Vining, 1983).

Entre las consideraciones y limitaciones que es conveniente tomar en cuenta con el uso de los índices de paisaje está la necesidad fundamental de combinar varios de ellos para obtener una interpretación adecuada de las características morfológicas de los paisajes y de los patrones paisajísticos. Por ejemplo, los métodos ecológicos se realizan para áreas específicas, de forma que es difícil aplicarlos a los paisajes en general, por lo que son más bien utilizados para distinguir entre los entornos naturales y la influencia humana que se

ejerce sobre ellos y las evaluaciones se llevan a cabo normalmente por un experto en ecología (Daniel y Vining, 1983).

#### **4.2.2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN VISUAL DEL PAISAJE**

Los diferentes métodos de evaluación visual del paisaje abordan de diversas formas la problemática de la calidad intrínseca del paisaje, es decir, la respuesta estética y la adjudicación de un valor. Desde los años sesenta se vienen desarrollando numerosos métodos de evaluación del paisaje y el espectro puede quedar limitado en sus extremos con métodos basados en la valoración subjetiva, individual o de grupos de la calidad del paisaje (Shafer, Hamilton y Schmidt, 1969) y con métodos que utilizan atributos físicos del paisaje como sustitutivo de la percepción personal (Linton, 1968).

Dentro de los métodos de evaluación de la calidad visual, varios autores han propuesto diferentes formas de clasificarlos, por ejemplo, en métodos de inventarios descriptivos y métodos de preferencia (Arthur, Daniel y Boster, 1977), o bien métodos directos e indirectos (Briggs y France, 1980). Para esta investigación se ha retomado la clasificación hecha por Lothian (1999) y Mather (1986), quienes argumentan que la evaluación de la calidad visual ha seguido tradicionalmente dos enfoques: un objetivo o analítico, destinado a identificar componentes mensurables determinantes de la calidad del paisaje, y otro subjetivo o de preferencias, el cual se lleva a cabo a partir de juicios o preferencias expresadas por los sujetos.

En la clasificación de Lothian (1999) también se agregan los métodos mixtos, es decir, existe la necesidad de tener una visión completa de todos los métodos usados para evaluar la calidad del paisaje. Por otra parte, para la evaluación de la fragilidad la mayoría de los métodos han surgido ante problemas concretos: extracción de recursos mineros, urbanizaciones, plantas de energía, actividades agrícolas, forestales, recreativas, etc., por lo que presentan una tipología menos definida que en el caso de la valoración de la calidad visual (Aguiló, 2004).

La calidad visual del paisaje es entendida como el grado de excelencia de un recurso o de un punto del territorio, el cual tiene un mérito para ser conservado, generándose con ello su uso a perpetuidad. La calidad del paisaje debe entenderse como el grado de excelencia de sus características visuales, olfativas y auditivas con respecto a otro (De la Fuente, 2010).

La calidad del paisaje es un concepto intuitivo y en general personal, derivado de los valores culturales y perceptuales de los sujetos (De la Fuente, 2010), que viene expresado por la combinación armónica de la disposición de formas, volúmenes, colores, texturas, etc., en relación con los cánones de belleza expresados por un indicador de calidad escénica del paisaje. Muchos paisajes son el escenario de las actividades humanas, son objeto de admiración y agrado y producen sentimientos y emociones profundas más allá de lo estético (Aguiló, 2004).

Los métodos objetivos son los más antiguos y forman el grupo más numeroso de técnicas de valoración de la calidad paisajística. Son utilizados para establecer la calidad del paisaje por medio de características físicas como topografía, usos del suelo, presencia de agua, etcétera (Aguiló, 2004).

Estos métodos han sido desarrollados principalmente en países anglosajones y consideran la calidad escénica del paisaje como un valor intrínseco del territorio mediante el análisis y descripción de sus componentes (montañas, cuerpos de agua, vegetación, etc.) (De la Fuente, 2010). Las características de estos componentes son determinadas a través del establecimiento de ponderaciones o valores asignados por expertos, con lo que proporcionan una valoración de la calidad del paisaje basada en una aplicación y precisión cuantitativa (Aguiló, 2004; De la Fuente, 2010; García y Cañas, 2001). Entre los métodos objetivos se puede mencionar al método estético-formal.

Dentro del método estético-formal los valores estéticos son inherentes a las características abstractas del paisaje, es decir, la calidad estética reside en las propiedades formales del paisaje. Estas propiedades se definen como formas básicas, líneas, colores y texturas, así como sus interrelaciones (Daniel y Vining, 1983). En este método, por primera vez los paisajes se analizan en sus propiedades abstractas formales (Aguiló, 2004).

Las relaciones entre estos elementos son examinadas para clasificar cada área en términos de variedad, unidad, integridad u otras características formales. Debido a que se requiere formación académica, el método es aplicado casi siempre por un experto, que por lo general es un arquitecto paisajista (Daniel y Vining, 1983).

Una de las evaluaciones en esta línea es el método que desarrolló Smardon (1979), denominado *Bureau of Land Management* (BLM, por sus siglas en inglés), el cual aplica la



calidad visual a unidades de paisaje, definidas según la fisiografía y vegetación de la zona de estudio. En cada unidad se valoran aspectos diversos como morfología del terreno, vegetación, agua, color, contexto escénico, rareza y actuaciones humanas.

Cada componente del paisaje tiene una valoración que oscila de 0 a 5. La suma total de los puntos determina tres clases de calidad visual: Clase A o paisaje de calidad alta, que constituye áreas con rangos singulares y sobresalientes con valores de 19 a 35 puntos; Clase B o paisaje de calidad media, representado por áreas cuyos rangos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcional, obteniendo valores de 12 a 18 puntos; y por último, Clase C o paisaje de calidad baja, áreas con muy poca variedad de la forma, color, línea y textura y valores de 4 a 11 puntos.

Entre las ventajas del uso de este método es que es de fácil interpretación, el costo económico del procedimiento es relativamente bajo y no es necesario el uso de técnicas computacionales sofisticadas. Entre las desventajas se encuentra que no se puede aplicar directamente debido a que están diseñados para grandes superficies y vegetación diseminada; es necesaria la colaboración de varios evaluadores expertos y el resultado final de la valoración del paisaje es el valor medio emitido por ellos. Por otro lado, la utilización de diferentes tipos de descriptores del paisaje es muy limitada (Aguiló, 2004).

Una de las críticas más extendida a este tipo de métodos radica en que, en la búsqueda de una máxima objetividad, terminan valorando cosas que pueden no tener nada que ver con la calidad visual o la belleza del paisaje, mientras que los subjetivos evalúan más claramente este aspecto (Aguiló, 2004; García y Cañas, 2001). Por otra parte, excluye la participación ciudadana, lo que debilita la evaluación al eliminar la diversidad en la percepción de los paisajes (Muñoz-Pedrerros, 2004).

Por otra parte, los métodos subjetivos establecen que la calidad del paisaje es proporcionada a través de un constructo humano, el cual se establece por medio de la interpretación de juicios, preferencias y percepción, y estos son distinguidos o emitidos por distintos grupos de observadores (De la Fuente, 2010).

Dentro de los métodos subjetivos, dada su importancia, se encuentran los métodos psicológicos y fenomenológicos (García y Cañas, 2001). Los métodos psicológicos hacen un

análisis dimensional de las preferencias de las personas por diferentes paisajes, en donde las principales variables de son complejidad, misterio, legibilidad y coherencia (Buhyoff, Miller, Roach, Zhou y Fuller, 1994; Kaplan y Kaplan, 1989).

El método psicológico se refiere a las sensaciones y percepciones de las personas que habitan, visitan u observan el paisaje. Un paisaje de alta calidad evoca sentimientos positivos, como la seguridad, la relajación, la calidez, la alegría o la felicidad, mientras que uno de baja calidad se asocia con el estrés, el miedo, la inseguridad, la restricción, la tristeza y otras sensaciones negativas (Daniel y Vining, 1983).

Dado que los métodos psicológicos se basan en la valoración subjetiva del paisaje por una muestra representativa de la sociedad (García y Cañas, 2001), y en uno o más valores de escala cuantitativa para cada paisaje valorado, su fiabilidad y sensibilidad se pueden determinar con precisión. Ésta es una ventaja importante, ya que los usuarios de estas valoraciones pueden conocer el grado de precisión para demostrar la confianza de los valores del paisaje producidos, por lo que en este sentido hay un elemento importante de validez inherente en el método (Daniel y Vining, 1983).

Para valorar el paisaje desde la perspectiva psicológica, se recurre a la aplicación de una encuesta de opinión o preferencias, utilizando un cuestionario que incluye datos generales del encuestado, como edad, género, nivel de estudios, lugar de residencia, etc.; preguntas de opinión, como tipos de paisajes que distingue, lugares más bellos, etc.; y por último, una plantilla para elegir la opción deseada según la técnica implementada (De la Fuente, 2002). Para este último aspecto, existe una gran variedad de técnicas de valoración, como por medio de fotografías o diapositivas (De la Fuente y Mühlhauser, 2014; Kalivoda, Vojar, Skřivanová y Zahradník, 2014; Múgica, 1993), video (Bergen, McGaughey y Fridley, 1998; Morgan, 1999; Orland, 1993;), simulación gráfica (Kevin y Buhyoff, 1993; Gómez-Limón y De Lucio, 1999; Nakamae, Qin y Tadamura, 2001) e internet (Roth, 2006; Wherrett, 1999; 2000).

De las técnicas antes mencionadas, el uso de las fotografías en sustitución de los paisajes reales ha tenido una validez establecida por diversos autores en investigaciones de este tipo (Shafer y Brush, 1977; Shafer y Richards, 1974; Law y Zube, 1983), lo cual ha

generado que en la actualidad sea una de las técnicas más utilizadas en la valoración del paisaje (Kaplan, Kaplan y Brown, 1989; Ryan, 1998; Shuttleworth, 1980).

Para valorar las fotografías se han desarrollado diferentes procesos en los que se pide a la persona encuestada realizar una determinada tarea sobre las imágenes, las cuales pueden ser la asignación de un adjetivo entre diversos pares opuestos (Anderson y Schroeder, 1983; Corraliza, 1991; Craik, 1975), la ordenación de las escenas por rangos en función de su valor escénico (Shafer y Brush, 1977), la valoración cuantitativa de la fotografía en función de una escala jerarquizada predeterminada (Brown y Daniel, 1990; Cook y Cable, 1995; De la Fuente y Mühlhauser, 2012; Hammit, Patterson y Noe, 1994) o la elección de una fotografía por cada par de una colección de pares de imágenes (Barrasa, 2007; Barrasa, 2013; De la Fuente, 2002; Requena, 1998).

Entre las ventajas de este método se encuentra que es posible identificar los valores estéticos y emocionales del paisaje por medio de las preferencias de los encuestados y también permite detectar las discrepancias en el gusto de individuos de diferente edad, sexo, nivel sociocultural, etc. Sin embargo, entre las desventajas se encuentra que si no se cuenta con una muestra representativa el estudio puede tener sesgos, debido a que se clasifica en función de los individuos que participan en la valoración. Lo anterior repercute en el tamaño de la muestra y en el costo económico para la aplicación.

Por su parte, el método fenomenológico pone mayor énfasis en las sensaciones subjetivas individuales, expectativas e interpretaciones. La percepción del paisaje se conceptualiza como un encuentro íntimo entre una persona y el medioambiente (Daniel y Vining, 1983). Los métodos fenomenológicos no suelen utilizarse para clasificar los paisajes en términos de belleza escénica, sino que más bien ponen más énfasis en cuestiones personales, experimentales y emocionales (García y Cañas, 2001).

El método fenomenológico representa el extremo de la determinación subjetiva de los rasgos relevantes del paisaje. Sin embargo, debido a su énfasis en el papel único de las experiencias individuales, intenciones y expectativas, este método sirve para proporcionar información sobre la importancia del contexto humano en que están enclavados los paisajes (García y Cañas, 2001).

Una de las técnicas empleadas en este método es la desarrollada por Kevin Lynch a través de mapas mentales, en donde el paisaje se organiza a partir de elementos de jerarquía y estructuración definidos, tales como sendas, bordes, barrios o distritos, hitos y nodos (Lynch, 2001). La técnica se basa en el análisis de la legibilidad y facilidad de formar imágenes (Ponce, Dávila y Navalón, 1994). Estos mapas mentales se complementan con una entrevista, cuyos resultados, contrastados posteriormente con la realidad objetiva, permiten identificar los desajustes entre espacio real y espacio percibido (Sánchez, 2010).

Entre las ventajas de este método está el que se pueden identificar los espacios más significativos a través de las experiencias o vivencias de las personas. Sin embargo, entre las desventajas se encuentra que es necesario llegar a la saturación de información, porque las experiencias son desarrolladas por los intereses, motivaciones y situaciones personales de los individuos. Al tratar de llegar a la saturación se emplea un periodo largo de tiempo haciendo las entrevistas y mapas mentales.

Por otro lado, los métodos mixtos tratan de unir las ventajas de los métodos objetivos y los subjetivos, combinando dos elementos: las encuestas de referencia pública cuantitativa y el inventario de rasgos del paisaje. Son la tendencia más moderna en métodos de valoración. Se basan en que ésta debe apoyarse en un valor subjetivo pero a la vez se debe usar la disgregación en componentes del paisaje, la cual debe realizarse por dos motivos: comprobar la validez de la valoración del paisaje y simplificar la valoración (García y Cañas, 2001).

Además de esto, la aplicación de los métodos mixtos proporciona muchos datos relevantes acerca de las actuaciones sobre el territorio, anticipando de alguna manera sus posibles repercusiones sobre el medio. Los métodos psicofísicos establecen que la base de la calidad escénica está constituida a través de las características físicas del paisaje y el proceso de percepción física y valoración que realiza el observador. A partir de la disposición de diversos elementos visuales —directamente en el territorio o mediante fotointerpretación— se establece la relación con la calidad escénica observada por medio de métodos numéricos y estadísticos (Daniel, 2001).

Las características del paisaje, como la cobertura y uso del suelo, la estructura de la masa forestal y la disposición, se miden cuantitativamente y están relacionadas con el juicio

de calidad escénica. El uso de regresión lineal múltiple ha sido recientemente la técnica que más ha sido utilizada para determinar estas relaciones (Buhyoff *et al.*, 1994).

Entre las ventajas del uso de este método se encuentra que son útiles en muchos contextos de gestión debido a sus características, como precisión cuantitativa, objetividad y percepción del público. Las evaluaciones no se basan en la opinión de un experto, sino que reflejan un consenso entre los observadores (Daniel y Vining, 1983).

Entre las desventajas se menciona que puede ser costoso y requerir de mucho tiempo, además de que se limitan a un tipo particular de paisaje y un tipo de población, por lo que en el corto plazo no son muy eficientes (Daniel y Vining, 1983). Aunado a esto, la estructura de estos modelos es a menudo un factor limitante en su valor explicativo y amplia generalización (Buhyoff *et al.*, 1994).

Por otro lado, la fragilidad visual del paisaje se define como la susceptibilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él (Cifuentes, 1979). Expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Aguiló, 2004).

En una gran mayoría los estudios que tratan el tema de fragilidad visual del paisaje se basan en las siguientes variables establecidas por Aguiló (1981):

1. Fragilidad visual del punto (factores biofísicos), que son integrados por suelo y cubierta vegetal, pendiente y orientación.
2. Fragilidad visual del entorno (factores morfológicos de visualización) es el resultado de la integración de las variables como tamaño, compacidad y forma de la cuenca visual, así como altura relativa del punto respecto a su cuenca visual.
3. Singularidad de las características histórico-culturales del territorio, teniendo como variables elementos únicos y zonas singulares.
4. Accesibilidad de la observación, tomando como variables distancia, restricciones y vistas escasas.

La combinación de la fragilidad visual del punto y del entorno define la fragilidad visual intrínseca de cada punto del territorio y la integración global con el elemento accesibilidad, lo que da como resultado la fragilidad visual adquirida (Aguiló, 2004).

Como consideraciones finales, la valoración en términos de calidad y fragilidad visual permiten adquirir conocimientos sobre el territorio, es decir, definir áreas potenciales de aprovechamiento integral de los recursos naturales, así como la recuperación de zonas degradadas, lugares con aspectos singulares y la creación, conservación y protección de corredores ecológicos, además del aprovechamiento de áreas con potencial paisajístico. Por lo tanto, la calidad visual y fragilidad del paisaje son aspectos complementarios a considerar en la planificación de usos y actividades a desarrollar en un territorio determinado. Mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio que se analiza, la fragilidad depende del tipo de actividad que se piensa desarrollar (De la Fuente, 2010).

#### **4.2.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PAISAJE**

Los análisis económicos convencionales tienden a suponer que las preferencias humanas individuales están dadas y son fijas y que el papel de la economía consiste en satisfacer aquellas preferencias de la forma más eficiente posible; por lo tanto, el tema de las valoraciones es inseparable de las elecciones y decisiones que se toman acerca de los paisajes (Costanza *et al.*, 1999).

Los activos paisajísticos, es decir, aquellos bienes y servicios que el paisaje proporciona, en muchas ocasiones no son tomados en cuenta desde la visión económica debido a la dificultad de aplicar los métodos de valoración necesarios, por lo tanto se argumenta que no es posible establecer o colocar un valor a intangibles tales como la vida humana, la estética ambiental o los beneficios ecológicos a largo plazo (Costanza *et al.*, 1999). En este sentido, el tema de la valoración económica de los activos paisajísticos es una tarea tan ineludible como compleja. (Cortina, 2009; Costanza *et al.*, 1999).

Desde la disciplina de la economía ambiental, se ha abordado el tema de la valoración económica del paisaje (Álvarez-Farizo y Figueiredo, 2008). Para aproximarse al valor del recurso paisajístico se establecen los costos de explotación del recurso, es decir, los valores de uso directo, sin embargo otra parte del valor económico de los activos corresponde a funciones del paisaje (valores de uso indirecto) que carecen de mercado (Cortina, 2009).

Cuando el mercado no captura el valor directo es posible aplicar una serie de métodos indirectos de valoración que utilizan las preferencias reveladas de los consumidores como

mecanismo para acceder al mismo, entre los cuales se encuentra el método de costo del viaje y el método de valoración contingente (Cortina, 2009; Santos, 1998).

El método de costo por viaje (MCP) calcula los gastos que una persona tiene que hacer para visitar un determinado paisaje, por el cual se mide el valor de uso de dicho lugar. Este método consiste en aproximar el valor que una persona concede a un espacio recreativo, a través de los costos en que ha incurrido para visitarlo (costo de traslado, tiempo empleado, etc.). Así, aunque el precio de entrada a ese paisaje sea cero, el costo de acceso al mismo siempre será superior (Cortina, 2009; García y Cañas, 2001).

Este método se lleva a cabo por medio de un cuestionario que se les aplica a los visitantes, para de esta manera determinar la relación existente entre número de visitantes (cantidad) y costo de desplazamiento (precio), que será la relación correspondiente a una función de demanda. Este método se emplea mayormente a espacios naturales con fines recreativos (Cortina, 2009).

Entre las ventajas de este método se puede mencionar que es de fácil aplicación y entre las desventajas está que en realidad solamente se determina la inversión que las personas hacen para ir a visitar un espacio y no el valor económico que están dispuestos a pagar por visitarlo (Cortina, 2009).

Por otra parte, en la segunda mitad de los años ochenta aparecieron dos libros sobre método de valoración contingente (MVC) realizados por Cummings, Brookshire y Schulze (1986) y Mitchell y Carson (1989), quienes contribuyeron decisivamente a la popularización del método en EE.UU., y muchos otros países. El MVC es ampliamente utilizado en la valoración de bienes ambientales gracias a que presenta una alta flexibilidad para abordar todo tipo de bienes públicos y situaciones y genera un método hipotético y directo que se basa en la información que revelan las personas a través de la aplicación de un cuestionario (Hanemann, 1984; Mitchell y Carson, 1989). De esta forma, se evita el obstáculo que supone la ausencia de mercado para los bienes ambientales, enfrentado a los evaluadores, generalmente a través de una encuesta, con mercados hipotéticos en los cuales tienen la oportunidad de mostrar su máxima disposición al pago por el bien ambiental en cuestión o su disposición de aceptar una compensación por una pérdida hipotética (Sayadi, González-Roa y Calatrava-Requena, 2009).

La ventaja de este método es que con su aplicación se determina la disposición de la población a pagar por la conservación de un bien material, en este caso un paisaje (Sayadi *et al.*, 2009). Por otro lado, entre las desventajas se encuentra que la valoración radica en la honradez de las respuestas y la gran cantidad de sesgos que este tipo de métodos posee.

Como reflexión final se puede anotar que es necesario tener en cuenta la valoración económica de los recursos paisajísticos, puesto que es ineludible la determinación de un valor económico a este recurso intangible, sobre todo cuando se toman decisiones o definen prioridades públicas. Se pueden hacer valoraciones explícitas o no, emprenderlas usando lo mejor de la ciencia y los conocimientos debido a que al hacer elecciones se están realizando valoraciones (Costanza *et al.*, 1999). Aunque para esta investigación la valoración económica no se encuentra dentro de los objetivos, es necesario tener la visión económica del paisaje, puesto que el trabajo se sustenta en el paradigma del DS, el cual se funda en tres enfoques: ecológico, social y económico.

Como se ha observado, los métodos antes expuestos han sido concebidos para evaluar la calidad visual del paisaje. A partir de los resultados de los estudios se tiene una mejor perspectiva para una correcta armonización en la distribución de usos y actividades en el territorio, así como para comprender sus implicaciones ecológicas, sociales y económicas en el carácter del lugar compaginado con la apreciación paisajística de la población (De la Fuente, 2010). A continuación, a manera de síntesis (ver Figura 13), se detallan los diferentes componentes que se examinaron en este apartado.



Categoría	Método	Enfoque	Objetivos	Clasificación	Variables	Valorado por	Técnicas
Ecológico	Índices del paisaje	Objetivo	Determinar las áreas con alto potencial ecológico para su conservación y protección. Análisis de impacto ambiental.	Índice de Área, Superficie, Densidad y Variabilidad	Área, clase de área, total de área del paisaje, número de fragmento, densidad de fragmento, tamaño de fragmento, desviación estándar de fragmento	Grupo de expertos	Fotografías aéreas, imágenes satelitales, sistemas de información geográfica (SIG)
				Índice de Forma	Índice de forma, índice de forma del paisaje, dimensión fractal		
				Índice de Ecotono y Hábitat Interior	Perímetro, borde, densidad del borde, contraste de borde, núcleo de área, total de núcleo de área, porcentaje de núcleo de área del paisaje e índice de área central.		
				Índice de Distancia, Velocidad y Conectividad	Distancia más cercana a un fragmento igual, Distancia máxima, índice de proximidad y proximidad media de fragmentos		
				Índice de Diversidad del Paisaje	Índice de diversidad de Shannon e Índice de diversidad de Simpson		
Visual	Calidad visual	Objetivo	Clasificación del paisaje según su calidad visual	Estético Formal	Forma, color textura, unidad, intensidad de la composición, variedad, contraste.	Grupo de expertos	Fichas de ponderación, fotografías, diapositivas, video, internet
		Subjetivo	Determinan las preferencias del paisaje por categorías	Psicológicos	Sensaciones, percepciones y preferencias	Grupo de experto y/o grupo de sujetos	Cuestionario de opinión y/o preferencias, entrevistas, fotografías,

			Determina la importancia del contexto humano en que están enclavados los paisajes	Fenomenológicos	Significado, emociones y sentimientos	Grupo de sujetos	diapositivas, video, internet. Entrevista, mapas mentales, fotografías.
Mixto			Determinar la calidad visual para su protección y conservación.	Psicofísico	Cobertura del suelo, uso del suelo, estructura de la masa forestal y juicios de calidad escénica	Grupo de experto y/o grupo de sujetos	Cuestionario de opinión y/o preferencias, entrevistas, fotografías, diapositivas, video, internet.
Fragilidad Visual	Objetivo	Determinar la susceptibilidad visual para establecer un uso del paisaje y el estado en el que se encuentra.		Fragilidad del Punto	Vegetación e índice topográfico	Grupo de expertos	Observación directa <i>in situ</i> , fotografías, criterios de ordenación y puntuación
				Fragilidad del Entorno	Tamaño de la cuenca, compacidad, forma de la cuenca Visual		
				Accesibilidad	Distancia, restricciones visuales, vistas escasas.		
Económico	Método de Costos Indirectos	Objetivo	Determinar el valor económico del paisaje	Costo por Viaje	Costo de traslado y tiempo empleado	Grupo de sujetos	Cuestionario de opinión y entrevistas
				Valoración Contingente	Disposición a pagar por conservarlo	Grupo de sujetos	Cuestionario de opinión y entrevistas
				Análisis Conjunto	Oferta y demanda	Grupos de sujetos	Cuestionario de opinión y entrevistas

**Figura 13.** Resumen de métodos de evaluación del Paisaje.

**Fuente.** Elaboración propia.

Para poder llevar a cabo la evaluación de la calidad visual del paisaje fluvial del río Tamazula se decidió seleccionar el método psicológico con un enfoque subjetivo, pues a través de la implementación de este método es posible identificar las percepciones, preferencias y sensaciones que los individuos experimentan al observar o vivir un paisaje. Al determinar lo anterior, fue posible cumplir con uno de los objetivos específicos planteados en esta investigación.

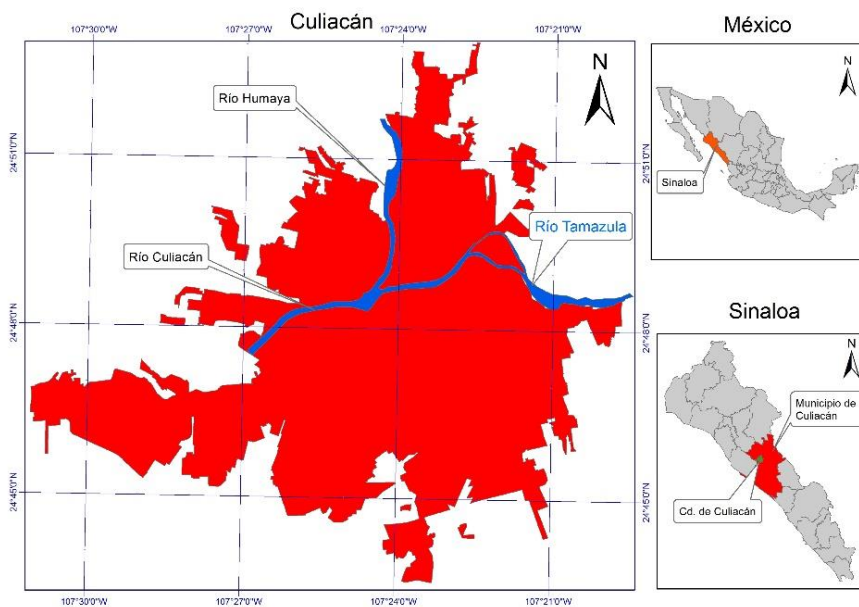
Como se pudo apreciar en este capítulo, existen distintos índices para evaluar la calidad ecológica, los cuales han sido usados y probados en diferentes latitudes del mundo. La mayoría de ellos se han empleado en ecosistemas fluviales tendientes más a la naturalidad, es decir, que el aspecto urbano no ha sido un indicador medido en el desarrollo de los diferentes índices.

Por otra parte, en lo referente a la evaluación del paisaje, también se han desarrollado un sinnúmero de métodos y técnicas para llevar a cabo este procedimiento. En el tema específico de la parte visual, se enfocan a dos aspectos principales: la calidad visual y la fragilidad, dos elementos independientes pero complementarios. Esta investigación se enfocó a la parte de calidad visual, determinándose la técnica más adecuada para implementar en este estudio.

## 5. RELACIÓN CIUDAD-ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO

El río Tamazula nace en la Sierra Madre Occidental en el estado de Durango. El escurrimiento medio anual es de 769 millones de metros cúbicos, con un máximo de 1073 millones y un mínimo de 337 millones; en su cauce se encuentra la estación hidrométrica de Sanalona, Sinaloa. El área de la cuenca hasta la estación es de 3657 kilómetros cuadrados, en una longitud de 250 kilómetros. Este río junto se une con el Humaya para formar el nacimiento del río Culiacán en la ciudad de Culiacán, Sinaloa (GES, 2009).

Culiacán (ver Figura 14) es la capital de estado de Sinaloa y cabecera del municipio del mismo nombre. Está situada en las coordenadas 24° 47'57" N y 107° 23'22" O, y se encuentra a 60 metros de altura sobre el nivel del mar (msnm) (INEGI, 2000). Según el censo de población 2010 realizado por el Instituto de Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la ciudad de Culiacán cuenta con una población de 675 773 habitantes, que representa el 24.5 % de la población total de estado, mientras que en términos porcentuales la zona urbana de Culiacán constituye el 79.3 % de la población del municipio (INEGI, 2011).



**Figura 14.** Localización de la ciudad de Culiacán, Sinaloa.

**Fuente.** Elaboración propia.

Según el sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1981), la ciudad de Culiacán tiene un clima tipo  $BS_I(h')w(e)$ , el cual corresponde a un clima

semiseco, de muy cálido a cálido, extremoso, con lluvias en verano y precipitación invernal en el rango entre los 5 y los 10.2 milímetros. Si bien la temperatura anual promedio es de 24.8 °C, durante el verano se registran temperaturas entre 35 °C y 42 °C, mientras que en invierno las temperaturas mínimas bajan hasta los 2 °C (IMPLAN-Culiacán, 2008).

La precipitación promedio anual es de 670 milímetros; la precipitación máxima promedio se presenta en el mes de agosto con 206.3 milímetros, mientras que la mínima ocurre en el mes de mayo con 1.2 milímetros (CAADES, 2010). En cuanto a la humedad relativa del aire, presentan valores promedio superiores al 58 %, con máximos cercanos al 99 % en los meses de verano y un mínimo de 22 % en invierno. Por su localización, la ciudad recibe de frente los vientos del noroeste en invierno y los del sur en temporadas de verano; generalmente, éstos están ligados a perturbaciones climáticas (Semarnat, 2007).

La ciudad de Culiacán está ubicada principalmente en un territorio conformado por valles, los cuales cuentan con pendientes muy suaves, menores al 5%. Hacia el sur y el oriente de la ciudad se registran las zonas con mayor pendiente, con cotas no mayores a los 240 msnm, mientras que para el norte y el poniente se encuentran cotas de hasta 30 msnm (IMPLAN-Culiacán, 2008)

Por otra parte, como ya se mencionó, el emplazamiento de ciudades en torno a un río ha sido una constante histórica (Rojas, 1997). Culiacán no es la excepción: desde su fundación, el 29 de septiembre de 1531, la ciudad ha tenido una estrecha relación con los tres ríos que corren a lo largo de la misma, pero particularmente el río Tamazula ha jugado aquí un papel preponderante, puesto que sobre su ribera derecha se enclavó el primer asentamiento humano, que después de tres siglos de su fundación alcanzó la categoría de ciudad (Nakayama, 1987).

En un inicio, el río Tamazula tenía un carácter potencial de abastecedor de agua, una actividad productiva y comercial mediante la pesca y funcionaba de espacio recreativo. Las riberas de los tres ríos, así como las llanuras de inundación, fueron respetadas por el crecimiento urbano, debido a las constantes avenidas que se suscitaban cada época de lluvias. Así, las ventajas reales y potenciales del curso fluvial se consideraban suficientes para aceptar sus inconvenientes (Nakayama, 1987).

Dicha situación se respetó hasta 1939, época en que, debido a la búsqueda de la modernidad en la ciudad, se inicia la construcción del Paseo Niños Héroes (malecón viejo), en la margen sur del río Tamazula, para posteriormente asentarse sobre esa vía las residencias de clase alta y convertir la avenida en un auténtico paseo para los habitantes de la ciudad, con inmejorables condiciones de aprovechamiento del paisaje natural (Ochoa, 2004).

Posteriormente, en 1990 se impulsó el proyecto Desarrollo Urbano Tres Ríos (DUTR), el cual planteaba los siguientes objetivos: reducir el riesgo de inundaciones anuales en temporadas de lluvias que implicaban los ríos que atraviesan la ciudad de Culiacán, protegiendo la vida y las propiedades de sus habitantes; crear reservas territoriales para hacer frente al crecimiento de la ciudad de una forma más completa e integrada, ofreciendo diferentes opciones de uso del suelo; coadyuvar en la solución de los problemas de vialidad generados por el acelerado crecimiento de la población; aprovechar el valor estético y el potencial recreativo de las riberas de los ríos preservando su patrimonio ecológico; regularizar la tenencia de la tierra y ordenar el desarrollo urbano en el área de los ríos, para crear certidumbre y sustento legal en desarrollos comerciales y habitacionales, entre otros (GES, 1991a).

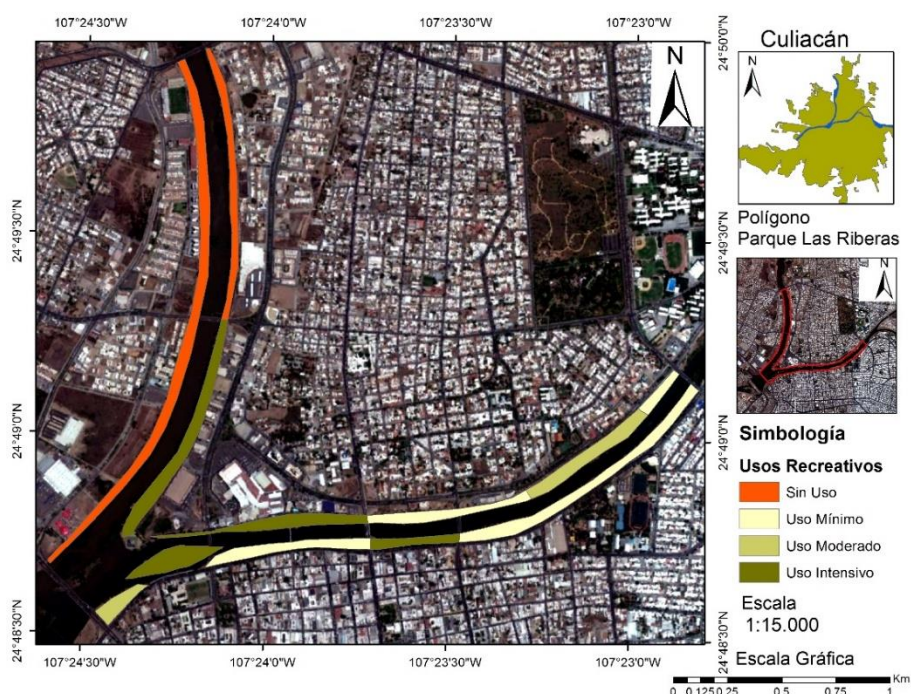
Con el transcurso de los años, el DUTR ha sido objeto de fuertes debates debido a que su implementación implicó el dragado y rectificación del cauce con el fin de tener una mayor capacidad de conducción, lo que provocó la deforestación de gran parte del bosque de ribera, además de que las zonas de inundación y ambas riberas fueron ocupadas para construir zonas habitacionales, turísticas y comerciales, así como vialidades y puentes a lo largo de las riberas (Félix, 2013).

Dicho proyecto generó problemáticas sociales y ambientales. Por un lado, lejos de reducir el riesgo de inundaciones, aumentó sus probabilidades e hizo a la población vulnerable, poniendo en riesgo las vidas y bienes materiales de los habitantes de estas zonas (Achoy, 2008). Por otro lado, propició la degradación de suelos, la tala masiva de árboles en riberas y la transformación y reducción del cauce, así como la desaparición de flora y la fauna nativas (IMPLAN-Culiacán, 2007).

En la actualidad, sobre las riberas de los ríos Humaya y Tamazula se encuentra el parque urbano Las Riberas (ver Figura 15), con una superficie de 121 hectáreas, de las cuales

76 corresponden al cuerpo de agua y 45 a las riberas. El parque tiene como visión ser el espacio público recreativo y sustentable más importante de la localidad, que se integra a la zona urbana sin perder sus características naturales (IMPLAN-Culiacán, 2007a).

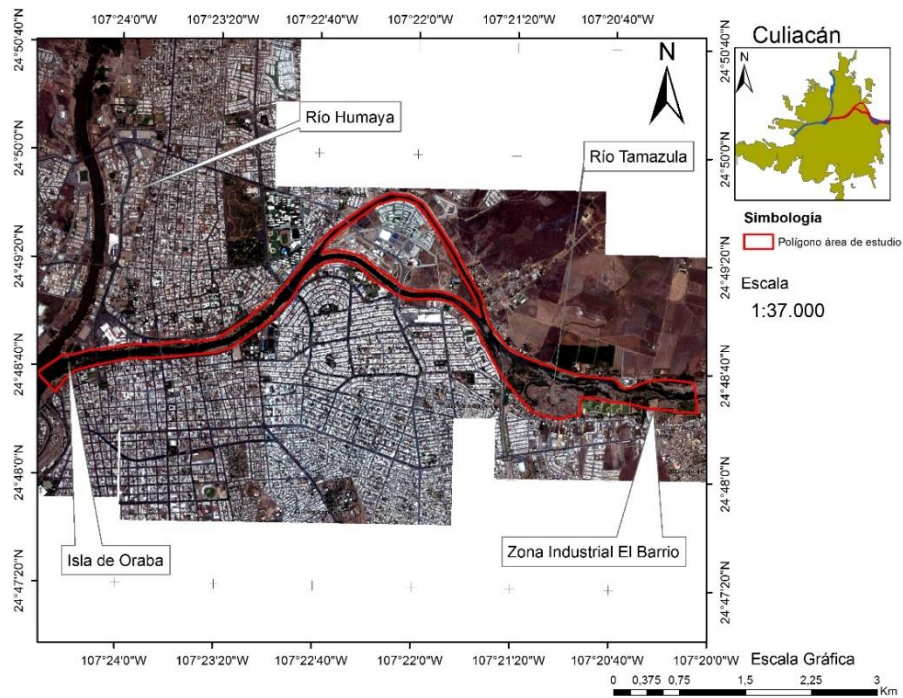
El uso recreativo del parque está clasificado en cuatro tipos: sin uso, mínimo uso, uso moderado y uso intensivo. Particularmente, en las riberas del río Humaya solamente se implementaron dos tipos de uso: sin uso y uso intensivo, y con respecto a las riberas del río Tamazula, los usos recreativos considerados son mínimo uso, uso moderado y uso intensivo (IMPLAN-Culiacán, 2007a).



**Figura 15.** Localización del Parque Las Riberas.

**Fuente.** Elaboración propia con información de IMPLAN-Culiacán, 2007a.

Aunque por la ciudad de Culiacán transitan tres ríos, se decidió realizar este estudio en el río Tamazula, tomando en cuenta las siguientes condiciones: ha jugado un papel preponderante a través de la historia de la ciudad de Culiacán, tiene una mayor consolidación urbana, ha tenido diferentes afectaciones en su estructura por la urbanización —en especial por el DUTR— y alberga los mayores usos recreativos del Parque Las Riberas. El área de estudio se delimitó de la zona industrial El Barrio, río abajo, hasta el parque urbano Isla de Orabá (ver Figura 16), con un trayecto de 9.5 kilómetros.



**Figura 16.** Área de estudio.

**Fuente.** Elaboración propia.

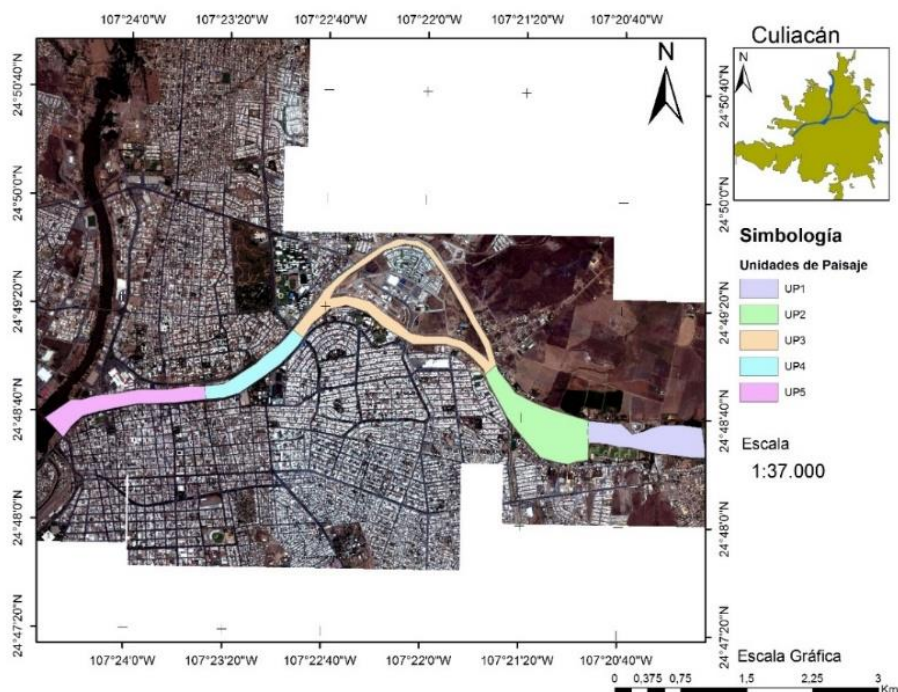
Una vez expuestos los aspectos por los cuales se seleccionó el río Tamazula como objeto de esta investigación, a continuación se desarrollará la metodología utilizada para la evaluación ecológica y visual del ecosistema.



## 6. PROCESO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA

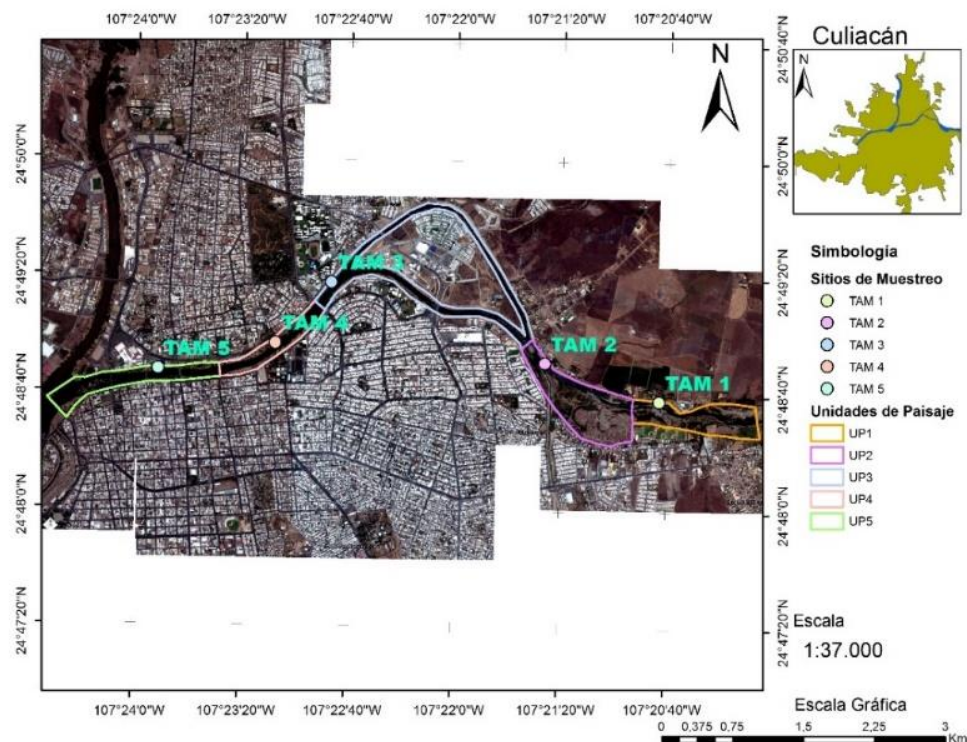
En este capítulo se presenta la metodología utilizada en esta investigación. Los métodos se determinaron en función del cumplimiento de los objetivos planteados. A partir del comparativo que se hizo en el capítulo quinto sobre los diferentes índices y métodos utilizados para evaluar tanto la calidad ecológica como la visual, se consiguió tener una perspectiva mucho más clara y precisa. De esta manera, en el inciso 6.1 se explica el procedimiento llevado a cabo para la evaluación de la calidad ecológica y en el 6.2 para la evaluación de la calidad visual del paisaje.

Para realizar la evaluación ecológica y visual del ecosistema del río Tamazula, primero se hizo un recorrido exploratorio en ambas márgenes de las riberas a lo largo de los 9.5 kilómetros que el río transita por la zona urbana. Con este proceso se observaron diversas áreas homogéneas en el hábitat del ecosistema fluvial. Para identificar con mayor precisión estas áreas, en un segundo recorrido se tomaron en cuenta cuatro aspectos: estructura de la vegetación, morfología de las riberas y del cauce y tipo de uso recreativo. A partir de estas observaciones se identificaron cinco unidades de paisaje (UP) (ver Figura 17).



**Figura 17.** Localización de unidades de paisaje.  
**Fuente.** Elaboración propia.

Cada UP es homogénea en sus componentes paisajísticos, pero se diferencian claramente de las otras. De esta forma se obtuvo una representatividad de la heterogeneidad del paisaje presente en el ecosistema fluvial urbano. Para realizar la evaluación ecológica, por cada UP se seleccionó un sitio de muestreo (ver Figura 18), al cual se le designó una nomenclatura identificada por las tres primeras letras del nombre Tamazula, seguida de un número natural consecutivo en dirección río abajo (ver Tabla 2).



**Figura 18.** Localización de puntos de muestreo.

**Fuente.** Elaboración propia.

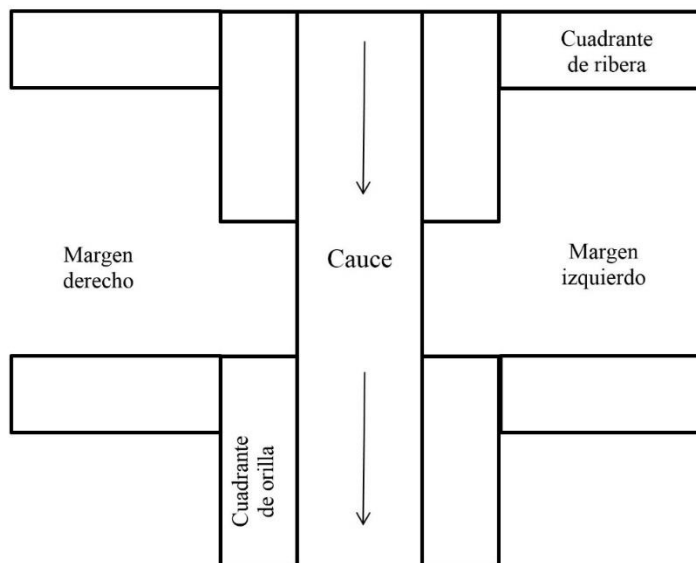
Una vez identificado el sitio de muestreo, se prosiguió a la ubicación de coordenadas geográficas por medio de un sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) marca Garmin Etrex Venture, con un rango de error aproximado de 3 metros.

**Tabla 2.** Localización y descripción de sitios de muestreo del río Tamazula.

Sitios de muestreo	Localización	Modificaciones de las riberas y cauce	Vegetación de ribera	Uso recreativo
<b>TAM1</b>	24°48'38.18"N 107°20'42.50"O	Riberas y cauce sin modificaciones	Vegetación arbórea, arbustiva y herbácea	Sin uso
<b>TAM2</b>	24°48'50.95"N 107°21'25.75"O	Riberas y cauce con modificaciones	Vegetación arbórea, arbustiva y herbácea	Sin uso
<b>TAM3</b>	24°49'17.85"N 107°22'46.30"O	Riberas y cauce con modificaciones	Vegetación arbórea, arbustiva y herbácea	Sin uso
<b>TAM4</b>	24°48'56.85"N 107°23'7.01"O	Riberas y cauce con modificaciones	Vegetación arbórea dispersa	Uso mínimo y moderado
<b>TAM5</b>	24°48'47.60"N 107°23'51.01"O	Riberas y cauce con modificaciones	Vegetación arbórea dispersa	Uso mínimo e intensivo

**Fuente.** Elaboración propia.

El levantamiento de datos para la evaluación ecológica consistió en un muestreo indicativo estratificado (Sicairos, Ibarra y González, 2008), que se realizó en el mes de julio de 2013. En cada uno de los sitios de muestreo se delimitaron cuatro cuadrantes de 10 x 30 metros cada uno (ver Figura 19), dos en cada ribera. Cada cuadrante se delimitó con una cuerda y se registró la posición de los puntos iniciales y finales con la ayuda de un GPS. Una vez delimitado el cuadrante, se procedió a registrar en la hoja de campo (ver anexo 1) la especie y el diámetro a la altura del pecho (DAP) con una cinta diamétrica a una elevación del suelo de 1.30 metros.



**Figura 19.** Diagrama de levantamiento de muestreo.

**Fuente.** Elaboración propia.

Se muestrearon solamente organismos arbóreos porque su estructura y crecimiento no cambian considerablemente entre las diferentes épocas del año (Falcón, 2007) y la vegetación es un perfecto reflejo de las condiciones o régimen de disturbios, a los cuales son sometidos los ecosistemas durante un tiempo determinado (Rubio, González, Jiménez, Alaníz y Ávila, 2014). Para el análisis de los datos de cada sitio de muestreo, se tomaron ambas márgenes del río como una unidad.

### **6.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DEL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA**

Es importante señalar que la realidad ecológica es compleja, puesto que es multivariada y multiescalar, lo que implica que distintas presiones actúan de forma diferente dando como resultado respuestas diversas del ecosistema (Barroso y Ferreira, 2012). Por lo tanto, para determinar estas presiones o alteraciones, es necesario utilizar distintas variables, ya que cada región y cada sistema fluvial son sustancialmente diferentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, y sobre todo al haber identificado que la mayoría de los índices analizados en el apartado 4.1 fueron desarrollados para determinar la calidad ecológica de ecosistemas fluviales naturales, se seleccionaron, tanto de la información de los índices como de otras investigaciones referentes a ecosistemas fluviales, variables convenientes para constituir un índice que integre los elementos principales de un ecosistema fluvial con características urbanas y poder evaluar la calidad ecológica del sistema en cuestión. Este proceso se llevó a cabo con la colaboración de investigadores de la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Las variables utilizadas en esta investigación se seleccionaron bajo los siguientes criterios: capacidad predictiva, evaluación de sus funciones ecológicas y capacidad para identificar los impactos antropogénicos, ser confiables y aplicarse adecuadamente a la escala. De esta forma, dichas variables se agruparon en tres ejes: biológico, físico y antropogénico. El eje biológico se representó por la estructura arbórea del bosque de ribera y dio paso a la integración del Índice de la Calidad de la Vegetación de Ribera (ICVR); el eje físico se integró a partir de la estructura de las riberas y el cauce y dio pie a la integración del Índice de Grado de Naturalidad del Espacio Fluvial (IGNEF), el cual se adaptó del índice QBR; y por, último el eje antropogénico se formó con los impactos generados por el hombre, dando como resultado

el Índice de Impactos Directos e Indirectos (IDI), el cual se adecuó del Índice de Impactos (PI).

El propósito de cada eje fue ponderar cada una de las variables seleccionadas a través de diferentes indicadores. Al final la valoración de estos tres índices se agrupó en uno solo: el Índice de Calidad Ecológica del Ecosistema Fluvial Urbano (CEEFU). A continuación se describe el proceso en cada eje.

### **6.1.1. ÍNDICE DE CALIDAD DE VEGETACIÓN DE RIBERA (ICVR)**

Este eje se integró con cuatro variables biológicas: estructura diamétrica del estrato arbóreo, especies nativas, correlaciones negativas y diversidad de especies. Las variables de estructura diamétrica del estrato arbóreo y de correlaciones negativas se determinaron a partir del estudio cuantitativo de la vegetación arbórea en las riberas de los ríos Tamazula, Humaya y Culiacán en la zona urbana de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, realizado por Sicairos, Ibarra y González (2008), mientras que la variable de especies nativas se retomó del índice QBR (Munné *et al.*, 1998). Por último, la variable de diversidad de especies ha sido utilizada en una gran variedad de estudios enfocados a la ecología y la biología, y para este estudio se aplicó para medir la heterogeneidad del sistema fluvial (De la Fuente, 2002; García-Morales, Moreno y Bello-Gutiérrez, 2011; Moreno, Barragán, Pineda y Pavón, 2011).

La estructura diamétrica sirve para identificar las etapas de desarrollo de la vegetación (Donoso, Grez, Escobar y Real, 1984), debido a que la madurez de un bosque contribuye a determinar la relevancia ecológica de éste. Es especialmente importante determinar si todos los árboles son coetáneos o si, en cambio, la estructura de edades es más compleja (Elosegi y Díez, 2009a). Para determinar la estructura diamétrica se utilizó el DAP de las especies que se muestrearon.

Para poder medir la variable de estructura diamétrica se utilizaron tres indicadores: el porcentaje de la frecuencia relativa de especies jóvenes, el porcentaje de la frecuencia relativa de especies adultas y el porcentaje de la frecuencia relativa de especies maduras (ver Tabla 3). A cada uno de los indicadores se les asignó una puntuación de 0 a 10. La suma de los tres indicadores dio el puntaje final, que varía de 0 a 30 puntos. El puntaje final es la valoración de la variable estructura diamétrica.

Para determinar los rangos de la frecuencia relativa de las especies se retomó el estudio de DeWalt, Maliakal y Denslow (2003) y la adaptación del mismo de Martínez-Ramos y García-Orth (2007) a través de los límites permisibles o valores máximos y mínimos que soporta una selva húmeda durante los años hasta llegar a ser una selva madura.

**Tabla 3.** Valoración de la variable estructura diamétrica del estrato arbóreo.

Estructura diamétrica					
Especies jóvenes	Puntos	Especies adultas	Puntos	Especies maduras	Puntos
>75%-60%	10	>20%-30%	10	>5%-10%	10
75%-85%	5	20%-10%	5	5%-2.5%	5
>60%-50%	5	>30%-40%	5	>10%-20%	5
<50%	0	<10%	0	<2.5%	0
>85%	0	>40%	0	>20%	0

**Fuente.** Elaboración propia.

Por otra parte, las correlaciones negativas indican el nivel de asociación entre dos especies, es decir, que los valores próximos a menos uno indican una relación inversa perfecta (Barroso y Ferreira, 2012). Las correlaciones negativas se calcularon con la matriz de correlaciones de Sperman (Sicairos, Ibarra y González, 2008), utilizando el programa de computación STATISTICA para analizar los datos.

Para poder medir la variable de correlaciones negativas se clasificaron los resultados obtenidos de la matriz de correlaciones en cinco rangos (ver Tabla 4), y a cada rango se le asignó una puntuación de 0 a 20 puntos.

**Tabla 4.** Valoración de la variable correlaciones negativas.

Correlaciones negativas			
No. de correlaciones	Puntos	No. de correlaciones	Puntos
0-3	20	12-15	3
4-7	10	16-22	0
8-11	5		

**Fuente.** Elaboración propia.

Por otro lado, las especies nativas indican el grado de naturalidad de la vegetación ribereña, y este carácter tiene gran incidencia en el funcionamiento ecológico fluvial (Elosegi y Díez, 2009a). Esta variable se adaptó del índice QBR (Munné *et al.*, 1998) y se calculó mediante cinco indicadores: ninguna especie nativa, especies nativas <30%, especies nativas

>30%-50%, especies nativas >50%-70%, especies nativas >70%. La valoración de cada indicador se retomó del índice QBR y a cada indicador se les asignó una puntuación de 0 a 25 puntos (ver Tabla 5).

**Tabla 5.** Valoración de la variable especies nativas.

<b>Especies nativas</b>	
Porcentaje de especies	Puntos
especies nativas >70%	25
especies nativas >50%-70%,	20
especies nativas >30%-50%,	10
especies nativas <30%,	5
ninguna especie nativa	0

**Fuente.** Elaboración propia.

Por su parte, la diversidad de especies es un tema central tanto en ecología de comunidades como en biología de la conservación (Moreno, Barragán, Pineda y Pavón, 2011), debido a que refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. El índice que se utilizó para medir la diversidad de especies fue el Índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949), el cual es el más común y de mayor uso en la ecología (De la Fuente, 2002; Pla, 2006). Este índice se calculó con la siguiente formula:

$$H = - \sum P_i \times \text{Lg}10 P_i$$

donde:

$P_i$  = densidad relativa.

ln = Logaritmo con base 10

Para poder medir la variable de diversidad de especies se clasificaron los resultados obtenidos en cinco rangos (ver Tabla 6), a cada uno de los cuales se le asignó una puntuación de 0 a 25 puntos.

**Tabla 6.** Valoración de la variable diversidad de especies.

<b>Diversidad de especies</b>			
diversidad	Puntos	diversidad	Puntos
>0.80	25	>0.20-0.40	5
>0.60-0.80	20	0-0.20	0
>0.40-0.60	10		

**Fuente.** Elaboración propia.

Una vez que se ponderaron las cuatro variables, se procedió a realizar el formato para el Índice de Calidad de Vegetación de Ribera (ICVR) (ver anexo 2), el cual fue integrado por las cuatro variables: estructura diamétrica, especies nativas, correlaciones negativas y diversidad de especies. La suma de las ponderaciones de las cuatro variables dio como resultado el juicio de calidad del índice ICVR (ver Tabla 7).

**Tabla 7.** Juicio de calidad del ICVR.

ICVR	Juico	Calidad	Valoración
$\geq 95$	La vegetación presenta una elevada naturalidad en su estructura	Muy buena	5
$>75-90$	La vegetación presenta ligeras perturbaciones en su estructura	Buena	4
$>55-75$	La vegetación presenta el inicio de alteraciones importantes en su estructura	Regular	3
$>25-55$	La vegetación presenta alteraciones intensas en su estructura	Mala	2
$\leq 25$	La vegetación presenta degradación extrema en su estructura	Muy mala	1

**Fuente.** Elaboración propia.

### 6.1.2. ÍNDICE DE GRADO DE NATURALIDAD DEL ESPACIO FLUVIAL (IGNEF)

El eje físico se integró por la variable grado de naturalidad del espacio fluvial, el cual se adaptó y modificó del índice QBR (Munné *et al.*, 1998). La modificación de las terrazas adyacentes al río supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de las márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río (Munné *et al.*, 1998), lo que conlleva la alteración del funcionamiento del ecosistema fluvial.

Para medir la variable grado de naturalidad del espacio fluvial, se utilizaron dos indicadores: riberas y cauce (ver Tabla 8), y a cada indicador se le asignó una puntuación de 0 a 12.5. La suma de los dos indicadores dio el puntaje final, que varía de 0 a 25 puntos. El puntaje final es la valoración de la variable. El levantamiento de datos se hizo en un tramo de 100 metros de longitud, aguas arriba del punto de muestreo, y se consideró la anchura potencial de las riberas, se contemplando ambas riberas del río de forma conjunta.



**Tabla 8.** Valoración de la variable grado de naturalidad del espacio fluvial.

<b>Grado de naturalidad del espacio fluvial</b>			
Riberas	Puntos	Cauce	
Riberas no presentan modificaciones	12.5	Cauce no presenta modificaciones	12.5
Reducción de las riberas	10	Reducción del cauce	10
Modificación de las riberas (rectificación de terrazas y taludes)	5	Modificación del cauce (sinuosidad)	5
Riberas cubiertas por la urbanización	0	Cauce canalizado o entubado	0

**Fuente.** Elaboración propia.

Una vez que se ponderó la variable grado de naturalidad del espacio fluvial, se procedió a realizar el formato para el Índice de Grado de Naturalidad del Espacio Fluvial (IGNEF) (ver anexo 2), el cual fue constituido por la variable antes mencionada. La suma de la puntuación final proporcionó el juicio de calidad del índice IGNEF (ver Tabla 9).

**Tabla 9.** Juicio de calidad del IGNEF.

<b>IGNEF</b>	<b>Juicio</b>	<b>Calidad</b>	<b>Valoración</b>
≥24	Las riberas y el cauce presentan una elevada naturalidad en su morfología	Muy buena	5
>20-24	Las riberas y el cauce presentan ligeras perturbaciones en su morfología	Buena	4
>10-20	Las riberas y el cauce presentan inicio de alteraciones importantes en su morfología	Regular	3
>5-10	Las riberas y el cauce presentan alteraciones intensas en su morfología	Mala	2
0-5	Las riberas y el cauce presentan degradación extrema en su morfología	Muy mala	1

**Fuente.** Elaboración propia.

### 6.1.3. ÍNDICE DE IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS (IDI)

Este eje se integró con dos variables antropogénicas: impactos directos e impactos indirectos, que se retomaron y adaptaron del Índice de Impactos (PI) (Arribas, Guarnizo, Saldaña y Fernández-Delgado, 2002; Cowx y Welcomme, 1998). Los impactos directos son aquellos que resultan de intervenciones directas sobre el cauce del río o en su llanura de inundación (presas, infraestructuras de drenaje, usos industriales y urbanos, recreación, transporte, etc.),

mientras que los impactos indirectos son aquellos en los que, aunque no se hace un uso directo del agua, producen un efecto acumulativo sobre la cuenca de drenaje o cuerpos de agua asociados y por lo tanto generan previsible impactos sobre las comunidades acuáticas (actividades agrícolas, forestales, infraestructura, industria, urbanizaciones, etc.) (Cowx y Welcomme, 1998).

Las perturbaciones tanto directas como indirectas (ver Tabla 10) se identificaron y registraron, para luego hacer la sumatoria de los mismos. El levantamiento de datos se hizo en un tramo de 100 metros de longitud, aguas arriba del punto de muestreo, y se consideró la anchura potencial de ambas riberas, que se tomaron como una unidad.

**Tabla 10.** Impactos directos e indirectos.

Índice de Impactos	
Impactos directos	Impactos indirectos
Puentes	Residuos domésticos
Tributarios aislados	Residuos industriales
Brazos de ríos eliminados o en vías de desaparecer	Tuberías sobre el cauce
Represas temporales	Viviendas
Represas permanentes	Viviendas aisladas
Ambientes embalsados por obras	Micro-basureros
Obras hidráulicas en proceso	Criadero de animales
Vallas en cauce	Escombros
Cribas abandonadas	Senderos y caminos
Cribas activas	Desmontes
Micro-colecta de arena	Animales sueltos
Tuberías subterráneas	Construcción de caminos
Represas en construcción	Minas
Muros de contención	Sobrepastoreo
Desagües pluviales	Pavimentación
Desagües domésticos	Socavones y cavas
Especies acuáticas exóticas	Extracciones de agua
Mallas de soporte para sustrato	Áreas para recreación
Total de Impactos	Total de impactos

**Fuente.** Elaboración propia.

La puntuación final va de 0 a 100 puntos y se obtiene de la siguiente fórmula:

$$PI = 100 - \left(\frac{100}{PT}\right)PO$$

donde:

*PT* = total de impactos probables

*PO* = total de impactos observados

Una vez que se utilizó la ecuación, se procedió a realizar el formato para el Índice de Impactos Directos e Indirectos (IDI) (ver anexo 2), el cual fue constituido por la variable antes mencionada. El resultado final de la ecuación proporcionó el juicio de calidad del índice IDI (ver Tabla 11).

**Tabla 11.** Juicio de calidad del IDI.

IDI	Juico	Calidad	Valoración
≥95	Los impactos presentes no generan incidencia en la elevada naturalidad del ecosistema	Muy buena	5
>75-90	Los impactos presentes generan ligeras perturbaciones en el ecosistema	Buena	4
>55-75	Los impactos presentes generan el inicio de alteraciones importantes en el ecosistema	Regular	3
>25-55	Los impactos presentes generan alteraciones intensas en el ecosistema	Mala	2
≤25	Los impactos presentes generan degradación extrema en el ecosistema	Muy mala	1

**Fuente.** Elaboración propia.

#### 6.1.4. ÍNDICE DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO (CEEFU)

Finalmente, el índice CEEFU se calculó con la sumatoria de la valoración del juicio de calidad de cada uno de los tres índices antes citados, interpretando el valor de 15 puntos como la condición ideal de referencia (ver Tabla 12).

**Tabla 12.** Juicio de calidad del CEEFU.

CEEFU	Juicio	Calidad	Color representativo
≥15	Los componentes del ecosistema no presentan amenazas en su funcionamiento, encontrándose en un estado de elevada naturalidad	Muy buena	Azul
>12-15	Los componentes del ecosistema presentan ligeras perturbaciones en su funcionamiento	Buena	Verde
>8-12	Los componentes del ecosistema presentan el inicio de alteraciones importantes en su funcionamiento	Regular	Amarillo
>4-8	Los componentes del ecosistema presentan alteraciones intensas en su funcionamiento	Mala	Naranja
≤4	Los componentes del ecosistema presentan degradación extrema en su funcionamiento	Muy mala	Rojo

**Fuente.** Elaboración propia.

## 6.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA

Para llevar a cabo el proceso de la evaluación de la calidad visual del paisaje fluvial del río Tamazula, se eligió el método psicológico con un enfoque subjetivo. Este método se seleccionó por sus características, las ventajas de su aplicación y las técnicas de aplicación que ofrece; con su implementación fue posible cumplir con los objetivos de esta investigación.

### 6.2.1. COLECCIÓN DE FOTOGRAFÍAS Y DISEÑO DE CUESTIONARIO

A continuación se describe el proceso que se llevó a cabo para la construcción de la colección de fotografías y el diseño del cuestionario. Para lo primero se definieron las UP presentes en el río Tamazula, luego se hizo la selección de las fotografías —que se valoraron junto con el cuestionario— y por último se determinó de forma aleatoria la posición de la fotografías en la carpeta.

Con respecto al diseño del cuestionario, primero se hizo un análisis de tres cuestionarios que se aplicaron en otros estudios de paisaje, después se fueron enunciando las preguntas para conformarlo con base en los objetivos planteados para este estudio y agrupándolas en aspectos visuales y ecológicos; al final se hace una descripción del cuestionario que se utilizó en esta investigación.

Para formar el material visual se hizo un registro fotográfico por cada una de las cinco UP, con el fin de obtener una representatividad del paisaje de cada una. Las fotografías se tomaron en ambas riberas del río, durante los meses de julio y agosto de 2013 y diciembre de 2014, con una cámara digital marca Cannon réflex EOS rebel XSi con un objetivo de 18-55 mm. Las fotografías fueron tomadas con la máxima profundidad de campo, con un encuadre que consideraba un 1/3 de cielo, cuando las condiciones así lo permitían; de lo contrario, se procedió a fotografiar lo que se veía desde el punto observado: distancia, ángulo de incidencia visual, condiciones atmosféricas y grado de iluminación (Cañas y Ruiz, 2001; De la Fuente y De Lucio, 2003). Asimismo, de cada fotografía se registró la fecha y hora, las coordenadas (Xutm y Yutm) que determinan su posición geográfica, así como la orientación. Enseguida se procedió a clasificar, rotular y archivar cada fotografía.

En total se tomaron 251 fotografías, de las cuales se hizo una selección para la colección de valoración visual y otra para la valoración ecológica. El proceso de selección de las fotografías estuvo a cargo de un grupo de especialistas integrados por tres biólogos y tres arquitectos, quienes tomaron en cuenta cuatro parámetros: color, forma, textura y visibilidad; en tanto que para la selección ecológica los parámetros fueron abundancia, diversidad, naturalidad y rareza. Cada criterio fue valorado en la escala del uno al cinco, donde uno correspondió a la menor calidad y cinco a la mayor. Se sumaron las puntuaciones de cada criterio y se obtuvieron los máximos, mediana y mínimos, con el propósito de tener la mayor representatividad de cada UP. De esta forma se seleccionaron por cada UP tres fotografías para la colección de evaluación visual (ver anexo 3).

Una vez seleccionadas las fotografías, se procedió a fijarlas al centro de una hoja tamaño carta de color negro, en un formato de 13 x 18 centímetros. De forma aleatoria, se encuadernaron en una carpeta de pasta dura con aros. En total se integraron 10 carpetas con la colección de fotografías. La valoración de fotografías fue completada con un cuestionario que a continuación se describe.

Para el diseño del cuestionario se analizaron tres cuestionarios (ver anexo 4), elegidos siguiendo los siguientes criterios: diseñados para valoración visual, y que consideraran los aspectos de percepción del paisaje, preferencias del paisaje, usos o actividades desarrolladas en el paisaje, conservación ecológica y servicios y/o beneficios de los ecosistemas. El proceso

de revisión de cada cuestionario incluyó: 1) objetivo del estudio, 2) contenido de las preguntas y tipo de respuestas, 3) palabras utilizadas y 4) secuencia de preguntas.

Una vez hecho el análisis de los tres cuestionarios se procedió a elaborar una propuesta preliminar del formato propio, tomando como argumento principal dar respuesta a los objetivos tres, cuatro, cinco, seis y siete de esta investigación. Una vez elaborado el formato preliminar, se hizo otra revisión para determinar si la estructura era clara y lógica, pero al observar que había preguntas sin orden se decidió agrupar las preguntas por aspectos visuales, ecológicos, conservación ecológica y servicios y/o beneficios de los ecosistemas e ir de lo general a lo particular. Una vez que se hizo este proceso, y en aras de facilitar las respuestas y reducir el tiempo de aplicación del cuestionario, se utilizaron preguntas con escala psicométrica Likert. Esto también sirvió para hacer mucho más fácil el proceso de captura de información. Por último, se diseñó un formato de captura en el programa estadístico de computación *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, por sus siglas en inglés), en donde se codificó el cuestionario para hacer más rápida la captura de información y de crear la base de datos.

Al final se hicieron dos formatos del cuestionario (ver anexo 5): uno que se aplicó al público en general y otro a expertos. El formato de público en general se estructuró en: a) información relacionada con la encuesta (objetivo y duración), b) datos de control, c) información general del encuestado, d) información del encuestado sobre el río Tamazula (visitas, actividades, frecuencias), e) calidad visual de paisaje (valoración de fotografías y características del paisaje), f) conocimiento, beneficios del ecosistema fluvial y conservación, g) participación ciudadana y h) valoración económica.

Por su parte, el formato de expertos se estructuró en: a) información relacionada con la encuesta (objetivo y duración), b) datos de control, c) información general del encuestado, d) información del encuestado sobre el río Tamazula (visitas, actividades, frecuencias), e) calidad visual de paisaje (definición de calidad visual, valoración de fotografías y características del paisaje), f) conocimiento, beneficios del ecosistema fluvial y conservación, valoración de fotografías, beneficios y conservación, g) protección del paisaje, h) participación ciudadana e i) valoración económica.

Para aplicar el cuestionario se invitó a estudiantes de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Sinaloa a participar como encuestadores. A los interesados se les brindó capacitación para la aplicación del cuestionario y valoración de la colección de fotografías. Por otra parte, se realizó una prueba piloto del cuestionario preliminar, para evaluar el nivel de comprensión de los encuestados y la destreza de los encuestadores.

Una vez aplicada la prueba piloto se hicieron algunas reuniones de trabajo con los encuestadores en donde se discutieron palabras o términos de difícil comprensión, ajustes conforme a los modismos propios de la región o lenguaje, tiempo empleado para aplicar el cuestionario y recomendaciones de los propios encuestadores para mejorar el cuestionario y su proceso de aplicación. Tomando en cuenta las recomendaciones, se hicieron los cambios pertinentes para obtener el formato final.

### **6.2.2. DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS DE HABITANTES Y EXPERTOS**

Se utilizaron dos tipos de muestras: una probabilística, para determinar la muestra de habitantes, y una no probabilística para expertos. La muestra probabilística se utilizó para determinar el número de habitantes a encuestar; así, los sujetos de estudio fueron habitantes de la ciudad de Culiacán; hombres y mujeres mayores de 18 años, ello con base en que esta edad representa un tratamiento diferenciador en la dimensión del paisaje debido a que la percepción, en las generaciones infantiles, es difusa y abstracta, mientras que para los individuos en una edad adulta el proceso de la subjetividad es más racional (Niño, 2006).

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la ecuación matemática de poblaciones finitas, a razón de que se conocía el total de la población de la cual se extrajo la muestra. La ecuación se representa de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 N p q}{i^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

donde:

n= número de elementos de la muestra representativa

N= número de elementos del universo (176 797 viviendas habitadas)

p y q = probabilidades con las que se presenta el fenómeno (0.5)

Z<sup>2</sup>= valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido (95%)

i= Margen de error permitido (7%)

En un inicio la ecuación se calculó con el 95% de nivel de confianza y el 5% de error, el cual es el que generalmente se utiliza en las ciencias sociales, teniendo como resultado 383 viviendas habitadas a encuestar. Pero debido a los problemas de inseguridad propiciados por el fenómeno del narcotráfico en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, al momento de aplicar los cuestionarios se decidió subir el margen de error a 7%, lo que significó aceptar que en el proceso de aplicación del cuestionario, siete de cada cien informantes, externen información no confiable, aunque se mantuvo el 95% de confianza. Aplicando la ecuación arriba anotada dio como resultado 196 viviendas habitadas en donde se aplicaron el cuestionario y la colección de fotografías.

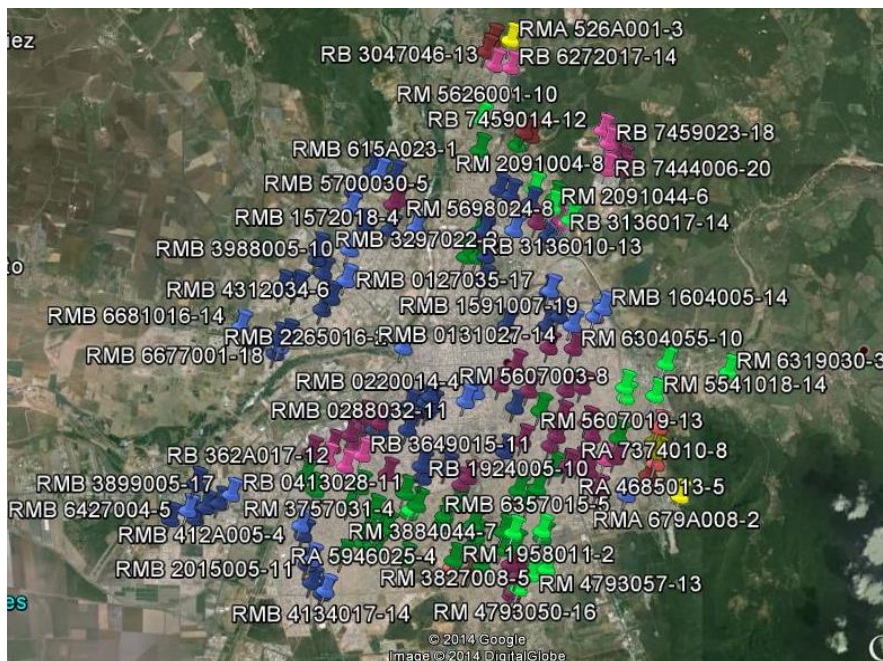
Para la selección de los sujetos a encuestar se aplicó el muestreo aleatorio estratificado con asignación proporcional. Para estratificar a la población se utilizó la información cartográfica del Índice de Marginación Urbana 2010 (MU), desarrollado por el Consejo Nacional de Población (Conapo, 2012), puesto que uno de los elementos a tomar en cuenta en las preferencias paisajísticas es el nivel socioeconómico y este parámetro se dejó de medir en el censo de población realizada por el INEGI en 2010.

Aunque existen otros índices —como el Índice de Pobreza o el Índice de Desarrollo Humano—, éstos solamente proyectan información a nivel municipal, mientras que con el índice MU se generaron datos a nivel de Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB). De esta forma el índice MU sirvió en esta investigación para homogenizar a los habitantes a través de los cinco rangos que este índice utiliza y de esta forma se obtuvo en la muestra una mayor representatividad de la población.

El proceso de selección de los sujetos se llevó a cabo de la siguiente forma. Con el programa de computación MapInfo 11.0 se hizo la superposición de capas: AGEB (con los rangos del índice MU) y las manzanas de la ciudad de Culiacán; a partir de ello se agruparon y numeraron las manzanas en cada uno de los cinco rangos del índice MU; agrupadas y numeradas las manzanas, se seleccionaron de manera proporcional y de forma aleatoria (para la selección aleatoria se utilizó el programa de computación Excel). Por cada manzana seleccionada, se escogió una vivienda usando el muestreo sistemático con dos intervalos (ver Figura 20). Seleccionada e identificada la vivienda, se aplicaron el cuestionario y la colección



de fotografías a un habitante de la vivienda mayor de 18 años, que no hubiera participado anteriormente en la encuesta.



**Figura 20.** Localización de viviendas seleccionadas para aplicar cuestionario.

**Fuente.** Elaboración propia con imagen de Google Earth.

La muestra por rangos del índice MU quedó constituida de la siguiente forma: rango muy alto (RMA), cinco encuestados; rango alto (RA), nueve encuestados; rango medio (RM), 54 encuestados; rango bajo (RB), 53 encuestados; y rango muy bajo (RMB), 75 encuestados. La encuesta a los habitantes se llevó a cabo el mes de mayo de 2014, en el horario de 9:00 a.m. a 12:00 p.m. y de 4:00 p.m. a 7 p.m.; se conformaron grupos mixtos de dos personas para agilizar el proceso y por seguridad de los participantes.

Para el caso de la muestra de expertos, en la presente investigación se definió experto a la persona que a través de su profesión ha incidido, transformado o estudiado el paisaje. De esta forma el muestreo no probabilístico que se utilizó para seleccionar la muestra de expertos fue bola de nieve. Se fijó como requisito que cumplieren alguno de los siguientes criterios: ser profesionales del área de arquitectura, ingeniería civil o biología (Muños-Pedrerros, 2004), o bien profesores o investigadores de centros universitarios (De la Fuente, 2002). La aplicación del cuestionario y la colección de fotografías se efectuó durante los meses de

agosto, septiembre y octubre de 2014 en el lugar de trabajo de los encuestados o bien en un lugar previamente acordado. La muestra estuvo conformada por 76 profesionales.

El protocolo de la encuesta se llevó a cabo de la siguiente manera: se inició informando a los sujetos sobre los objetivos de la encuesta, de su contenido y de la importancia de su participación. El encuestador empezó con preguntas referentes a la información general del encuestado, enseguida mostró en conjunto todas las fotografías que a evaluar, posteriormente le definió el término de calidad visual y le pidió que valorara la calidad visual de la fotografía mostrada en una escala del uno al cinco, en donde uno significaba muy mala y cinco muy buena. La cadencia de pase de las fotografías fue variable entre cinco y siete segundos, aunque algunos individuos pidieron más tiempo.

Terminada la evaluación de fotografías se continuó con las preguntas sobre valoración y preferencias del paisaje fluvial urbano: el encuestador leyó las preguntas y llenó el cuestionario según las respuestas del encuestado. Una vez terminadas las preguntas sobre el paisaje se prosiguió a la parte de conocimiento y beneficios ecológicos, siguiendo el mismo proceso que la parte visual del paisaje.

Durante el proceso, el encuestador no emitió ningún juicio de valor o comentario para evitar influir en las decisiones del encuestado, tal y como lo sugiere Wade (1982). Una vez que se terminó de aplicar el cuestionario y la colección de fotografías, se revisó que no hubieran quedado fotografías sin evaluar y preguntas sin contestar. Finalmente se agradeció a la persona por su interés y colaboración en la investigación. Una vez terminada la jornada se agruparon los cuestionarios y se revisaron nuevamente para verificar que ninguna pregunta o fotografía hubiera quedado sin contestar.

### **6.2.3. ANÁLISIS DE DATOS**

Para el análisis del cuestionario se utilizó el programa estadístico SPSS a través de las técnicas monovariante y tablas de contingencia. Con el uso de la técnica monovariante (De la Fuente, 2012; Mohamed, Othman y Hisham, 2012; Ruskule, Nikodemus, Kasparinskis, Bell y Urtane, 2013) se hizo una descripción de la información del perfil de los encuestados, así como la descripción de cada una de las preguntas en frecuencias y convertidas en porcentaje.

La técnica de tablas de contingencia (Cañadas, Batanero, Gea y Contreras, 2013; Sánchez, 2005) se utilizó para establecer relaciones entre las diferentes variables utilizadas

en el cuestionario. Para determinar la evaluación del público general y expertos sobre las diferentes UP se utilizó la media obtenida de las fotografías evaluadas por cada UP (De la Fuente, 2012; Otero, Navarra, Espluga y Ezquerro, 2009). Por otra parte, para establecer las preferencias del público en general y de los expertos, se hizo un análisis a través de los componentes del paisaje (Rojas, Peña y Leyva, 2014); utilizando el programa de computación Autocad, se delimitó cada componente y se obtuvo el porcentaje de cada una de las fotografías evaluadas (ver Anexo 3).

## 7. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA

La evaluación de la calidad ecológica y visual del río Tamazula se llevó a cabo de forma independiente, por tal motivo los resultados de cada una de las evaluaciones se muestran en apartados por separado. Al final se presenta un comparativo entre cada evaluación.

## 7.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA

Primero se exponen los resultados obtenidos en los sitios de muestreo con respecto a la estructura de la vegetación arbórea de ribera. Posteriormente se presentan los resultados obtenidos de los índices ICVR, IGNEF, IDI y CEEFU aplicados para evaluar la calidad ecológica del ecosistema fluvial del río Tamazula.

### 7.1.1. ESTRUCTURA ARBÓREA DE RIBERA

De los cinco sitios de muestreo, se identificaron y cuantificaron 22 especies arbóreas en total (ver Tabla 13); de éstas, el 54% son especies nativas y el 46% son especies introducidas. Del total de 22 especies, el grupo que cuenta con un mayor número de organismos es el de *Populus mexicana*, *Leucaena leucocephala*, *Pithecellobium dulce*, *Guazuma ulmifolia*, *Salix nigra* y *Acacia cochliacantha*; de este grupo, el 83% son especies nativas y el 17% son introducidas.

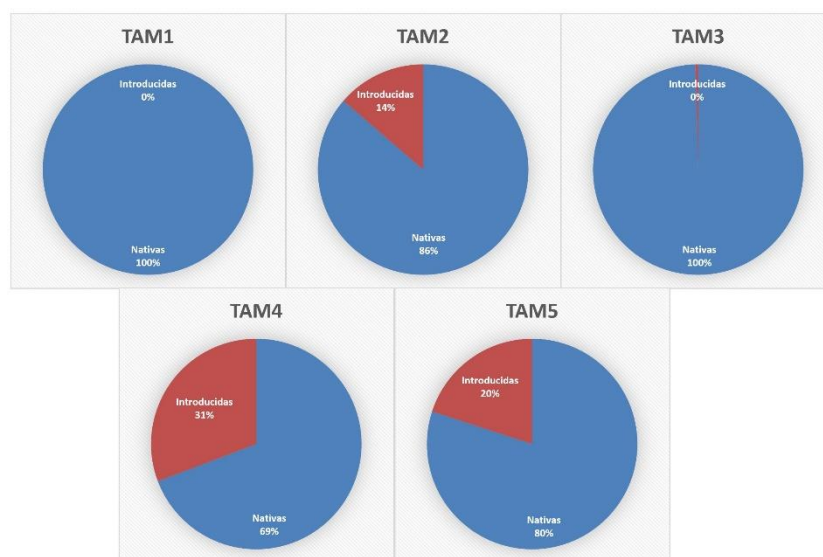
**Tabla 13.** Especies arbóreas identificadas y cuantificadas en el río Tamazula.

Especie	Nativa o introducida	Número de individuos
<i>Acacia cochliacantha</i>	Nativa de ambiente ribereño	64
<i>Acacia farnesiana</i>	Nativa de ambiente ribereño	2
<i>Azadirachta indica</i>	Introducida de la India	1
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	Nativa de ambiente ribereño	1
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Introducida del trópico del sur de México	2
<i>Cassia fistula</i>	Introducida de Egipto	2

<i>Casuarina equisetifolia</i>	Introducida de Oceanía	2
<i>Delonix regia</i>	Introducido de Madagascar	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Nativa de ambiente ribereño	2
<i>Ficus benjamina</i>	Introducida de la India	1
<i>Ficus nitida</i>	Nativa de ambiente ribereño	1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Nativa de ambiente ribereño	16
<i>Leucaena leucocephala</i>	Introducida del sur de México	23
<i>Lysiloma divaricatum</i>	Nativa de ambiente ribereño	2
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Nativa de ambiente ribereño	4
<i>Pithecellobium dulce</i>	Nativa de ambiente ribereño	40
<i>Populus mexicana</i>	Nativa de ambiente ribereño	24
<i>Salix nigra</i>	Nativa de ambiente ribereño	347
<i>Sapium lateriflorum</i>	Nativa de ambiente ribereño	1
<i>Tamarix spp</i>	Introducida del Mediterráneo europeo	1
<i>Terminalia catappa</i>	Introducida del trópico del sur de México	1
<i>Washingtonia filifera</i>	Introducida del sur de California, EE.UU.	5

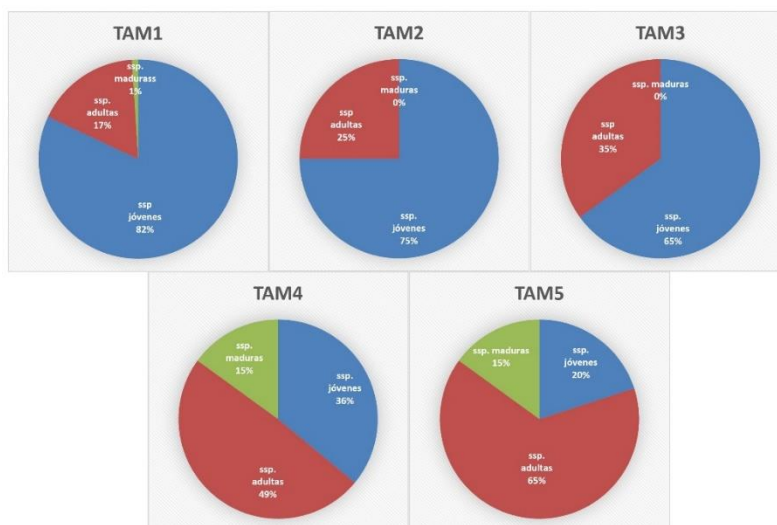
**Fuente.** Elaboración propia.

En cuanto al número de especies nativas (ver Figura 21), el sitio TAM1 se encontró libre de especies introducidas, mientras que los otros cuatro sitios tuvieron la presencia de especies de este tipo. Los sitios TAM4 y TAM5 fueron los que presentaron un mayor porcentaje de especies introducidas, aunque no llegaron a superar a las especies nativas.



**Figura 21.** Porcentaje de especies nativas e introducidas por cada sitio de muestreo.  
**Fuente.** Elaboración propia.

En lo que respecta a la presencia de especies jóvenes, adultas y maduras (ver Figura 22), el sitio TAM1 mostró contener un mayor porcentaje de especies jóvenes, con un 82%, cantidad que va disminuyendo sucesivamente por cada sitio muestreado, hasta llegar al TAM5 con un 20%. El sitio TAM1 presentó el porcentaje menor de especies adultas, mientras que el TAM5 fue el que se ubicó con el mayor porcentaje: 65%. En los sitios TAM2 y TAM3 no se encontró la presencia de especies maduras.



**Figura 22.** Presencia de especies jóvenes, adultas y maduras.  
**Fuente.** Elaboración propia.

Con respecto al número de especies (ver Tabla 14), se determinó que el sitio TAM2 fue el que presentó mayor número, con 12 especies, mientras que al sitio TAM3 le correspondió el menor número, con sólo tres especies muestreadas. En cuanto a densidad, el sitio TAM3 marcó la densidad máxima, con 979.17 organismos por hectárea, mientras que el sitio TAM5 obtuvo la más baja, con 85.41 organismos por hectárea.

Respecto a la diversidad, se halló que el sitio TAM4 es el que tiene la máxima diversidad, con un índice de 0.82, mientras que el sitio que marcó la mínima es el TAM3. Por último, el sitio que presentó el mayor número de correlaciones negativas fue el TAM2, el sitio TAM4 mostró una y los otros tres sitios no presentaron ninguna correlación negativa.

**Tabla 14.** Total de especies, densidad, diversidad y correlaciones negativas por sitio de muestreo.

Sitios de muestreo	Número de especies muestreadas	Densidad (organismos por hectárea)	Diversidad (Shannon-Weaver)	Correlaciones negativas
TAM1	6	483.33	0.55	0
TAM2	12	670	0.76	4
TAM3	3	979.17	0.03	0
TAM4	9	162.50	0.82	1
TAM5	7	85.41	0.71	0

**Fuente.** Elaboración propia.

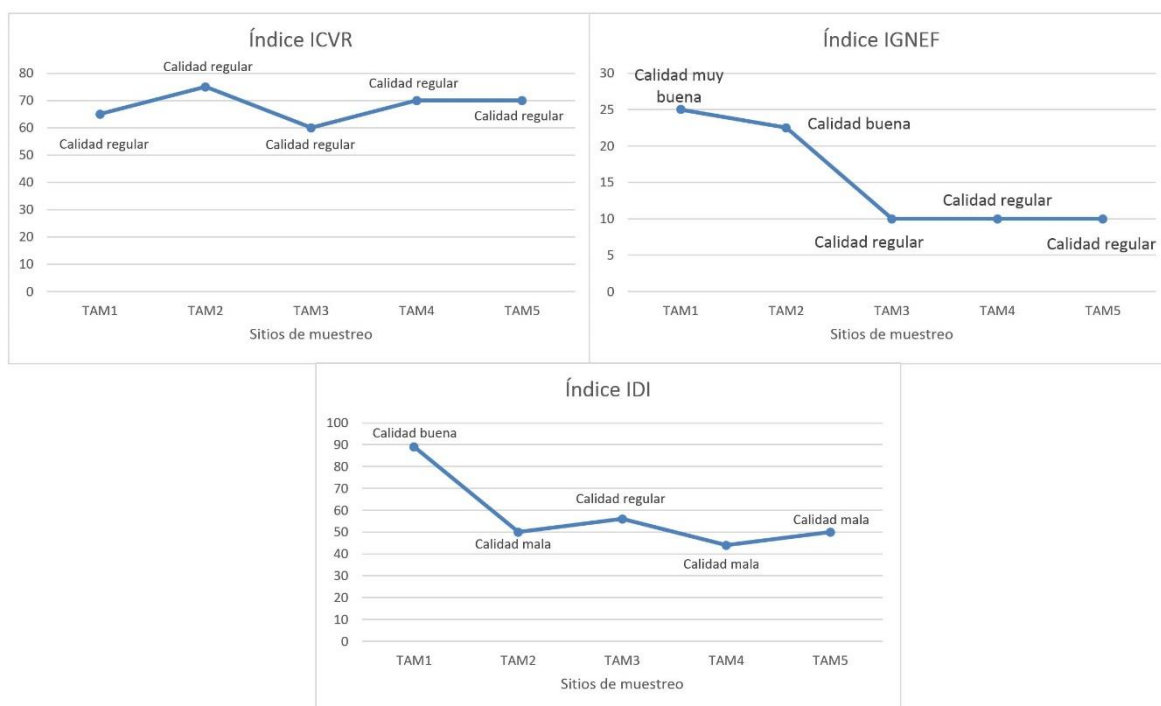
### 7.1.2. ÍNDICES DE CALIDAD ECOLÓGICA

En lo referente a los índices ICVR, IGNEF e IDI (ver Figura 23), se encontró que el ICVR marcó una tendencia de calidad regular en los cinco sitios, lo cual puso de manifiesto el inicio de alteraciones en la estructura de la vegetación arbórea.

Por otra parte, el índice IGNEF marcó una condición de calidad muy buena en el sitio TAM1, teniendo una elevada naturalidad en la morfología de las riberas y el cauce, mientras el sitio TAM2 marcó una condición de calidad buena, pues las riberas y el cauce presentaron ligeras perturbaciones en su morfología. Por otro lado, los sitios TAM3, TAM4 Y TAM5 marcaron una condición de calidad regular, es decir, la morfología fluvial presentó inicios de alteraciones importantes.

Por su parte, el índice IDI mostró que existe una tendencia de calidad de regular a mala en los sitios TAM2, TAM3, TAM4 y TAM5. El sitio TAM3 obtuvo una condición de calidad

regular con el 38% de los impactos directos y el 62% de los indirectos. Por otra parte, los sitios TAM2, TAM4 y TAM5 marcaron una calidad mala. En el sitio TAM2 el 50% de los impactos son directos y el otro 50% son indirectos. En el sitio TAM4 el 40% de los impactos resultaron directos y el 60% indirectos. En estos sitios los impactos directos que más se registraron fueron puentes, muros de contención, desagües pluviales y especies acuáticas, mientras que los impactos indirectos fueron viviendas, desmonte, senderos y caminos, pavimentación, extracción de agua y áreas recreativas. Por otro lado, el sitio TAM1 fue el único que obtuvo una condición de calidad buena, en donde el 100% de los impactos fueron indirectos.



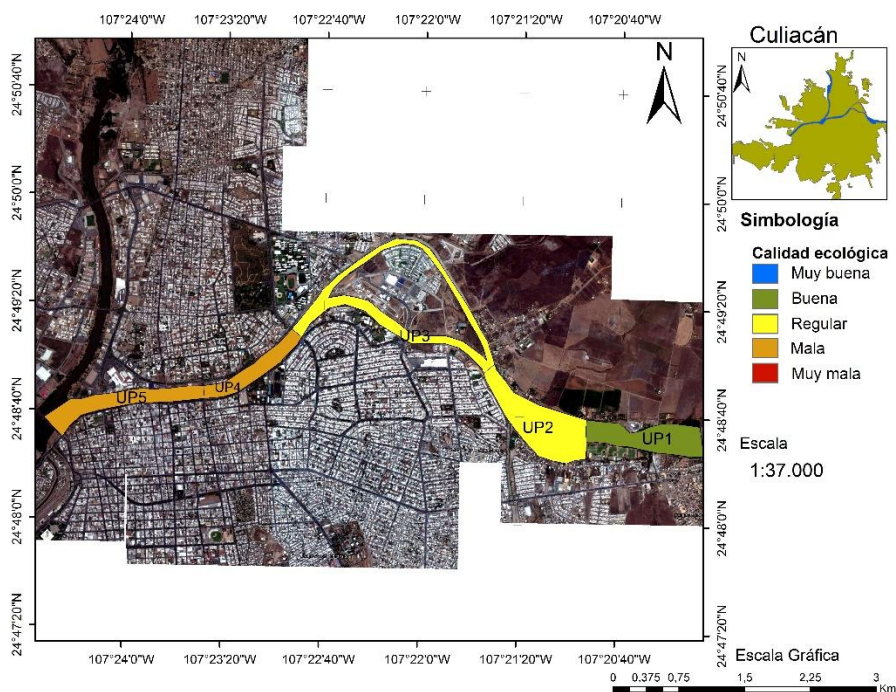
**Figura 23.** Calidad ecológica de los índices ICVR, IGNEF e IDI.

**Fuente.** Elaboración propia. calidad del

Por último el índice CEEFU marcó una tendencia a disminuir la calidad del ecosistema, ya que solamente un sitio marcó calidad buena, mientras que los otros cuatro marcaron una tendencia de calidad de regular a mala. El sitio TAM1 presentó una condición de calidad buena debido a que los componentes biológicos y físicos del ecosistema presentaron ligeras perturbaciones. Por otro lado, los sitios TAM2 y TAM3 presentaron una condición de calidad regular, ya que los componentes biológicos y físicos del ecosistema presentaron el inicio de



alteraciones importantes. Por último, los sitios TAM4 y TAM5 mostraron una condición de calidad mala, pues los componentes biológicos y físicos del ecosistema presentaron alteraciones intensas (ver Figura 24).



**Figura 24.** Evaluación de la calidad ecológica del índice CEEFU.

**Fuente.** Elaboración propia.

## 7.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE

En este apartado se resumen los resultados obtenidos de los cuestionarios aplicados al público en general y a expertos, que comprendió preguntas enfocadas a la calidad visual del paisaje, preferencias paisajísticas y calidad ecológica del ecosistema fluvial, así como la valoración de fotografías.

### 7.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DEL PÚBLICO EN GENERAL EN LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE FLUVIAL URBANO

De la muestra de 196 habitantes de la ciudad de Culiacán, se identificaron las siguientes características (ver Tabla 15). El grupo de edad con mayor representatividad (el 37%) estuvo comprendido por adultos jóvenes entre los 30 y 49 años, siguiéndole el de jóvenes de 18 a 29 años (23%). En cuanto al nivel educativo se distinguen tres grupos con porcentajes muy similares: el grupo con estudios de secundaria, representado con el 24%, el de estudios de

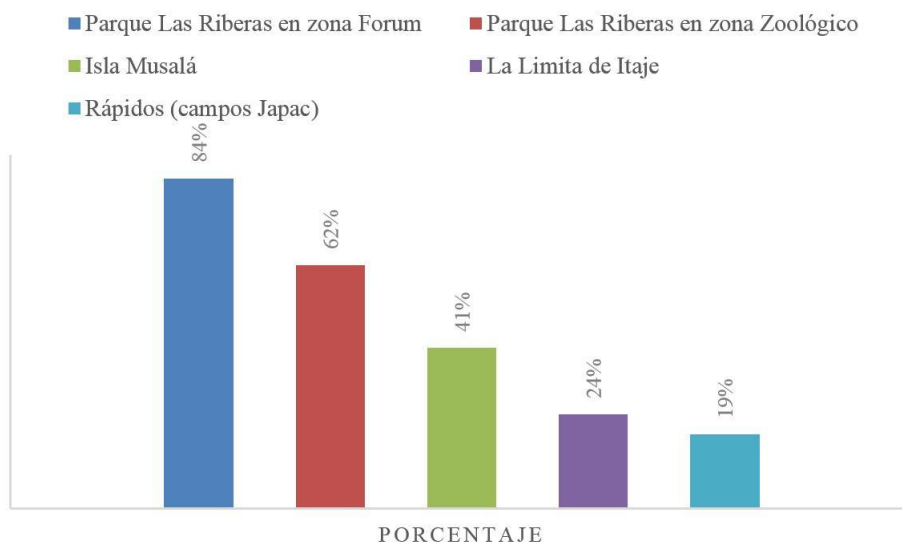
bachillerato/técnico con 22% y el de estudios universitarios con 24%. En cuanto al lugar de nacimiento, el 60% de los encuestados nació en la ciudad de Culiacán, mientras que el 28% nació en otra población del estado de Sinaloa.

**Tabla 15.** Características de la muestra del público en general.

<b>Variable</b>	<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Género</b>	Masculino	67	34%
	Femenino	129	66%
<b>Edad</b>	18-29	44	23%
	30-49	73	37%
	50-59	34	17%
	60-69	25	13%
	70 o mas	20	10%
<b>Nivel educativo</b>	Sin estudios	18	9%
	Primaria	38	19%
	Secundaria	46	24%
	Bachillerato/Técnico	44	22%
	Licenciatura	47	24%
	Posgrado	3	2%
<b>Lugar de nacimiento</b>	Ciudad de Culiacán	118	60%
	Otra población del estado de Sinaloa	55	28%
	Fuera del estado de Sinaloa	21	11%
	Otro país	2	1%

**Fuente.** Elaboración propia.

A la pregunta expresa de ¿Ha visitado el río Tamazula?, el 88% de los encuestados respondió que sí (ver Figura 25). Los sectores del río que más han sido visitados son el Parque Las Riberas en zona Forum, con un 84% (UP5), y el Parque Las Riberas en zona Zoológico (UP4), con un 62%. Los menos visitados fueron Isla Musalá (UP3), con el 41%; La Limita de Itaje (UP2), con un 24%, y los rápidos (campos JAPAC) (UP1) con 19%.



**Figura 25.** Sectores visitados en el río Tamazula por el público en general.

**Fuente.** Elaboración propia.

Al ser consultados por la calidad del paisaje del río Tamazula, los encuestados (ver Figura 26) la evaluaron con un 50% como buena, 34% regular, un 14% muy buena y con 1% mala y muy mala.



**Figura 26.** Calidad del paisaje del río Tamazula según el público en general.

**Fuente.** Elaboración propia.

A la pregunta explícita de ¿Qué lugares del río Tamazula prefiere visitar en la zona urbana de la ciudad de Culiacán?, los encuestados contestaron (ver Figura 27) con un 41% “en donde exista infraestructura para realizar actividades recreativas”; con un 30% “en donde se pueda contemplar el paisaje de forma natural” (sin alteraciones), y con el 17% “en donde existan senderos, caminos o miradores para contemplar el paisaje” (mínimas alteraciones).



**Figura 27.** Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según el público en general.

**Fuente.** Elaboración propia.

Los indicadores de calidad visual a partir de las características de la vegetación más frecuentemente expresados por los encuestados (ver Tabla 16) fueron abundante vegetación, con un 37%; vegetación nativa, con un 27%, y diversidad de colores en la vegetación, con un 17%. Estuvieron poco representados la vegetación introducida (7.0%) y orden y limpieza (5.0%).

**Tabla 16.** Características de la vegetación como indicador de la calidad visual según el público en general.

Indicadores de calidad visual (vegetación)	Frecuencia	Porcentaje
Abundante vegetación	73	37%
Vegetación nativa	52	27%
Diversidad en colores de vegetación	33	17%
Vegetación introducida	13	7%
Orden y limpieza	11	5%
No considera que el río tenga indicadores de calidad visual	4	2%
Otros	10	5%
Total	196	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

Los indicadores de calidad visual a partir de las características morfológicas fluviales más frecuentes (ver Tabla 17) fueron: “forma natural del cauce”, 33%; “presencia de agua”,

24%, y “riberas del río en forma natural”, con un 13%. Las respuestas menos expresadas fueron “cauce transformado” y “no considera que el río tenga indicadores de calidad”.

**Tabla 17.** Características de la morfología fluvial como indicador de la calidad visual según el público en general.

Indicadores de calidad visual (morfología fluvial)	Frecuencia	Porcentaje
Forma natural del cauce	65	33%
Presencia de agua	46	24%
Riberas en forma natural	26	13%
Color del agua	21	10%
Riberas transformadas (linealidad)	13	7%
Sin agua	13	7%
Cauce transformado (linealidad)	8	4%
No considera que el río tenga indicadores de calidad visual	4	2%
Total	196	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

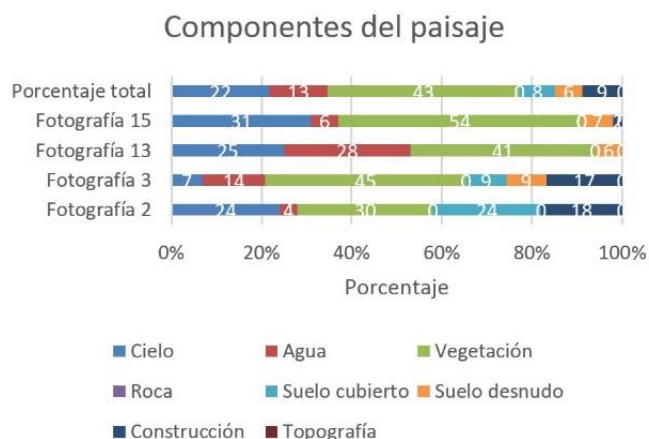
Al preguntarle a los encuestados ¿Qué sentimiento, emoción o significado les genera el paisaje del río Tamazula?, las respuestas más frecuentes (ver Tabla 18) fueron “tranquilidad/relajación”, con un 53%; “naturalidad”, con un 19%, y “belleza escénica”, con un 10%. Mientras que los términos de *identidad* y *riesgo* fueron los menos frecuentes, con un 5% y 3%, respectivamente.

**Tabla 18.** Significado del paisaje del río Tamazula según el público en general.

Significado del paisaje	Frecuencia	Porcentaje
Tranquilidad/relajación	104	53%
Naturalidad	37	19%
Belleza escénica	19	10%
Diversión	14	7%
Identidad	8	5%
Riesgo	7	3%
Otros	7	3%
Total	196	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

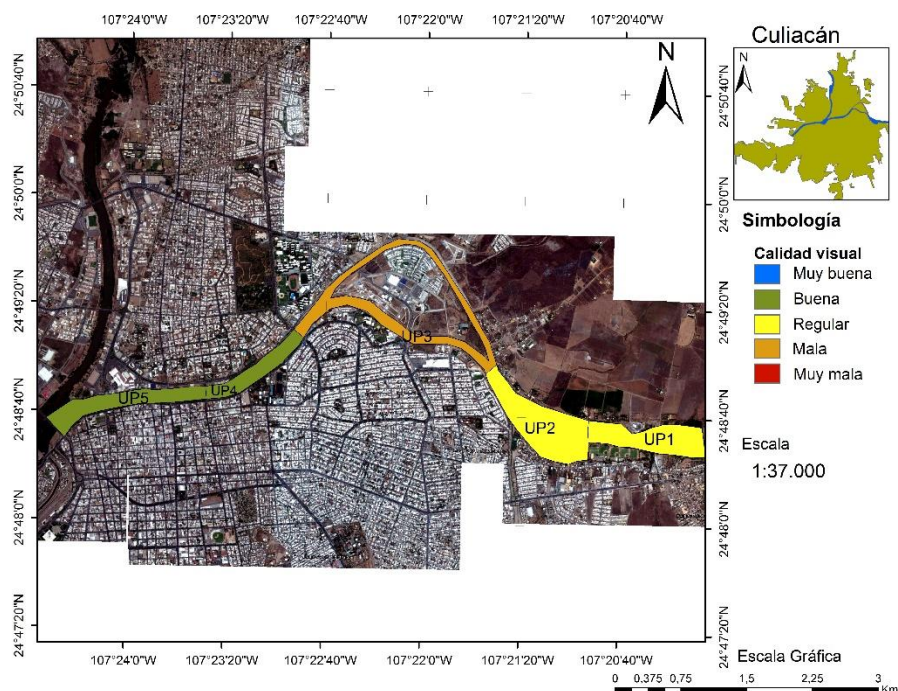
En lo que respecta a la evaluación de la colección de fotografías, los encuestados evaluaron las fotografías 2, 3, 13 y 15 como calidad visual buena. De éstas, las fotografías 2 y 3 pertenecen a la UP5, y las fotografías 13 y 15 pertenecen a la UP4. En cuanto a los componentes del paisaje de las cuatro fotografías, la preferencia mostrada por los encuestados fueron la vegetación, con un 43%; seguida por el cielo, con un 22%, y el agua con un 13% (ver Figura 28).



**Figura 28.** Preferencias de los componentes del paisaje según el público en general.

**Fuente.** Elaboración propia.

Con respecto a la evaluación de las UP, los encuestados determinaron una condición de calidad buena en las UP4 y UP5, mientras que las UP1 y UP2 tuvieron una condición de calidad regular, y por último la UP3 marcó una condición de calidad mala (ver figura 29).



**Figura 29.** Evaluación de la calidad visual por UP según el público en general.  
**Fuente.** Elaboración propia.

En cuanto a las respuestas más frecuentes con relación a las actividades que realizan los encuestados cuando visitan el río fueron (ver Tabla 19): “contemplar el paisaje”, con el 66%; “caminata o paseo”, 66%; “descansar”, 64%; y “uso de juegos infantiles”, con 32%. Por otra parte, practicar deportes extremos fue la menos frecuente, con 7.0%.

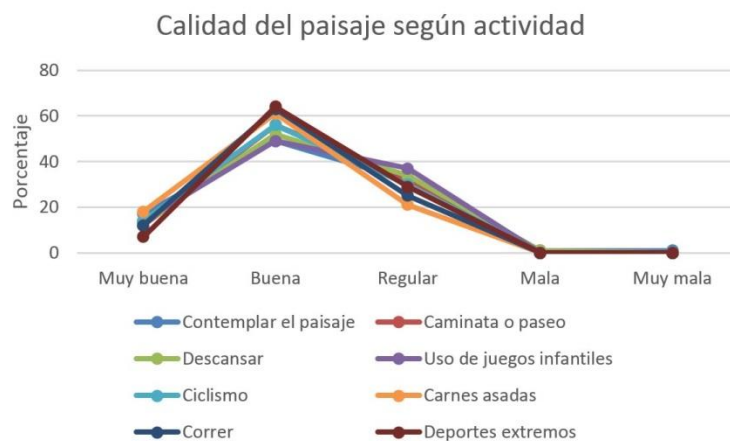
**Tabla 19.** Actividades realizadas en el río Tamazula por el público en general.

Actividades	Porcentaje	Frecuencia con la que se realiza las actividades		
		Habitualmente	Periódicamente	Eventualmente
Contemplar el paisaje	66%	40%	28%	32%
Caminata o paseo	66%	35%	35%	30%
Descansar	64%	37%	3%	26%
Uso de juegos infantiles	32%	43%	32%	25%
Ciclismo	22%	51%	33%	16%
Carnes asadas	17%	27%	30%	42%
Correr	16%	44%	31%	25%
Deportes extremos	7.0%	36%	21%	43%
Otras actividades	6.0%	55%	18%	27%

**Fuente.** Elaboración propia.



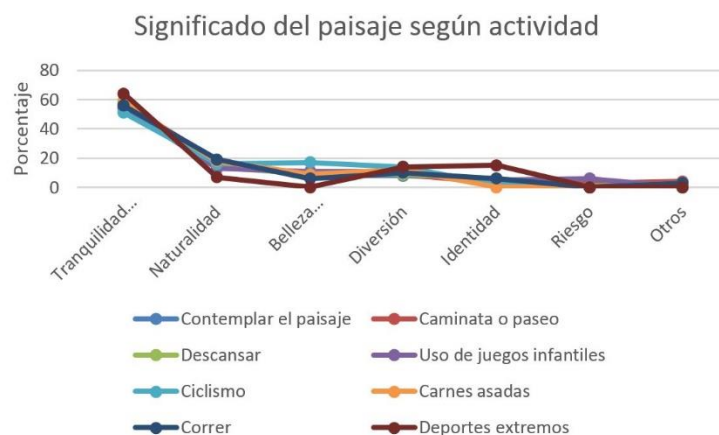
Por otra parte, se observó que los encuestados que realizan actividades en el río Tamazula perciben la calidad del paisaje del río como buena y en menor medida regular (ver Figura 30). Los que realizan deportes extremos son los que mayormente perciben la calidad del paisaje como buena, con un 64%; seguida por la actividad correr, con un 63%; y del ciclismo, caminata y paseo, con un 56%.



**Figura 30.** Calidad del paisaje del río Tamazula según actividad realizada por el público en general.

**Fuente.** Elaboración propia.

En cuanto al significado del paisaje, se pudo observar que los encuestados que realizan actividades en el río Tamazula (ver Figura 31) se identificaron en su mayoría con los significados de tranquilidad/relajación, y en menor medida con naturalidad y belleza escénica.

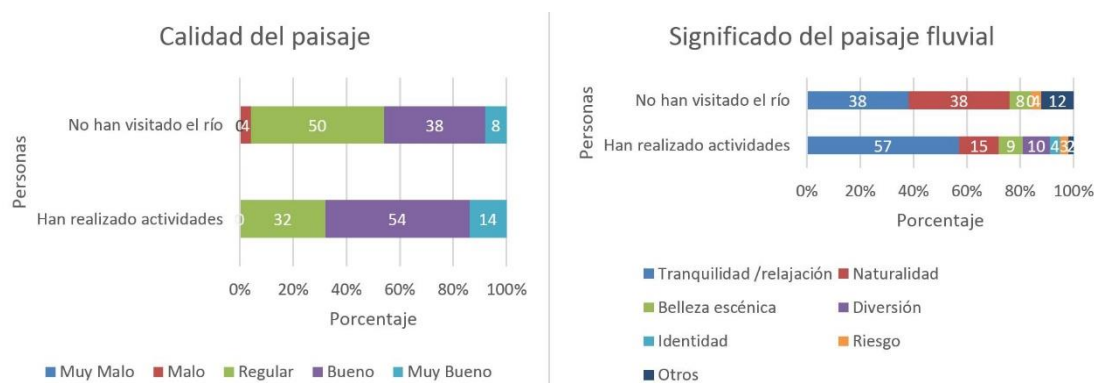


**Figura 31.** Significado del paisaje del río Tamazula según actividad realizada por el público en general.



**Fuente.** Elaboración propia.

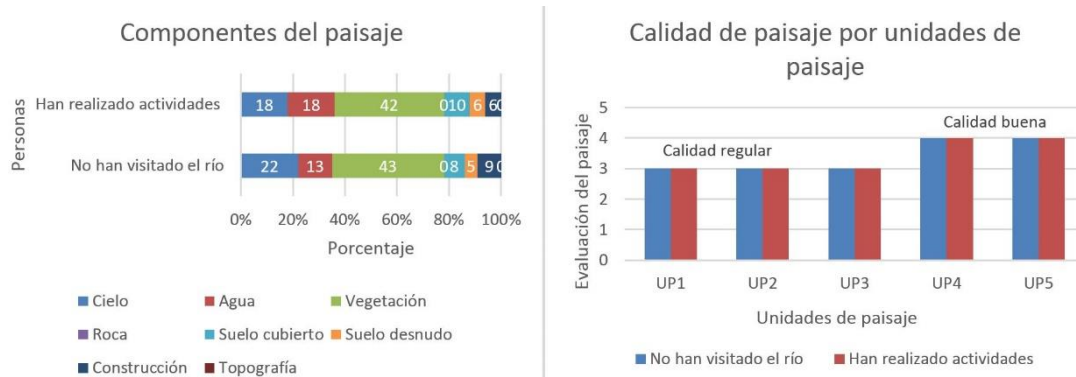
En lo que respecta a la familiaridad, los resultados mostraron que los encuestados que han practicado alguna actividad en el área del río Tamazula, es decir, que han tenido cierta familiaridad con el paisaje, tienden a valorar mejor la calidad visual del mismo. De esta forma, se encontró que el 54 % de las personas que han realizado actividades evaluaron la calidad visual del paisaje como buena, mientras que el 50% de las personas que no han visitado el río evaluaron la calidad como regular. En cuanto al significado, el 57% que han realizado actividades en el lugar el paisaje fluvial les generó tranquilidad y relajación, mientras que los que no lo han visitado lo percibieron en un 38% como un elemento de naturalidad y otro 38% como de tranquilidad y relajación (ver Figura 32).



**Figura 32.** Calidad visual y significado del paisaje según visitas al río por el público en general.

**Fuente.** Elaboración propia.

En lo que respecta a las preferencias por los componentes del paisaje, el comportamiento de los dos grupos se mantuvo en general muy equilibrado, a excepción de “agua” y de los “elementos construidos”. Las personas que han realizado actividades marcaron un porcentaje más alto en el elemento “agua”, mientras que los que no lo han visitado lo marcaron en el elemento “construcción”. En lo que respecta a la calidad visual del paisaje, en las diferentes UP la tendencia de evaluación fue semejante (ver Figura 33).



**Figura 33.** Preferencias de los componentes del paisaje y calidad del paisaje por UP según visitas al río por el público en general.

**Fuente.** Elaboración propia.

Con respecto a la evaluación de la calidad del paisaje por género (ver Tabla 20), no existe diferencia significativa en la evaluación, puesto que tanto hombres como mujeres evaluaron la calidad del paisaje como muy buena, buena y regular en las mismas proporciones.

**Tabla 20.** Calidad del paisaje del río Tamazula según el género.

Calidad del paisaje	Género (porcentaje)		Género (proporción)	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
Muy buena	0%	1%	13%	15%
Buena	1%	0%	50%	50%
Regular	23%	11%	35%	33%
Mala	33%	17%	2%	0%
Muy mala	9%	5%	0%	2%
Total	66%	34%	100%	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

Al preguntar ¿Qué lugares del río Tamazula prefiere visitar en la zona urbana de la ciudad de Culiacán?, hombres (39%) y mujeres (42%) respondieron mayoritariamente que prefieren lugares en donde exista infraestructura para realizar actividades recreativas (ver Tabla 21).

**Tabla 21.** Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según el género.

Preferencias de lugares	Género (porcentaje)		Género (proporción)	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
En donde exista infraestructura para realizar actividades recreativas	28%	13%	42%	39%
En donde se pueda apreciar el paisaje de forma natural (sin alteraciones)	20%	9%	31%	27%
En donde existan senderos, caminos o miradores para contemplar el paisaje (mínimas alteraciones)	11%	7%	16%	19%
No aplica	7%	5%	11%	15%
Otros	66%	34%	100%	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

Los indicadores de calidad visual a partir de las características de la vegetación más frecuentes (ver Tabla 22) determinadas por las mujeres fueron la “abundante vegetación” con un 40% y “vegetación nativa” con un 22%, mientras que los hombre determinaron “vegetación nativa” con un 36% y “abundante vegetación” con 36%. El indicador menos expresado por las mujeres fue “orden y limpieza”, mientras que los hombres determinaron “vegetación introducida”.

**Tabla 22.** Características de la vegetación como indicador de la calidad visual según el género.

Indicadores de calidad visual (vegetación)	Género (porcentaje)		Género (proporción)	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
Abundante vegetación	26%	11%	40%	33%
Vegetación nativa	14%	12%	22%	36%
Diversidad en colores de vegetación	11%	5%	18%	15%

Vegetación introducida	6%	1%	9%	3%
Orden y limpieza	4%	2%	5%	6%
No considera que el río tenga indicadores de calidad visual	2%	1%	2%	1%
Otros	3%	2%	5%	6%
<b>Total</b>	<b>66%</b>	<b>34%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Fuente.** Elaboración propia.

Por otra parte, los indicadores de calidad visual a partir de las características morfológicas fluviales más frecuentes (ver Tabla 23) determinados por las mujeres fueron la “forma natural del cauce” con 29% y la “presencia de agua” con un 27%; mientras que los hombres eligieron principalmente la “forma natural”, con un 40%, y después la “presencia de agua” con un 16%. Por otro lado, la mujeres (5%) y los hombres (3%) indicaron el “cauce transformado” como el indicador de menor calidad visual.

**Tabla 23.** Características de la morfología fluvial como indicador de la calidad visual según el género.

Indicadores de calidad visual (morfología fluvial)	Género (porcentaje)		Género (proporción)	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
Forma natural del cauce	19%	14%	29%	40%
Presencia de agua	18%	5%	27%	16%
Riberas en forma natural	11%	3%	16%	8%
Color del agua	7%	4%	10%	12%
Riberas transformadas (linealidad)	3%	4%	4%	12%
Sin agua	4%	2%	6%	7%
Cauce transformado (linealidad)	3%	1%	5%	3%
No considera que el río tenga indicadores de calidad visual	1%	1%	3%	2%
<b>Total</b>	<b>66%</b>	<b>34%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Fuente.** Elaboración propia.

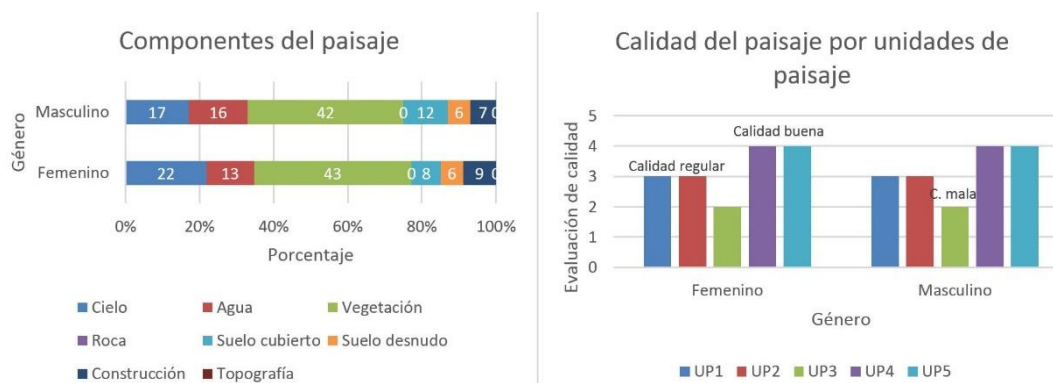
Al preguntarle tanto a hombres como a mujeres sobre ¿Qué sentimiento, emoción o significado les genera el paisaje del río Tamazula?, respondieron de la siguiente manera (ver Tabla 24): la mayor parte de hombres y mujeres contestaron que “relajación/tranquilidad”, seguido por “naturalidad y belleza escénica”. Por otro lado, los hombres se identificaron más con “identidad”, mientras que las mujeres con “riesgo”.

**Tabla 24.** Significado del paisaje del río Tamazula según el género.

Significado del paisaje	Género (porcentaje)		Género (proporción)	
	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
Tranquilidad/relajación	39%	14%	59%	42%
Naturalidad	11%	8%	17%	22%
Belleza escénica	6%	4%	9%	10%
Diversión	5%	3%	7%	7%
Identidad	1%	3%	2%	9%
Riesgo	3%	1%	4%	3%
Otros	1%	1%	2%	7%
Total	66%	34%	100%	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

Por último, en lo referente a la evaluación de la colección de fotografías, tanto el género masculino como el femenino hicieron una evaluación muy semejante, ya sea en relación a las preferencias por los componentes del paisaje como por las unidades de paisaje (ver Figura 34).

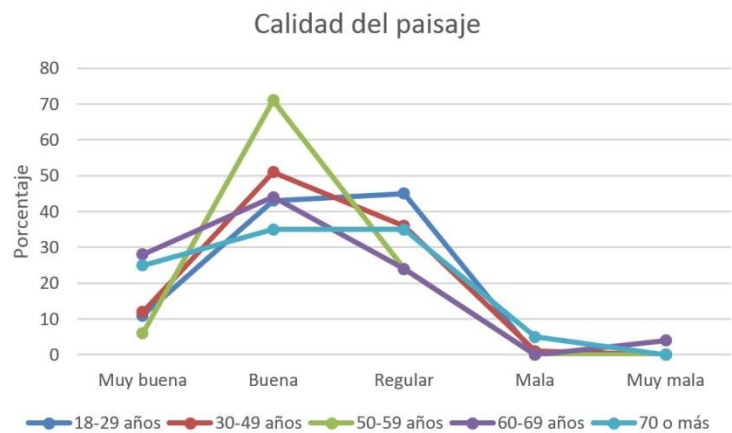


**Figura 34.** Preferencias de los componentes y calidad del paisaje por UP según el género.

**Fuente.** Elaboración propia.

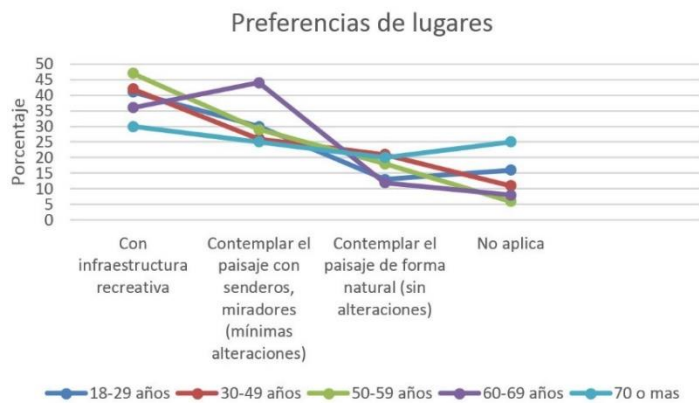
En lo que respecta a la edad (ver Figura 35), la mayoría de los grupos evaluaron la calidad del paisaje entre buena y regular, destacándose el grupo de 50 a 59 años y de 30 a 49

años con una evaluación de la calidad del paisaje como buena con el 71% y el 51%, respectivamente. Por su parte, el grupo de jóvenes de 18 a 29 años en su mayoría evaluó la calidad del paisaje como regular, mientras el grupo de 70 o más años la evaluó en una forma más equilibrada, con 25% calidad muy buena, 35% calidad buena y 35% calidad regular.



**Figura 35.** Calidad del paisaje del río Tamazula según grupos de edades.  
**Fuente.** Elaboración propia.

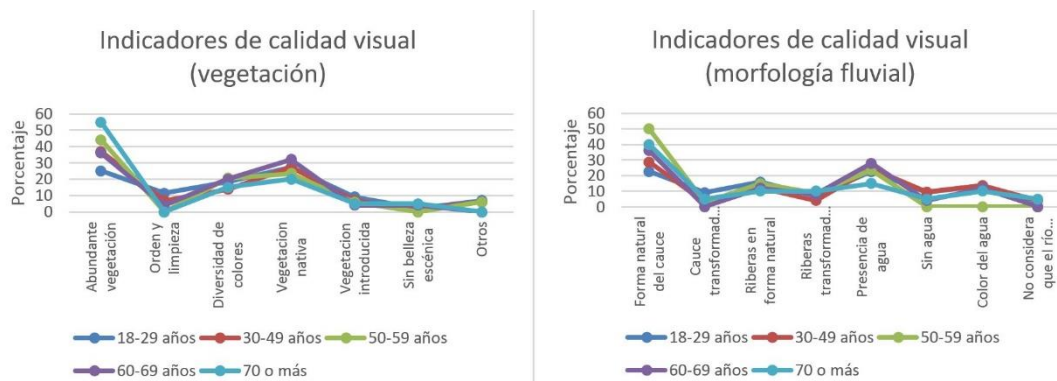
Al preguntar a los encuestados ¿Qué lugares del río Tamazula prefieren visitar en la zona urbana de la ciudad de Culiacán?, la mayor parte de los grupos prefirió los lugares con infraestructura recreativa (ver Figura 36), teniendo al grupo de 50 a 59 años con el 47%, seguido de los grupos de 18 a 29 años y de 30 a 49 años con 41% y 42%, respectivamente, mientras que el grupo de edad de 60 a 69 años prefiere los lugares con senderos y miradores (mínimas alteraciones) con un 44%.



**Figura 36.** Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según grupos de edades.  
**Fuente.** Elaboración propia.

Los grupos de edades de 30 a 49 años con un 37%, de 50 a 59 años con un 44%, 60 a 69 años con un 36% y 70 y más años con un 55%, indicaron que la vegetación abundante es el principal indicador de calidad visual del paisaje (ver Figura 37). Sólo el grupo de 18 a 29 años indicó que la vegetación nativa es el principal indicador, con un 27%, por lo que la vegetación abundante y la vegetación nativa fueron los dos principales indicadores de calidad visual determinados por los diferentes grupos de edades.

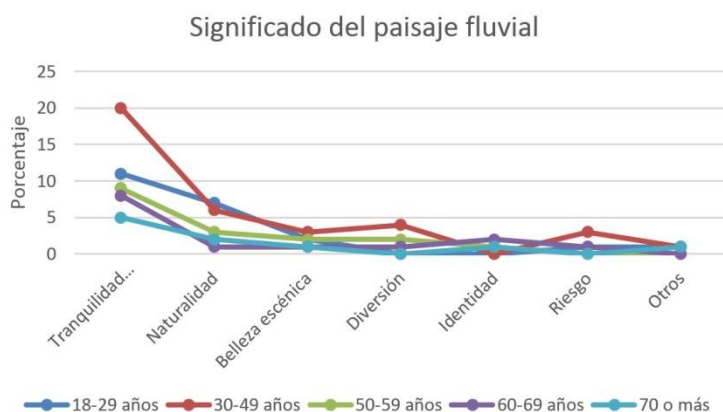
Para los indicadores de calidad visual de la morfología fluvial, los encuestados determinaron dos indicadores principales (ver Figura 37): el primero en relación a la forma natural del cauce y el segundo a la presencia de agua. Los grupos de edades que mayormente identificaron la forma natural de cauce como indicador de calidad visual fueron el de 50 a 59, con un 50%; el de 60 a 69, con un 36%, y los de 70 o más con un 40%; mientras que para el indicador de presencia de agua los grupos de edades de 18 a 29 años con 23%, 30 a 49 años con 25%, 50 a 59 con 24% y 60 a 69 años con 28%, mostraron porcentajes de preferencias uniformes.



**Figura 37.** Características de la vegetación y morfología fluvial como indicadores de la calidad visual según grupos de edades.

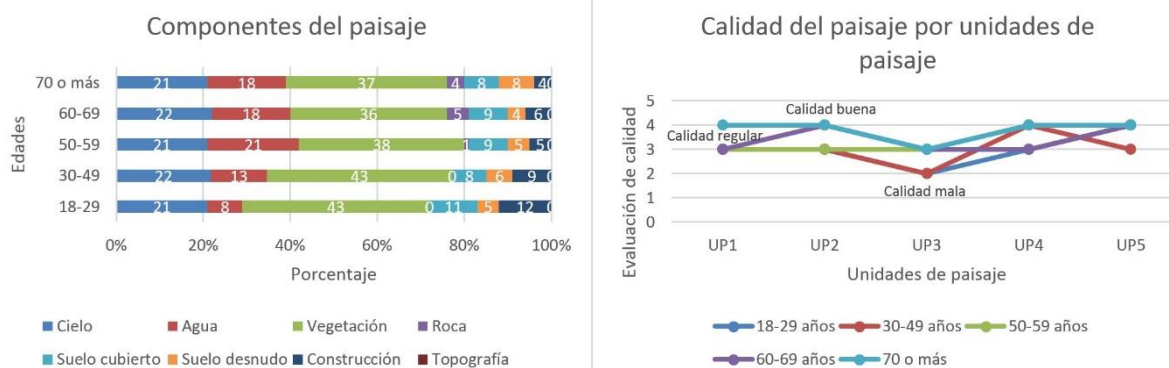
**Fuente.** Elaboración propia.

En cuanto a la parte del significado del paisaje se observó (ver Figura 38) que los cinco grupos de edades se identificaron con “tranquilidad/relajación” y un poco menos con “naturalidad”. Los grupos de edad de 18 a 29 años y de 30 a 49 años fueron los que mayormente se identificaron con “tranquilidad/relajación”, con un 11% y un 20%, respectivamente, seguido de “naturalidad”. En contraparte, los grupos de edades de 60 a 69 años y 70 o más años fueron los que menos se identificaron con “tranquilidad/relajación” y fueron los que eligieron el significado de “identidad”.



**Figura 38.** Significado del paisaje del río Tamazula según grupos de edades.  
**Fuente.** Elaboración propia.

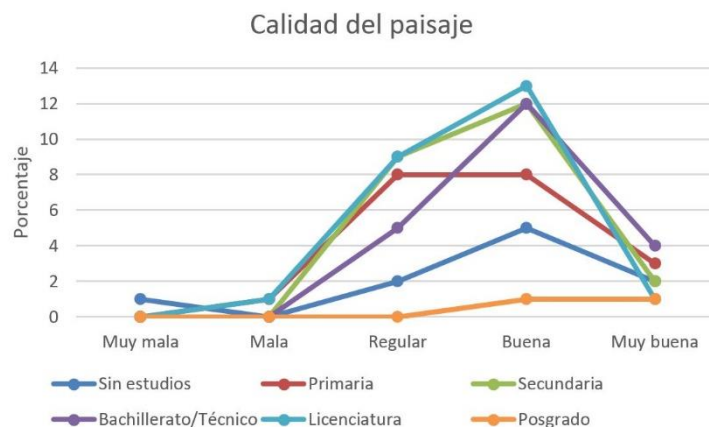
En lo respecta a la evaluación de la colección de fotografías, al aumentar la edad fue disminuyendo el porcentaje de las personas que eligió “vegetación”, aumentando el de “agua” y disminuyendo el porcentaje de “construcción”. En cuanto a la evaluación de las diferentes UP, las personas de 70 o más años tuvieron una tendencia de regular a buena, y cuatro de las cinco unidades fueron evaluadas de buena. En la UP3 los grupos de edades de 50 a 70 o más años la valoraron como calidad regular, mientras que los grupos más jóvenes (de 18 a 49 años) la evaluaron como calidad mala (ver Figura 39).



**Figura 39.** Preferencia de los componentes y calidad del paisaje por UP según grupos de edades.  
**Fuente.** Elaboración propia.

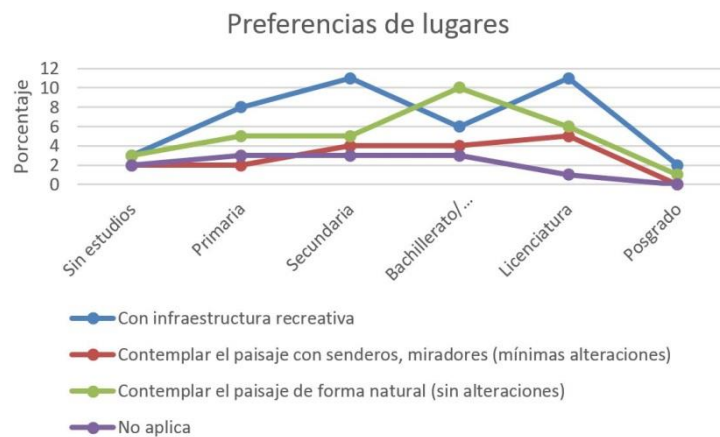
En cuanto a nivel de educación (ver Figura 40), la mayoría de los grupos evaluaron la calidad del paisaje entre buena y regular, destacándose los de licenciatura, bachillerato y secundaria, que mayormente seleccionaron calidad buena.





**Figura 40.** Calidad del paisaje del río Tamazula según nivel de educación.  
**Fuente.** Elaboración propia.

Al preguntar a los encuestados ¿Qué lugares del río Tamazula prefiere visitar en la zona urbana de la ciudad de Culiacán?, la mayoría de los grupos prefirió los lugares con infraestructura recreativa (ver Figura 41), mientras que los de bachillerato/técnico prefirieron los lugares con paisaje natural.

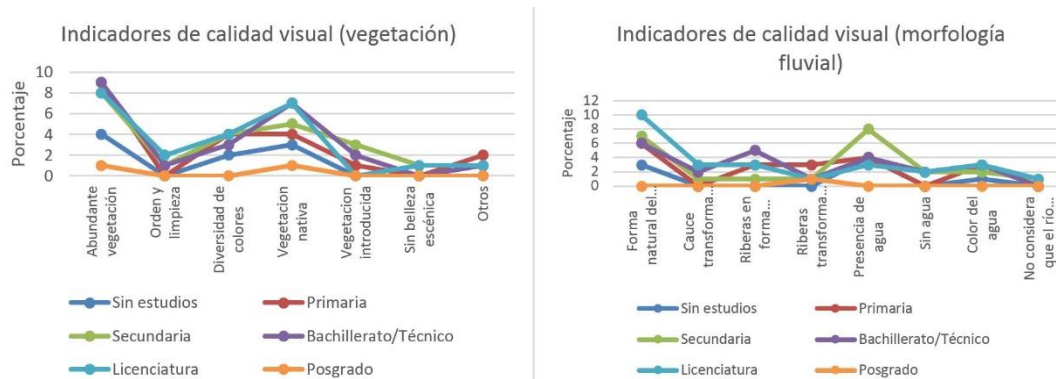


**Figura 41.** Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según nivel de educación.  
**Fuente.** Elaboración propia.

La mayoría de los grupos indicaron que la vegetación abundante es el principal indicador de calidad visual del paisaje, seguido por el de vegetación nativa y diversidad de colores (ver Figura 42).

Para el caso de los indicadores de calidad visual de la morfología fluvial, fueron determinados dos indicadores principales (ver Figura 42) por parte de los encuestados: el

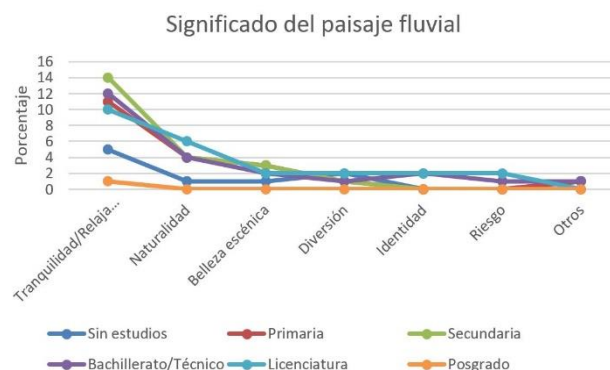
primero corresponde a la forma natural del cauce y el segundo a la presencia de agua. Los grupos que principalmente identificaron la forma natural de cauce como indicador de calidad visual fueron los de nivel licenciatura con un 10% y los de bachillerato/técnico y primaria con un 6%, mientras que para el indicador de presencia de agua los grupos de nivel secundaria y sin estudios lo identificaron como el principal indicador, con un 8% y 4%, respectivamente.



**Figura 42.** Características de la vegetación y morfología fluvial como indicadores de la calidad visual según nivel de educación.

**Fuente.** Elaboración propia.

En la parte del significado del paisaje se pudo observar (ver Figura 43) que la mayoría de los grupos se identificaron con “tranquilidad/relajación” y un poco menos con el significado de “naturalidad”.

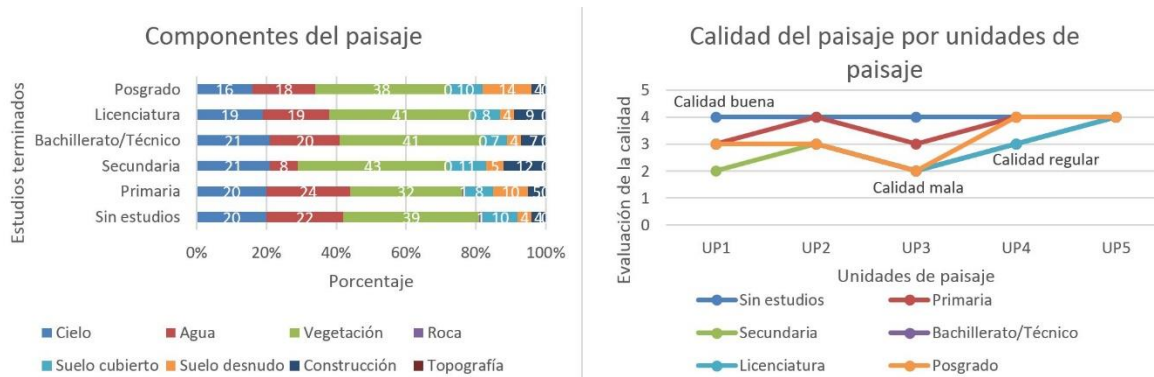


**Figura 43.** Significado del paisaje del río Tamazula según nivel de educación.

**Fuente.** Elaboración propia.

En lo que se refiere al nivel de educación en la evaluación de la colección de fotografías, las preferencias por los componentes entre los distintos grupos fueron muy

similares, a excepción del nivel secundaria, que disminuyó en su preferencia por el agua y aumentó en la de su inclinación por la construcción. En cuanto a la evaluación de las diferentes UP, las personas del nivel sin estudios mantuvieron una tendencia de calidad buena en las cinco unidades. Todos los grupos evaluaron como calidad buena la UP5, mientras que la UP3 fue de regular a mala, a excepción del grupo de nivel sin estudios, que la evaluó como buena (ver Figura 44).



**Figura 44.** Preferencia de los componentes y calidad del paisaje por UP según nivel de educación.

**Fuente.** Elaboración propia.

### 7.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA DE EXPERTOS EN LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE FLUVIAL URBANO

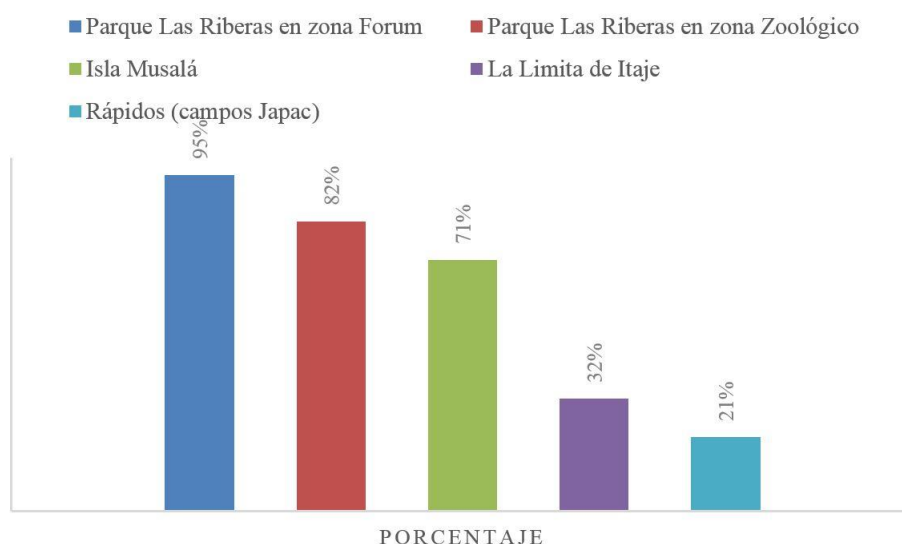
De la muestra de 76 expertos que se encuestaron, se identificaron las siguientes características (ver Tabla 25). El grupo de edad más numeroso estuvo conformado por jóvenes de 18 a 29 años (63%), seguido de los adultos de 30 a 49 años (33%) En cuanto al género, predominaron los hombres (67%), mientras que las mujeres quedaron en segundo término (33%). En cuanto a la profesión, los tres grupos estuvieron equilibrados.

**Tabla 25.** Características de la muestra de expertos.

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
<b>Género</b>	Masculino	51	67%
	Femenino	25	33%
<b>Edad</b>	18-29	48	63%
	30-49	25	33%
	50-59	2	3%
	60-69	1	1%
<b>Profesión</b>	Arquitecto	25	33%
	Ingeniero Civil	25	33%
	Biólogo	26	34%

**Fuente.** Elaboración propia.

A la pregunta expresa de ¿Ha visitado el río Tamazula?, el 95% de los expertos respondieron sí (ver Figura 45), de los cuales los sectores del río que más han visitado son el Parque Las Riberas en zona Forum con un 95% (UP5), Parque Las Riberas en zona Zoológico (UP4) con un 82% y la Isla Musalá (UP3) con el 71%, mientras que los sectores menos visitados fueron La Limita de Itaje (UP2) con un 32% y los rápidos (campos JAPAC) (UP1) con 21%.



**Figura 45.** Sectores visitados en el río Tamazula por expertos.

**Fuente.** Elaboración propia.

Al ser consultados por la calidad del paisaje del río Tamazula, los expertos (ver Figura 46) la evaluaron en un 45% como regular, 37% como buena, 9% como mala, 8% como muy buena y 1% como muy mala.



**Figura 46.** Calidad del paisaje del río Tamazula según expertos.  
**Fuente.** Elaboración propia.

A la pregunta explícita de ¿Qué lugares del río Tamazula prefiere visitar en la zona urbana de la ciudad de Culiacán?, el 49% de los expertos contestaron (ver Figura 47) la opción “en donde existan senderos, caminos o miradores para contemplar el paisaje” (mínimas alteraciones), el 29% eligieron “en donde se pueda contemplar el paisaje de forma natural” (sin alteraciones) y el 17% “en donde exista infraestructura para realizar actividades recreativas”.



**Figura 47.** Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según expertos.  
**Fuente.** Elaboración propia.

En lo que respecta a los indicadores de calidad visual a partir de las características de la vegetación (ver Tabla 26), el 40% de los expertos expresaron que la principal característica es la vegetación nativa y el 29% la densidad alta de vegetación.

**Tabla 26.** Características de la vegetación como indicador de la calidad visual según expertos.

<b>Indicadores de calidad visual (vegetación)</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Densidad alta de vegetación	22	29%
Vegetación nativa	30	40%
Diversidad en colores de vegetación	7	9%
Vegetación introducida	1	1%
Orden y limpieza	7	9%
No considera que el río tenga indicadores de calidad visual	4	5%
Otros	5	7%
Total	76	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

Los indicadores de calidad visual a partir de las características morfológicas fluviales más frecuentemente expresadas por los expertos (ver Tabla 27) fueron “forma natural del cauce” con 37%, “presencia de agua” 17% y “riberas del río en forma natural” con 15%. Las respuestas menos seleccionadas fueron “riberas transformadas” y “sin agua”, con 4% y 1%, respectivamente.

**Tabla 27.** Características de la morfología fluvial como indicador de la calidad visual según expertos.

<b>Indicadores de calidad visual (morfología fluvial)</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Forma natural del cauce	28	37%
Presencia de agua	13	17%
Riberas en forma natural	11	15%
Color del agua	7	9%
Riberas transformadas (linealidad)	3	4%
Sin agua	1	1%
Cauce transformado (linealidad)	6	8%
No considera que el río tenga indicadores de calidad visual	7	9%
Total	76	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

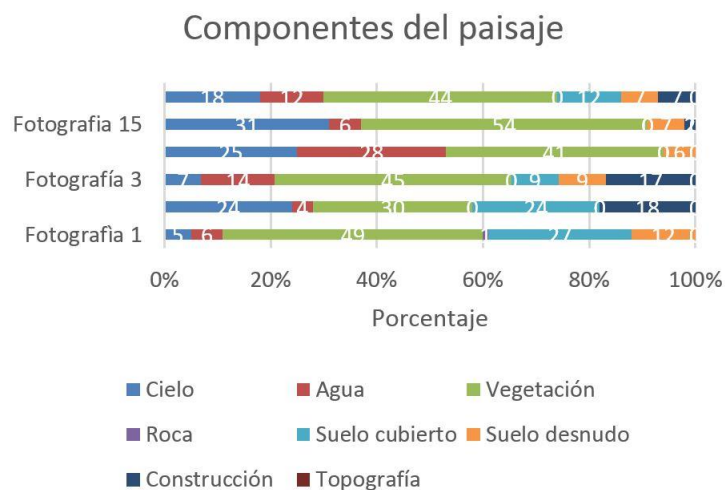
Al preguntarle a los expertos ¿Qué sentimiento, emoción o significado le genera el paisaje del río Tamazula?, la respuesta más frecuente (ver Tabla 28) fue “tranquilidad/relajación” con un 52%, seguida de “identidad” con un 15%.

**Tabla 28.** Significado del paisaje del río Tamazula según expertos.

Significado del paisaje	Frecuencia	Porcentaje
Tranquilidad/relajación	40	52%
Naturalidad	7	9%
Belleza escénica	7	9%
Diversión	3	4%
Identidad	11	15%
Riesgo	2	3%
Otros	6	8%
Total	76	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

En lo que respecta a la evaluación de la colección de fotografías, los expertos evaluaron las fotografías 1, 2, 3, 13 y 15 como calidad visual buena. De éstas, las fotografías 1, 2 y 3 pertenecen a la UP5 y las fotografías 13 y 15 pertenecen a la UP4. En cuanto a las preferencias mostradas por los expertos hacia los componentes del paisaje, éstas fueron la vegetación con un 44%, seguida del cielo con un 18% y del agua con un 12% (ver Figura 48).

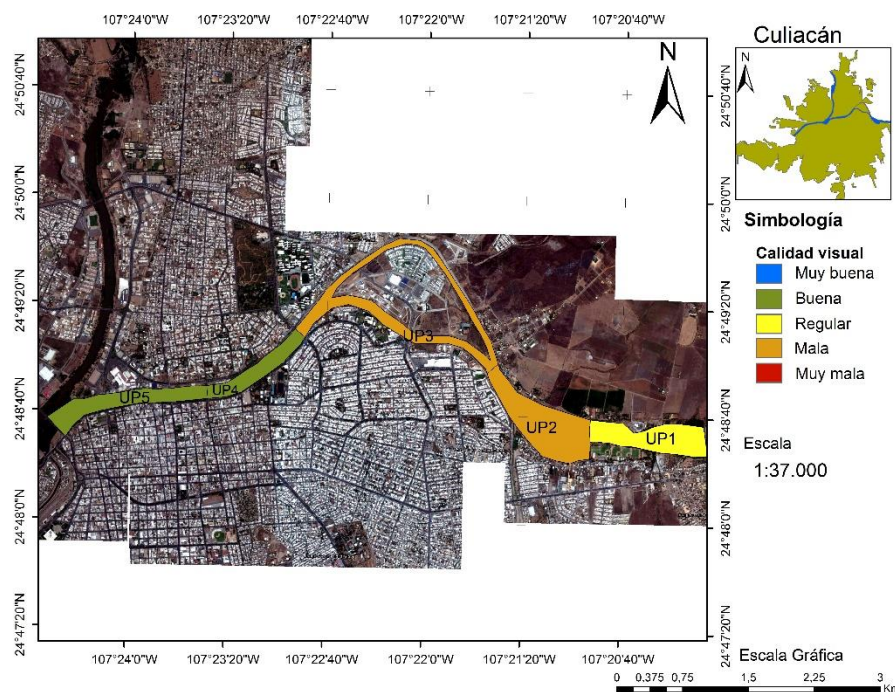


**Figura 48.** Preferencia de los componentes del paisaje según expertos.

**Fuente.** Elaboración propia.



Con respecto a la evaluación de las UP, los expertos establecieron una condición de calidad buena en las UP4 y UP5, mientras que la UP1 presentó una calidad regular y las unidades de paisaje UP2 y UP3 tuvieron una condición de calidad mala (ver Figura 49).



**Figura 49.** Evaluación de la calidad visual por UP según expertos.

**Fuente.** Elaboración propia.

Las respuestas más frecuentes con relación a las actividades que realizan los expertos cuando visitan el río fueron (ver Tabla 29): “caminata o paseo”, 92%; “contemplar el paisaje”, 84%; “descansar”, 79%; “correr”, 49%; “ciclismo”, 42%; “uso de juegos infantiles”, 36%; e “investigación científica”, 37%. Las opciones de practicar deportes extremos y carnes asadas fueron las menos frecuentes.

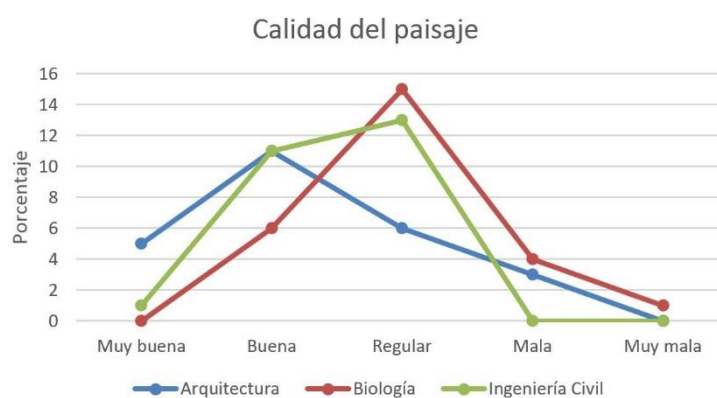


**Tabla 29.** Actividades realizadas en el río Tamazula según expertos.

Actividades	Porcentaje	Frecuencia con la que se realiza las actividades		
		Habitualmente	Periódicamente	Eventualmente
Contemplar el paisaje	84%	30%	42%	28%
Caminata o paseo	92%	30%	40%	30%
Descansar	79%	22%	50%	33%
Uso de juegos infantiles	36%	10%	60%	30%
Ciclismo	42%	22%	44%	34%
Carnes asadas	16%	9%	33%	58%
Correr	49%	27%	38%	35%
Deportes extremos	16%	25%	42%	33%
Investigación científica	37%	4%	57%	39%
Otras actividades	1	0%	100%	0%

**Fuente.** Elaboración propia.

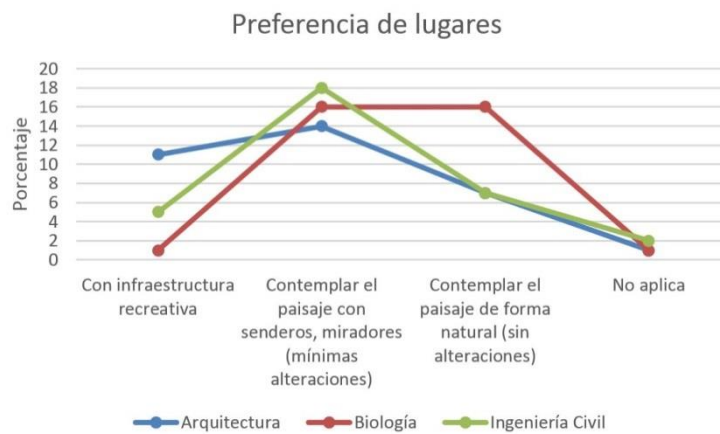
En cuanto a la influencia que la profesión ejerció sobre la evaluación de la calidad del paisaje, los expertos determinaron de la siguiente manera la calidad visual del río Tamazula (ver Figura 50): los arquitectos la consideran como buena, mientras que los ingenieros y biólogos la consideran regular.



**Figura 50.** Calidad del paisaje del río Tamazula según profesión de expertos.

**Fuente.** Elaboración propia.

Respecto a la pregunta de ¿Qué lugares del río Tamazula prefiere visitar en la zona urbana de la ciudad de Culiacán?, los expertos, según su profesión, contestaron en mayor medida (ver Figura 51) “en donde existan senderos, caminos o miradores para contemplar el paisaje” (mínimas alteraciones); en segundo término, los arquitectos contestaron “en donde exista infraestructura para realizar actividades recreativas”, mientras que los biólogos e ingenieros civiles contestaron “en donde se pueda contemplar el paisaje de forma natural” (sin alteraciones).

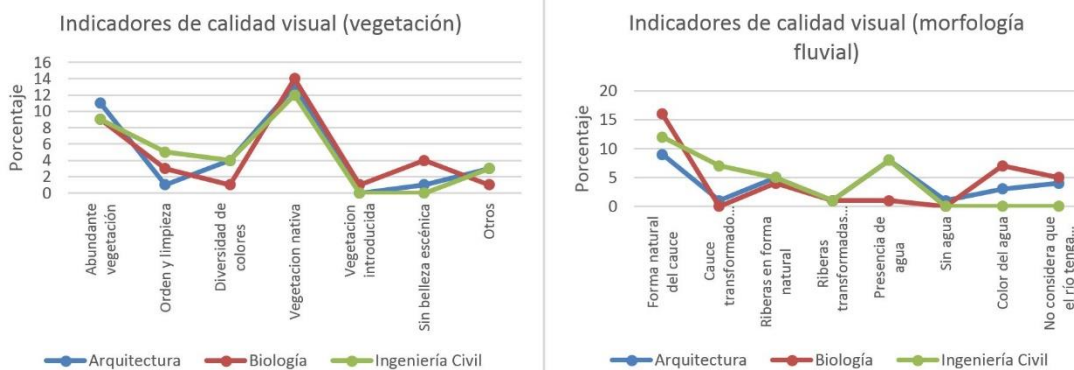


**Figura 51.** Preferencias de lugares para visitar del río Tamazula según profesión de expertos.

**Fuente.** Elaboración propia.

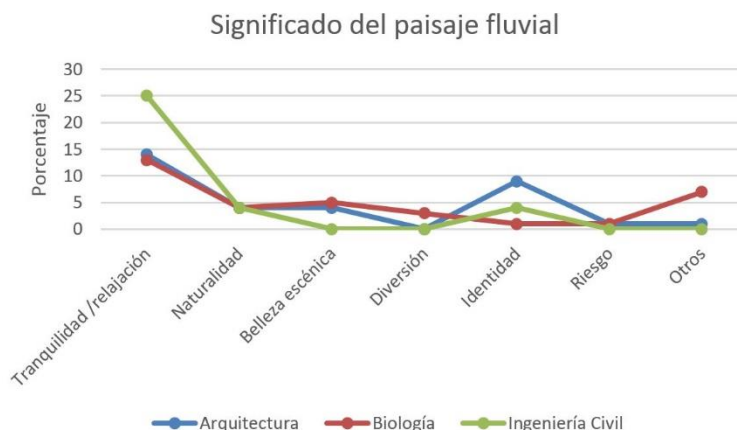
Los indicadores de calidad visual a partir de las características de la vegetación más frecuentemente expresados por los expertos según su profesión (ver Figura 51) fueron, en primer lugar, “vegetación nativa”, seguida de “abundante vegetación” para el caso de las tres profesiones. Para los ingenieros civiles, en tercer lugar, se encontró “orden y limpieza”, mientras que para los arquitectos fue “diversidad de colores” y para los biólogos “sin belleza escénica”.

En lo que respecta a los indicadores de calidad visual de la morfología fluvial (ver Figura 52), el principal indicador determinado por la mayor parte de las profesiones de los expertos fue la forma natural del cauce, en segundo lugar los ingenieros civiles y arquitectos determinaron la presencia de agua, mientras que los biólogos determinaron el color del agua.



**Figura 52.** Características de la vegetación y morfología fluvial como indicadores de la calidad visual según profesión de expertos.  
**Fuente.** Elaboración propia.

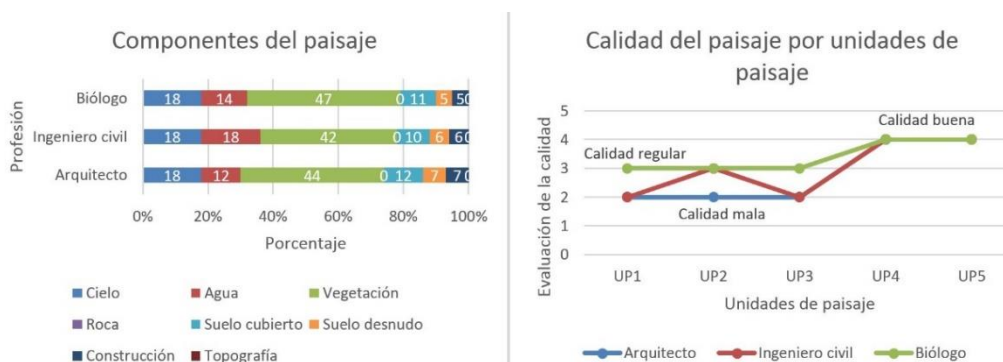
En la parte del significado del paisaje se pudo observar (ver Figura 53) que los tres grupos de profesión de expertos se identificaron con “tranquilidad/relajación”, en segundo lugar los arquitectos señalaron “identidad”, mientras que los ingenieros civiles “naturalidad” y los biólogos señalaron la opción “otros”.



**Figura 53.** Significado del paisaje del río Tamazula según profesión de expertos.  
**Fuente.** Elaboración propia.

Por último, en lo referente a la evaluación de colección de fotografías, los biólogos tendieron a preferir más la vegetación (47%) siguiendo los arquitectos (44%) y por último los ingenieros civiles (42%). Para el caso del agua, fueron los ingenieros quienes mostraron un poco más de preferencia (18%), seguido de los biólogos (14%) y por último los arquitectos (12%). Por otro lado, los arquitectos mostraron una preferencia hacia la construcción (7%), seguidos en esta opción por los ingenieros civiles (6%), mientras que los biólogos tuvieron

el porcentaje más bajo (5%). En lo referente a las unidades de paisaje, los biólogos mostraron una tendencia de calidad buena a regular, evaluando las unidades UP4 y UP5 como de calidad buena y UP1, UP2 y UP3 como regulares; mientras que los arquitectos evaluaron estas últimas unidades con calidad mala (ver Figura 54). Los ingenieros civiles tuvieron la misma tendencia que los arquitectos, a excepción de la UP2, que consideraron con de calidad regular.



**Figura 54.** Evaluación por fotografía de los componentes y calidad del paisaje por UP según profesión de expertos.

**Fuente.** Elaboración propia.

### 7.2.3. PARTICIPACIÓN, CONOCIMIENTO Y BENEFICIOS DEL ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO DEL RÍO TAMAZULA SEGÚN EL PÚBLICO EN GENERAL

Al cuestionar al público en general sobre su participación en programas para la conservación, protección o aprovechamiento del patrimonio natural, ecológico o visual del río Tamazula promovido por el Ayuntamiento, el 87% de los encuestados contestaron que no habían participado en ningún tipo de programa y sólo el 13% dijo que ha participado (ver Figura 55).



**Figura 55.** Participación ciudadana según el público en general.

**Fuente.** Elaboración propia.

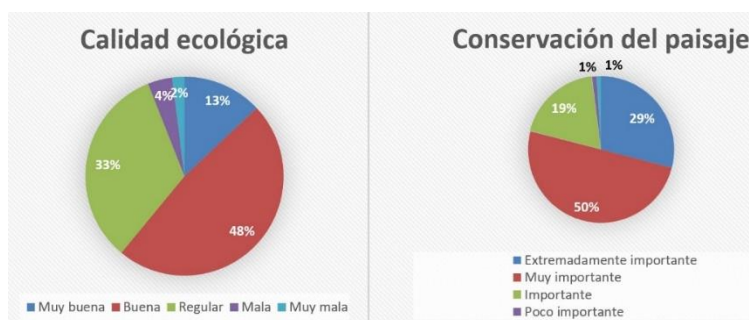
Al ser consultados sobre los beneficios que el ecosistema fluvial urbano genera para la ciudad de Culiacán, Sinaloa, los encuestados respondieron (ver Tabla 30) mayormente “abastecimiento de agua”, con un 34%; siguiéndole “aire limpio”, con un 22%, y “conservación de la biodiversidad” con el 13%.

**Tabla 30.** Principales servicios ambientales generados por el río Tamazula según la opinión del público en general.

Servicios Ambientales	Frecuencia	Porcentaje
Abastecimiento de agua	66	34%
Aire limpio	43	22%
Conservación de la biodiversidad	26	13%
Reproducción de vegetación nativa	20	10%
Regula las temperaturas	16	8%
Aísla el ruido	2	1%
Barreras frente a la acción del viento	0	0%
Control de erosión del suelo	0	0%
Previene inundaciones	11	6%
Conectividad	8	4%
No considera que el río proporciona servicios ambientales	4	2%
Otros	0	0%
<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>100%</b>

**Fuente.** Elaboración propia.

Al ser cuestionados sobre la calidad ecológica y la conservación del ecosistema fluvial del río Tamazula, los participantes respondieron (ver Figura 56) en relación a la calidad: buena calidad en un 48%, calidad regular en un 33% y muy buena calidad en un 13%. En cuanto a la conservación del paisaje del río Tamazula, los encuestados respondieron de la siguiente manera: el 50% consideró muy importante la conservación del paisaje, 29% extremadamente importante y 19% importante.



**Figura 56.** Calidad ecológica y conservación del paisaje del río Tamazula según público general.

**Fuente.** Elaboración propia.

#### 7.2.4. PARTICIPACION, CONOCIMIENTO Y BENEFICIOS DEL ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO DEL RÍO TAMAZULA SEGÚN EXPERTOS

Al preguntar a los expertos sobre su participación en programas para la conservación, protección o aprovechamiento del patrimonio natural, ecológico o visual del río Tamazula promovido por el Ayuntamiento, el 82% de los expertos dio una respuesta negativa y el 18% contestó positivamente (ver Figura 57).



**Figura 57.** Participación ciudadana según expertos.

**Fuente.** Elaboración propia.

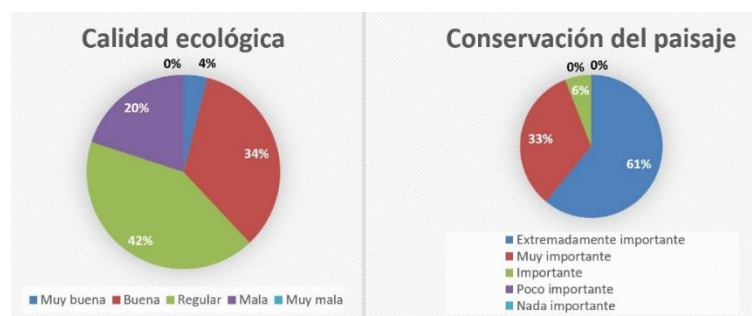
Al ser consultados sobre los beneficios que el ecosistema fluvial urbano genera para la ciudad de Culiacán, Sinaloa, los expertos respondieron (ver Tabla 31) en primera instancia la “conservación de la biodiversidad” con un 29%, siguiéndole “abastecimiento de agua” con un 24% y “regulador de temperatura” con el 16%.

**Tabla 31.** Principales servicios ambientales generados por el río Tamazula según la opinión expertos.

Servicios Ambientales	Frecuencia	Porcentaje
Abastecimiento de agua	18	24%
Aire limpio	6	8%
Conservación de la biodiversidad	22	29%
Reproducción de vegetación nativa	4	5%
Regula las temperaturas	12	16%
Aísla el ruido	0	0%
Barreras frente a la acción del viento	0	0%
Control de erosión del suelo	3	4%
Previene inundaciones	3	4%
Conectividad	7	9%
No considera que el río proporciona servicios ambientales	1	1%
Otros	0	0%
Total	76	100%

**Fuente.** Elaboración propia.

En cuanto a la calidad ecológica del ecosistema fluvial del río Tamazula, los expertos respondieron: calidad regular en un 42%, calidad buena en un 34% y calidad mala en un 20% ; mientras que en el tema de conservación del paisaje respondieron 61% extremadamente importante, 33% muy importante y 6% importante (ver Figura 58).



**Figura 58.** Calidad ecológica y conservación del paisaje del río Tamazula según expertos.

**Fuente.** Elaboración propia.

Para una mayor claridad de la información anteriormente expuesta, la Tabla 32 compara los resultados de las evaluaciones de la calidad ecológica, así como la calidad visual percibida por el público general y los expertos.

**Tabla 32.** Comparación entre la evaluación de calidad ecológica y calidad visual según público y expertos.

Sitios de muestreo/Unidades de paisaje	Calidad ecológica	Calidad visual	
		Público en general	Expertos
TAM1/UP1	Buena	Regular	Regular
TAM2/UP2	Regular	Regular	Mala
TAM3/UP3	Regular	Mala	Mala
TAM4/UP4	Mala	Buena	Buena
TAM5/UP5	Mala	Buena	Buena

**Fuente.** Elaboración propia.



## **8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

El argumento principal de esta tesis ha sido que la calidad ecológica de los ecosistemas fluviales urbanos está en relación inversa a la percepción de la calidad visual. Y esta relación no concuerda con la lógica del DS.

De esta forma, esta investigación se ha centrado en hacer una evaluación con dos componentes: uno contiene los aspectos ecológicos y el otro atiende los asuntos visuales del ecosistema fluvial urbano, ya que ambos contribuyen a entender los principios y criterios del DS, considerados aquí como paradigma y soporte teórico.

A partir de los resultados obtenidos, en esta investigación se intenta hacer una contribución a los campos disciplinares de la ecología fluvial y del urbanismo, ya que da lugar al diseño de políticas públicas, estrategias, objetivos, proyectos y acciones que respondan a la realidad actual y a la conservación de los ecosistemas fluviales urbanos que configuran el territorio. Por lo tanto, las conclusiones que a continuación se presentan están integradas por las reflexiones desarrolladas a lo largo del trabajo en torno a las oportunidades que brindan cada uno de los elementos aquí analizados al proporcionar alternativas para encontrar soluciones a los problemas ambientales y urbanos actuales. De esta manera, se busca avanzar hacia la conservación del medioambiente y al reconocimiento de la importancia que tiene éste desde la dimensión visual para la sociedad, cumpliendo con los principios fundamentales del paradigma del DS, como el respeto al medioambiente y la calidad de vida de la población.

### **CON REFERENCIA A LOS ANTECEDENTES**

Uno de los problemas que enfrentó esta investigación fue la conjunción de dos conceptos distintos, aunque en estrecha relación: ecosistema y paisaje. Fue necesario desarrollar procedimientos analíticos de la calidad ecológica y la calidad visual para encontrar las similitudes en los conceptos, desde una escala apropiada de estudio y de valores que permitieron medir sus dimensiones de calidad.

De esta forma, en el capítulo I se revisaron las diferentes disciplinas enfocadas de forma directa e indirecta a los aspectos ecológicos y visuales, encontrando que cada una de sus aportaciones, desde su perspectiva, ha sido significativa para la comprensión de los

componentes del ecosistema y el paisaje. Sin embargo, se observó que existen vacíos en estudios del ámbito ecológico, es decir, las disciplinas están enfocadas al estudio sólo de un ecosistema —el fluvial natural—, y dejan de lado las interrelaciones y los procesos que ocurren en un ambiente urbano y el ecosistema fluvial natural.

En este sentido, se abre un espacio dentro de las diferentes disciplinas —en específico a la ecología fluvial— para generar una visión holística de las realidades que hoy en día están viviendo estos sistemas, no solamente en el ámbito natural, sino también en el entorno urbano.

Por otra parte, son escasos los estudios que relacionan los aspectos ecológicos y visuales (De la Fuente, 2002). Con esta tesis se demuestra que sí es posible abordar el tema de manera conjunta, porque permite el replanteamiento de los procesos con los que se vienen haciendo actualmente las evaluaciones y que solamente atienden un solo aspecto. Por lo tanto, se considera necesario abordar los estudios desde diferentes enfoques, perspectivas y disciplinas para avanzar hacia la generación de entornos urbanos sustentables.

### **CON REFERENCIA AL SUSTENTO TEÓRICO-CONCEPTUAL DE LA EVALUACIÓN DEL ECOSISTEMA Y EL PAISAJE FLUVIAL URBANO**

Con la revisión teórico-conceptual de la evaluación del ecosistema y el paisaje fluvial urbano, se pone de manifiesto el cambio hacia un nuevo paradigma con el DS, el cual ha sido aceptado por un amplio número de líderes políticos, científicos y académicos y por la sociedad civil. Boada y Toledo (2003) señalan que pocas expresiones, en un periodo tan corto desde su creación, han tenido tanto éxito, a pesar de que el concepto permite una amplia gama de interpretaciones. Sin embargo, como menciona Pérez (2012), sigue siendo tarea de investigación definir las formas de ponerlo en práctica.

Al respecto, el mismo Pérez (2012) señala que el conocimiento y la solución de los problemas ambientales son una estrategia para promover la sustentabilidad. Y precisamente la propuesta de este estudio sobre la evaluación de la calidad ecológica del ecosistema fluvial urbano está encaminada hacia la sustentabilidad. Con respecto al conocimiento, la evaluación detecta los componentes del ecosistema que presentan algún tipo de alteración y que propician el deterioro y el mal funcionamiento del sistema. Con la información recabada se generan posibles soluciones para evitar una mayor alteración y deterioro del ecosistema.

Además, se utiliza como una herramienta de monitoreo para verificar que las alternativas o propuestas de solución estén funcionando adecuadamente.

Por otra parte, Nogué y Sala (2009) mencionan que la evaluación del paisaje es clave para la sustentabilidad, puesto que detecta las amenazas y oportunidades para la protección, gestión y ordenación del paisaje. En este sentido, con la evaluación de la calidad de paisaje llevada a cabo en esta tesis, se avanzó en el conocimiento de las preferencias paisajísticas de los ciudadanos, los valores intangibles e imperceptibles, así como las diferentes percepciones que la sociedad tiene sobre la calidad del paisaje fluvial urbano del río Tamazula en la ciudad de Culiacán, Sinaloa.

Es importante señalar que la dimensión del paisaje debe estar presente en el proceso de la planeación urbana, porque en ella se abordan las principales dinámicas urbanas y las estrategias para mitigar la degradación de la calidad de los ecosistemas y, en consecuencia, de la calidad visual del paisaje.

Por otra parte, la revisión teórica de las figuras conceptuales de ecosistema y el paisaje fluvial urbano pone de manifiesto que aún existe una serie de vacíos en el cuerpo teórico, lo que dificulta los estudios a nivel urbano de los paisajes y ecosistemas fluviales; sin embargo, las conceptualizaciones tomadas desde el ámbito natural fueron muy significativas para poder desarrollar esta tesis.

## **CON REFERENCIA AL ENCUADRE JURÍDICO SOBRE LOS ECOSISTEMAS Y EL PAISAJE**

En la revisión de los ordenamientos jurídicos tanto del ámbito internacional como del nacional y el local en referencia a los conceptos fundamentales de este estudio —ecosistema y paisaje—, se observó que sí existe voluntad política entre los mandatarios de diversos países y las autoridades locales por conservar, proteger y gestionar tanto los ecosistemas como el paisaje. Sin embargo, para el caso de México se encontró un atraso significativo con relación al ámbito global (Peña, 2011).

Por ejemplo, con respecto al medioambiente, en 1987 México modificó su Constitución Política e introdujo como deber del Estado la preservación al ambiente, permitiendo la posterior expedición de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988. Esto ocurrió 15 años después de la presentación

de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en 1972 en Estocolmo, Suecia, en donde se promulgó el Día Mundial del Medio Ambiente. Estas situaciones se hacen patentes de igual manera tanto en el ámbito estatal como el municipal.

En cuanto a la protección, conservación y aprovechamiento de los ecosistemas y el mantenimiento del equilibrio ecológico, se han emitido diferentes leyes en los ámbitos federal, estatal y municipal; sin embargo, a partir del análisis de los resultados de la evaluación de la calidad ecológica, en este estudio se observó que estos ordenamientos jurídicos no han sido aplicados estrictamente para mejorar, conservar y proteger a los ecosistemas, que son elementos primordiales para la biodiversidad, los recursos hídricos y, fundamentalmente, para el desarrollo humano. Es evidente que existe una falta de coordinación en los tres niveles de gobierno.

En lo referente al ordenamiento, protección y gestión del paisaje, países como España, Holanda e Inglaterra, entre otras naciones europeas, han establecido ordenamientos jurídicos con referencia al paisaje. En cambio, en Latinoamérica solamente se han redactado cartas de paisaje en Colombia, Chile, Bolivia, Brasil, México, Argentina, Perú, Uruguay, Venezuela y Costa Rica, pero que no son ordenamientos jurídicos, sino manifiestos de exposición de motivos, además de que por la conexión con España están tomando como referencia el desarrollo español del Convenio Europeo del Paisaje (García, 2013). En este tenor, a través de la Sociedad de Arquitectos Paisajistas de México, A.C. (SAPM), nuestro país redactó la Carta Mexicana de Paisaje (CMP), con el propósito de promover y reconocer la importancia de la protección, gestión y ordenación del paisaje, aunque ésta carece de carácter jurídico oficial (Peña, 2014).

De igual manera, se considera importante señalar que no existe ninguna ley en nuestro país que tenga como propósito principal la orientación hacia el ordenamiento, conservación, protección y gestión de paisaje, considerado éste como un elemento sustancial para mejorar la calidad de vida de la población urbana y rural.

El tema de la participación ciudadana en el marco normativo europeo ha sido uno de los más promovidos debido a que, por medio de la promoción de mecanismos de participación de la sociedad, se genera una participación activa de ésta. Sin embargo, no se suplantán los poderes públicos, responsables en último término de la toma de decisiones

(Cortina, 2009). En México también se estipula en los ordenamientos jurídicos la participación ciudadana, sin embargo, con los resultados que arrojó esta investigación, se demuestra que este instrumento es poco utilizado por las autoridades municipales y cuando se llega a utilizar es sólo como una manera de pedir opinión, pero no con la intención de integrar a la sociedad en la de toma de decisiones, por lo cual no tiene un impacto fundamental en los programas, estrategias o acciones en el ámbito urbano o ambiental.

En este tenor, Romero (2008) comenta que también es necesario dar una base institucional y jurídica a la participación ciudadana y dejar de considerarla como un ejercicio informativo y/o de consulta, sino que es primordial generar instrumentos que articulen y garanticen dicha participación a través de reglamentos y otorgarle así a la ciudadanía poder de decisión en los procesos de planeación urbana.

Pero no solamente es necesario crear leyes para generar bases jurídicas para la participación ciudadana o la ordenación, protección y gestión del paisaje, sino que debe existir una coordinación intersectorial entre las diferentes dependencias y autoridades para evitar duplicidad de funciones y no se generen vacíos jurídicos. También es preciso que las autoridades asuman su responsabilidad para cumplir y hacer cumplir los ordenamientos jurídicos y evitar lo que actualmente está pasando con el ecosistema fluvial urbano del río Tamazula: que según los diferentes ordenamientos jurídicos reúne las características para su conservación, sin embargo, éste ha sido sujeto de alteraciones en su estructura, componentes y funcionamiento.

No obstante, la ciudadanía también tiene que asumir parte de la responsabilidad de mantener, conservar y proteger el equilibrio ecológico de los ecosistemas, puesto que de ello depende en gran medida el presente y futuro de la humanidad.

### **CON REFERENCIA A LOS ÍNDICES Y MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL**

En el contexto académico y de la investigación para la evaluación de los ecosistemas fluviales desde las dimensiones de la calidad ecológica y visual, en la actualidad se han desarrollado una gran cantidad de procedimientos e instrumentos que permiten medir de manera exhaustiva tanto la parte ecológica como la visual, siendo esta última la que ha desarrollado con mayor profundidad sus instrumentos.

En la dimensión ecológica, se estudiaron nueve procedimientos de evaluación que atienden a las categorías de calidad hidromorfológica, calidad fisicoquímica y calidad biológica. Estos procedimientos solamente son utilizados para la determinación del valor de índices que están claramente enfocados hacia la evaluación del ecosistema natural, considerando que la condición de calidad máxima del sistema se alcanza cuando no existe ningún tipo de alteración antropogénica.

Del estudio realizado también se observó que existe un vacío en materia de construcción de índices de evaluación de la calidad ecológica para los ecosistemas fluviales urbanos, que además de los aspectos ecológicos, de manera holística atiendan las cuestiones urbanas.

En cambio, la dimensión del paisaje cuenta con múltiples procedimientos para su evaluación. Se realiza su observación en atención a las categorías de valor ecológico, valor visual y valor económico. De ellos, los dos primeros (ecológico y visual) son los procedimientos que tienen mayor aceptación entre los académicos e investigadores porque atienden factores que aportan ponderaciones más próximas a los aspectos tangibles, visuales, sensoriales y de significado del paisaje. Contrariamente, el último procedimiento (económico) se realiza con énfasis en aspectos intangibles o bien utilizando parámetros colaterales, que en muchos casos no miden realmente el valor económico de un paisaje como un servicio ambiental.

### **CON REFERENCIA AL PROCESO METODOLÓGICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA**

La parte metodológica es, sin duda alguna, el eje articulador de la evaluación de un ecosistema fluvial urbano medido desde sus dos componentes fundamentales: la calidad ecológica como una dimensión que es fácilmente mensurable, según los estudios previos realizados, y la calidad visual, entendida desde la parte metodológica como una categoría difícil de medir porque posee componentes muy relacionados con la subjetividad, lo que hace a veces a la calidad visual una dimensión casi intangible, por lo que se evalúa a partir de la medición de indicadores contruidos con parámetros que dan, de alguna manera, estimaciones confiables y válidas para integrar un procedimiento innovador en su evaluación.

En este trabajo se realizó un gran esfuerzo para concretar la evaluación de la variable “calidad ecológica” de un ecosistema fluvial urbano. A pesar de que es fácilmente mensurable, actualmente no existe un procedimiento confiable y válido que permita evaluar holísticamente la calidad ecológica, aunque se reconocen las aportaciones de otras disciplinas del conocimiento científico para evaluar ecosistemas, y también hay que aclarar que éstas solamente cubren aspectos relacionados con el medio natural.

Para este estudio, lo anterior representó una excelente oportunidad para desarrollar un procedimiento híbrido para la evaluación de la calidad ecológica de los ecosistemas fluviales urbanos. Este procedimiento está principalmente fundamentado en la integración de tres factores: biológico, físico y antropogénico.

En el aspecto biológico, en un inicio se tuvieron complicaciones, sobre todo en el momento de definir las variables a medir; es decir, qué medir, cómo medir y cómo ponderar. Sin embargo, al final se diseñó un índice que midió aspectos en la configuración de la estructura arbórea de ribera, como son estructura diamétrica del estrato arbóreo, porcentaje de especies nativas, diversidad de especies y correlaciones entre especies; resultado de lo anterior fue el Índice de Calidad de Vegetación de Ribera (ICVR).

En cuanto a los aspectos físicos y antropogénicos, la selección de variables se dio más fácilmente, ya que éstos se adaptaron de otros índices. Es trascendente señalar que no se tomó en cuenta un aspecto importante como el agua en la conformación de la evaluación debido a las dificultades técnicas, metodológicas y económicas que representa la aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA) en esta investigación; sin embargo, a través de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), Delegación Pacífico Norte, se obtuvo información directa del sitio de muestreo en el río Culiacán, el cual nace de la confluencia del río Humaya y Tamazula, marcando la calidad del ICA como poco contaminado y apto para uso urbano, industrial, agrícola, recreativo, así como para la pesca y la vida acuática (ver anexo 6).

En cambio, para medir la categoría visual se acudió a la psicología ambiental, una corriente de pensamiento positivista relativamente reciente que ha desarrollado instrumentos para extraer de la realidad social evaluaciones a través de la aplicación de cuestionarios entre la población, involucrando a los actores (ciudadanía en general o expertos como biólogos, arquitectos e ingenieros) y con un soporte metodológico basado en las técnicas estadísticas.

El uso del cuestionario quedó limitado al tiempo que las personas proporcionaron al encuestador para contestarlo, por tal motivo, el proceso de su desarrollo fue muy importante, sobre todo a la hora de elaborar las preguntas, las cuales se desprendieron de algunos de los objetivos específicos planteados en esta investigación. El reto consistió en encontrar términos que la mayoría de las personas entendieran, sin la necesidad de tener conocimientos específicos sobre ecología o paisaje, así como elaborar el menor número de preguntas para evitar perder el interés de los encuestados, pero que éstas fueran suficientes para alcanzar el objetivo de este estudio; determinar la calidad visual del paisaje fluvial urbano percibida por los habitantes de la ciudad de Culiacán, Sinaloa.

### **CON REFERENCIA A LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA Y VISUAL DEL ECOSISTEMA FLUVIAL URBANO DEL RÍO TAMAZULA**

La evaluación de la calidad ecológica del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula fue sujeta a la instrumentación de un índice híbrido denominado Calidad Ecológica del Ecosistema Fluvial Urbano (CEEFU), generado para su aplicación en la zona de estudio declarada en esta investigación. Este instrumento fue construido a partir de la integración de tres índices de evaluación de la calidad ecológica aplicados en diferentes estudios realizados en el ámbito internacional (España e Inglaterra).

Por otra parte, la metodología utilizada aquí para evaluar la parte visual fue generada en el marco de la disciplina de la psicología ambiental, con la finalidad de conocer la percepción que la población se forma con respecto a la querencia y disfrute de un espacio público, que en este caso, para una mejor comprensión del fenómeno, fueron cinco unidades de paisaje en las que se dividió el ecosistema fluvial urbano del río Tamazula. La evaluación consistió en la aplicación de un cuestionario que, conjuntamente con una colección de quince fotografías seleccionadas por expertos en paisaje, se eligieron para extraer información sobre la calidad visual desde la percepción ciudadana.

De acuerdo con los resultados antes descritos, se concluye que con los diferentes índices aplicados para la evaluación del ecosistema fluvial urbano, objetivo central de este estudio, muestra que es evidente que éste ha sido objeto de alteraciones en sus componentes y estructura, evidenciando que dichas alteraciones tienden a aumentar en los sitios con presencia de área recreativa. También se encontró el mismo patrón de comportamiento en



zonas adyacentes al área urbana consolidada. Ello confirma que las áreas recreativas propician alteraciones de la estructura arbórea de ribera y, por otro lado, la cercanía con la zona urbana consolidada genera en consecuencia una menor calidad ecológica al ecosistema fluvial urbano.

A partir de lo anterior, se reconoce que la pérdida de la calidad ecológica está relacionada con la escasa consideración sobre el funcionamiento y los servicios ambientales del ecosistema fluvial urbano por parte de las autoridades municipales y estatales, al propiciar una gestión poco eficiente y falta de estrategias que ha permitido y fomentado, a través del Desarrollo Urbano Tres Ríos (DUTR), la expansión de la mancha urbana sobre suelo de valor ecológico, así como la modificación y reducción de las riberas y el cauce.

Los resultados revelan que las políticas públicas hoy día, solamente se están direccionando hacia una insostenibilidad territorial, al demostrar que actualmente los programas de planeación urbana están enfocados principalmente hacia la regulación de usos del suelo, mostrando ineficiencia para minimizar los impactos ambientales que la ciudad genera sobre los sistemas ecológicos que le dan soporte, así como para desarrollar programas que realmente integren los paradigmas del DS.

Por otra parte, las zonas donde se encuentra emplazado el Parque Las Riberas son sitios que marcaron una disminución de la calidad ecológica, debido a la baja densidad de especies arbóreas. Los sitios muestran también alteración de la estructura diamétrica de dicho estrato y un aumento en la presencia de especies arbóreas introducidas, lo anterior pone de manifiesto que el Plan Parcial del Parque Las Riberas fue concebido como un instrumento técnico de intervención, dejando de lado la visión de integralidad y enfoque de transversalidad que deben contemplar las relaciones socioambientales.

Con lo antes mencionado, es innegable que los procesos y los instrumentos utilizados por las autoridades estatales y municipales para ordenar y planificar la ciudad han sido ineficientes y han propiciado problemáticas sociales y ambientales; por ejemplo, un problema social recurrente es poner en riesgo la integridad de las personas que habitan las zonas de inundación que le fueron ganadas al río por el DUTR, además de que, en términos ambientales, se está amenazando el equilibrio ecológico del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula.

Por otro lado, se proyecta que el mayor crecimiento para el 2050 se dará en las ciudades pequeñas y medianas (CDB, 2012; ONU, 2014). La ciudad de Culiacán, Sinaloa, se encuentra en esta situación, lo que genera que el ecosistema fluvial urbano se encuentre vulnerable ante este escenario, sobre todo aquellos sitios que marcaron calidad alta, pues son los que aún la zona urbana no ha delimitado. Esto significa un reto para las autoridades locales, que deben instrumentar mecanismos compatibles con la planeación urbana sustentable.

En cuanto a la evaluación de la calidad del paisaje, el uso del cuestionario facilitó la comprensión de las preferencias y opiniones tanto del público como de los expertos en relación al paisaje fluvial urbano. Con el uso del cuestionario se determinaron puntualmente la calidad visual y los componentes principales del paisaje, así como la percepción y los sentimientos generados por el paisaje fluvial.

Por otra parte, en anteriores investigaciones ha sido probada la eficacia del uso de fotografías. En la presente investigación, además de identificar los componentes principales del paisaje, se registró la evaluación de las diferentes unidades de paisaje (UP) tanto por parte del público como de expertos. Este último proceso fue fundamental para hacer la comparación entre la calidad ecológica y la calidad visual, y así demostrar la hipótesis planteada.

En cuanto a las limitaciones del uso de fotografías, se encuentra la pérdida de aspectos sensoriales y auditivos. Sin embargo, al ser ésta una investigación de tipo visual, las fotografías fueron un instrumento eficaz para determinar la calidad visual del paisaje fluvial urbano.

Con base en los resultados obtenidos, es posible asegurar que el público marca una tendencia de preferencia hacia los paisajes naturales legibles, donde los componentes como la vegetación enlazada con el agua han sido de los mejor valorados. Más de la mitad del público en general considera que la calidad del paisaje tiene una condición entre muy buena y buena, es decir, se tiene una percepción positiva del paisaje fluvial urbano.

En cuanto a la evaluación realizada por los expertos, los resultados obtenidos mostraron que éstos tienen una posición más conservacionista del medio, a diferencia del público, ya que perciben la calidad del paisaje como regular. Por otra parte, los expertos

prefieren los lugares para contemplar el paisaje, mientras que el público los prefiere con infraestructura recreativa.

La percepción del público se encamina a cuestiones emocionales y sensoriales que generan los espacios naturales dentro de la ciudad, es decir, que el paisaje fluvial urbano se ha convertido en esa parte de la naturaleza generadora de tranquilidad y relajación, aspectos que inciden en beneficio del bienestar humano y aumentan la calidad de vida de las personas inmersas en las ciudades. En este sentido, el público en general tiene un perfil naturalista controlado, es decir, aprecia la naturaleza en la ciudad, aunque tiene un sentir de control sobre la naturaleza, marcando preferencias en espacios intervenidos urbana o paisajísticamente.

Por su parte, los expertos consideran al río Tamazula como un elemento de identidad y un importante componente para la conservación del ecosistema fluvial, lo que refleja la capacidad de este grupo para identificar, a través de los valores sociales y ambientales, sus preferencias y valoraciones hacia el paisaje.

En este sentido, González (1981) argumenta que el público tiende a tolerar más cierta infraestructura en el paisaje, entendiendo que lo hace más acogedor y seguro, mientras que los expertos tienden a ser más exigentes en sus preferencias, sobre todo hacia mantener la naturalidad y la conservación del paisaje (Zube y Simcox, 1987). Sin embargo, en esta investigación se pudo detectar que los expertos, al evaluar las diferentes UP, prefirieron, al igual que el público, las UP con infraestructura recreativa.

El agua, la vegetación y la morfología han sido indicadores importantes en los estudios sobre paisaje. El agua es un elemento que se encuentra íntimamente ligado al paisaje fluvial, y en esta investigación se detectó que los encuestados señalan la presencia de agua entre los principales indicadores de calidad visual; en este mismo sentido, el agua es uno de los componentes del paisaje que influye en una mejor valoración de las UP.

La vegetación también ha sido señalada por el público como uno de los componentes de mayor preferencia y de los indicadores de la calidad del paisaje. Estas tendencias han sido identificadas en estudios anteriores, los cuales muestran que la vegetación es uno de los indicadores que incide en la valoración positiva de los individuos (Barrasa, 2013), así como un patrón de preferencias sobre la apreciación del paisaje (Kaplan, Kaplan y Ryan, 1998). La

combinación de agua y vegetación genera tanto la preferencia del paisaje como una mejor valoración por parte de los observadores.

Por otra parte, en los estudios del paisaje donde la morfología es considerada como un indicador para la valoración, el más común es la topografía. En esta investigación la topografía no juega un papel preponderante, puesto que se está estudiando un paisaje enclavado dentro de la ciudad, como es el paisaje fluvial urbano; un indicador sustituto de la topografía es la forma natural del cauce, el cual ha sido distinguido por el público como un indicador de la calidad visual del paisaje.

Por otra parte, varios autores señalan que las variables sociodemográficas tienden a influir a la hora de valorar un paisaje. A la vista de los resultados obtenidos de los factores sociodemográficos, estos no tuvieron injerencia significativa en este estudio; es decir, salvo en las preferencias paisajísticas de los adultos mayores por paisajes con vegetación más densa, el comportamiento se mantuvo muy similar entre los diferentes grupos de género, edad y escolaridad. Sin embargo, la familiaridad sí fue un factor que influyó de manera positiva en la valoración.

En lo referente al conocimiento y beneficio del ecosistema fluvial, el público identificó un número considerable de servicios ambientales que genera el ecosistema fluvial urbano, el principal de los cuales fue el abastecimiento del agua, que es percibido como un servicio de provisión de agua potable para la población. En este mismo tenor, los expertos mostraron su conocimiento medioambiental al señalar varios de los servicios de regulación, provisión y apoyo que presta el ecosistema a la ciudad y en consecuencia a su población.

Con respecto a la calidad ecológica, los expertos se mantuvieron más rigoristas al indicarla como calidad regular, mientras que el público en general determinó la calidad como buena. En cuanto al tema de la conservación del paisaje, la mitad de los encuestados opinaron que es muy importante, mientras que el 61% de los expertos juzgó que es extremadamente importante. Es decir, los expertos ponen de manifiesto su conocimiento y pugnan por la conservación del ecosistema fluvial urbano.

Al respecto, Zube y Sheehan (1994) argumentan que los expertos pueden valorar bajo al paisaje con respecto a otros grupos evaluadores, pero a la vez perciben mejor los valores ambientales que éste genera. En esta investigación se pudo ratificar esa posición, puesto que

los expertos valoraron la calidad del paisaje en menor rango que el público en general, aunque estos últimos hacen patente la necesidad de conservación del ecosistema. Esta situación obliga a reflexionar sobre que, a pesar del conocimiento de los servicios ambientales que el ecosistema fluvial urbano genera, el público mostró desconocimiento y falta de conciencia de lo trascendental que es mantener una buena calidad ecológica, priorizando los factores de familiaridad, recreación y accesibilidad (transporte público o privado) a la hora de evaluar la calidad visual del paisaje.

Puesto que las UP con calidad visual alta son los sitios que tienen una mejor accesibilidad, las áreas recreativas, que son las más visitadas, en la evaluación ecológica marcaron una calidad baja. En cambio, las UP con menor accesibilidad y sin presencia de áreas recreativas y menos visitadas, fueron evaluadas con una calidad visual baja, aunque en la evaluación ecológica fueron catalogadas con calidad ecológica alta, demostrándose así la hipótesis de esta investigación como verdadera.

Con lo anterior, se observa que la población le otorga más valor al aspecto social que al ecológico, a pesar de considerar importante conservar la calidad ecológica del ecosistema fluvial. Esto significa que es necesario reforzar los conocimientos sobre la importancia ecológica del ecosistema más allá de solamente abastecer de agua a la ciudad. Con base en lo anteriormente señalado, se considera que a través de estos conocimientos puede generarse una conciencia social que permita que el paisaje no solamente sea percibido como un espacio recreativo, sino como un generador de beneficios ecológicos, sociales y económicos, en donde se tenga la oportunidad de disfrutar un espacio natural dentro de la ciudad.

Mazzotti y Morgentster (1997) argumentan que en muchas ocasiones la transcendencia ecológica y los valores asociados a los entornos naturales son ignorados por el público debido a su falta de conocimiento sobre el tema. En esta investigación se reafirma lo anteriormente expuesto: el público consideró la calidad ecológica como buena, mientras que los expertos, al tener un conocimiento de mayor profundidad, evaluaron los aspectos ecológicos de calidad regular.

Lo anterior indica que es necesario mantener un equilibrio entre los roles ecológicos (servicios ambientales) y sociales (recreativo y paisajístico) que el ecosistema fluvial actualmente genera para que la calidad ecológica no disminuya, porque también genera

oportunidades de recreación y disfrute de deportes no competitivos sin perder la calidad visual. Esto implica, entre otras acciones, una ordenación y regulación de áreas recreativas y deportivas no competitivas, tratando de mantener cierta densidad de la vegetación para evitar la fragmentación, así como la priorización de especies nativas sobre las especies introducidas.

En suma, se ha visto que el paisaje fluvial urbano es percibido por la población encuestada (público y expertos) de manera positiva, porque éste tiene un carácter social y ecológico. En este sentido, el gobierno estatal debe pugnar por el perfeccionamiento continuo de la legislación en materia ambiental, así como establecer las bases jurídicas en torno al paisaje, estableciendo las atribuciones de los diferentes órdenes de gobierno, formas de coordinación entre las dependencias y participación ciudadana, así como los instrumentos de financiación, sensibilización y educación para la protección, conservación, gestión y ordenación del paisaje.

El gobierno municipal, dentro de los programas de planificación urbana, debe valorar la importancia de los bienes ecológicos, paisajísticos, sensoriales y sociales que tanto el paisaje como el ecosistema fluvial urbano generan para la población y la ciudad en beneficio del mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, pero sobre todo porque son elementos importantes que contribuyen a la sustentabilidad.

La población debe tomar conciencia de la importancia de las cuestiones ambientales y participar en los procesos de toma de decisiones, así como generar acciones en defensa de la calidad ecológica, porque los ecosistemas fluviales son de todos y es responsabilidad de todos disfrutarlos, conservarlos y protegerlos para las futuras generaciones.

## **RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA FLUVIAL DEL RÍO TAMAZULA**

De los resultados obtenidos, y con las últimas reflexiones descritas en las conclusiones de este estudio, se tiene la plataforma para proponer una serie de recomendaciones concebidas desde la visión del DS, en el sentido de que se instrumenten a partir de la participación de los diferentes actores relacionados con el ecosistema fluvial urbano del río Tamazula en la zona urbana de la ciudad de Culiacán, Sinaloa. Estas recomendaciones bien pueden ser instrumentadas como estrategias por los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) en su nivel de su competencia. La idea fundamental es la creación de un plan integral desde

tres ejes rectores: la gestión del ecosistema, su mantenimiento y su conservación, para mantener y conservar de manera significativa la biodiversidad y la calidad visual del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula en la ciudad de Culiacán, Sinaloa.

**Gestión del ecosistema:**

- Establecer un mecanismo de cooperación entre diferentes entidades internacionales, nacionales y locales en aras de un intercambio de experiencias e información científica y práctica en el área de mantenimiento, rehabilitación, conservación y evaluación de los ecosistemas fluviales.
- Revisar los marcos jurídicos en materia ambiental de los tres niveles de gobierno, porque aún persisten lagunas en el ejercicio de las competencias de cada uno, convocando a foros de discusión jurídica donde estén involucrados los asuntos ambientales de un ecosistema fluvial en los tres niveles parlamentarios (Congreso de la Unión, congresos estatales y cabildos municipales). Es indispensable contar con instrumentos jurídicos y normativos que protejan el patrimonio paisajístico de una forma integral. Aunque es obligado mencionar que en el caso de los ecosistemas, los instrumentos de protección están en el marco jurídico, sin embargo no se administran conforme a lo establecido en las leyes y reglamentos de los cuales provienen.
- Sensibilizar a quienes toman las decisiones en las administraciones estatal y municipal sobre la importancia de la conservación y gestión del ecosistema y el paisaje fluvial urbano, en primera instancia por los valores ecológicos que estos generan, así como por la valoración positiva que la población demostró en esta investigación y, sobre todo, por su importancia para la sustentabilidad de la ciudad, apelando a que adopten decisiones racionales y efectivas en materia de gestión ambiental.
- Adoptar y formular indicadores para la evaluación de las repercusiones ambientales y ecológicas de los proyectos que incidan en el funcionamiento del ecosistema fluvial del río Tamazula con el interés de evitar la pérdida de su calidad visual y ecológica; donde las instituciones de educación superior, a través de sus escuelas y facultades, trabajen de manera interdisciplinaria en la reconstrucción del sistema de indicadores para evaluar ecosistemas fluviales.

- Establecer un programa integral de gestión a través de la participación ciudadana, de instituciones públicas y privadas, así como de los diferentes niveles de gobierno. Es necesario que sea concebido como un proyecto común para incidir notablemente en la conservación, protección y mantenimiento de la calidad ecológica y visual del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula.

### **Mantenimiento**

- Establecer un programa de forestación enfatizando el uso de vegetación nativa para erradicar las poblaciones de especies introducidas antes de que se conviertan en dominantes y transformen la estructura del ecosistema y del paisaje fluvial, en donde la autoridad municipal, a través de la Dirección de Parques y Jardines, sea la instancia encargada de efectuar el cambio de especies, pues cuenta con personal capacitado para dichas labores. El proceso debe ser supervisado por instituciones educativas de nivel superior o prestadores de servicio social.

Establecer un programa de monitoreo periódico y control a largo plazo de las áreas recreativas y la estructura arbórea, utilizando el sistema de índices e indicadores desarrollados para la evaluación del ecosistema fluvial del río Tamazula, con el fin de detectar cambios en el funcionamiento del ecosistema, lo que permitirá mantener un equilibrio en la densidad de la vegetación y la sucesiones poblacionales.

### **Conservación**

- Incluir en el Plan de Desarrollo Urbano de Culiacán, la declaratoria de destino para reservar las áreas del ecosistema fluvial con uso de conservación, evitando que el espacio fluvial (cauce, bosque de ribera y riberas) y las zonas de inundación cambien su vocación, para así garantizar que predominen el funcionamiento natural y el equilibrio general del ecosistema y evitar que en un futuro estas áreas los incorporen con otro uso ante la presión del crecimiento urbano.
- Sensibilizar a la población —mediante la difusión de información en los medios de comunicación y en los programas educativos de los niveles básico, medio y medio superior, además de establecer centros de información ambiental en las áreas de recreación del río Tamazula— sobre el valor del uso de las especies nativas, así como



sobre los valores ecológicos y paisajísticos que genera el ecosistema fluvial urbano para su conservación y el disfrute de las actuales y futuras generaciones.

- Fomentar investigaciones y estudios que profundicen y aumenten el conocimiento sobre la estructura, composición, valoración y percepción del ecosistema y el paisaje, así como crear evidencias científicas de los problemas ecológicos que se presentan en el ecosistema, en primera instancia para mantener un equilibrio ecológico y en segunda, para que los tomadores de decisiones implementen las medidas necesarias.
- Ante cualquier modificación o intervención que se realice en el espacio fluvial, es necesario que se realicen estudios sobre la factibilidad de la intervención y evitar un cambio drástico en la estructura ecológica del sistema, así como en la diversidad paisajística. Entre los instrumentos que se pueden utilizar están los estudios de impacto ambiental y del paisaje, considerar la opinión de los expertos y dar la importancia y atención que merece a la opinión pública para futuras intervenciones.

## BIBLIOGRAFÍA

Achoy, C. (2008). Incorporación del análisis de riesgo en la planificación urbana: el caso del desarrollo urbano tres ríos en Culiacán, Sinaloa. (Tesis de Maestría). El Colegio de la Frontera Norte, México.

Aguiló, M. (1981). *Metodología para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje*. (Tesis de Doctorado). Universidad Politécnica de Madrid, España.

Aguiló, M. (2004). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. España: Ministerio de Medio Ambiente.

Agyeman, J. y Evans, B. (1994). The new environmental agenda. En J. Agyeman y B. Evans. *Local environmental policies and strategies* (pp. 1-22). Inglaterra: Longman.

Ahern, J. (2004). Greenways in the USA: theory, trends and prospects. En R. Jongman y G. Pungetti (Eds.), *Ecological Networks and Greenways* (pp. 34-55). Inglaterra: Universidad de Cambridge.

Alba-Tercedor, J. (1996). Macro Invertebrados Acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV simposio del agua en Andalucía (SIAGA) Vol. II* (pp. 213-230). España: Almería.

Alba-Tercedor, J. y Sánchez-Ortega, A. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell 1978. *Limnética*, (4), 51-56.

Alba-Tercedor, J., Jáimez-Cuellar, P., Álvarez, M., Avilés, J., Bonada, N., Casas, J., Mellado, A., Ortega, M., Pardo, I., Prat, N., Rieradevall, M., Robles, S., Sáinz-Cantero, C., Sánchez-Ortega, A., Suárez, M., Toro, M., Vidal-Abarca, M., Vivas, S. y Zamora-Muñoz. (2002). Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (= BMWP'). *Limnética*, 21, 175-186.

Alberti, M. (1996). Measuring urban sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 16(4-6), 381-424.

Allan, D., Erickson, L. y Fay, J. (1997). The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. *Freshwater Biology*, 37, 149-6.

Allan, J. y Castillo, M. (2007). *Stream ecology: Structure and function of running waters*. Holanda: Springer.

Allan, J. y Flecker, A. (1993). Biodiversity conservation in running waters. *BioScience*, 43, 32-43.

Álvarez-Farizo, B. y Figueiredo, F. (2008). Modelos de clase latente en la evaluación de características del paisaje. *Ager. Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural*, (7), 58-76.

Amaya, C. (2005). El ecosistema urbano: Simbiosis Espacial entre lo Natural y lo Artificial. *Revista Forestal Latinoamericana*, (37), 1-16.

Anderson, L. y Schroeder, H. (1983). Application of wildland scenic assessment methods to the urban landscape. *Landscape Planning*, 10, 219-237.

Aponte, G. (2003). Paisaje e Identidad Cultural. *Tabula Rasa*, (1), 153-164.

Appleton, J. (1975). *The experience of landscape*. Inglaterra: John Wiley and Sons.

Argüelles, A., López, J., Cifuentes, V. y Norzagaray, A. (2012). *Los Paisajes Fluviales en la Planificación y Gestión del Agua*. España: Universidad de Sevilla y Centro de Estudios Paisaje y Territorio y Gobierno de España.

Arias, P. (2003). *Periferias y nueva ciudad. El problema del paisaje en los procesos de dispersión urbana*. España: Universidad de Sevilla.

Armitage, P. y Petts, G. (1992). Biotic score and prediction to assess the effects of water abstractions on river macro invertebrates for conservation purposes. *Aquatic Conservation. Marine and Fresh. Ecosystem*, 2, 1-17.

Armitage, P., Moss, D., Wright, J. y Furse, M. (1983). The performance of a new biological a water quality score system base don macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research*, 17, 333-347.

Arribas, C., Guarnizo, T., Saldaña, T. y Fernández-Delgado, T. (2002). Intervenciones humanas en el cauce principal del río Guadiamar y estado de conservación de su vegetación riparia. *III Congreso Ibérico sobre gestión y planificación del agua*. España.

Arthur, L., Daniel, T. y Boster, R. (1977). Scenic assessment: an overview. *Landscape Planning*, 4, 109-129.

Ayuntamiento de Culiacán. (2015). *Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Culiacán*. México: Ayuntamiento de Culiacán.

Baddi, M., Garza, R., Garza, V. y Landeros, J. (2005). Los Indicadores en la Evaluación de la Contaminación por Agroquímicos en Ecosistemas Acuáticos y Asociados. *CULCyT*, (6), 4-20.

Ballart, J. (1993). *Teoría de la organización: la evolución histórica del pensamiento organizativo. Los principales paradigmas teóricos*. España: Ministerio para las Administraciones Públicas.

Barber, C. (2004). *Securing Protected Areas in the face of Global Change: Issues and Strategies*. Reino Unido: Cambridge.

Barrasa, S. (2007). *El paisaje en América Latina. Experiencias de valoración participativa de paisajes visuales para la planificación ambiental de La Habana, Cuba. Experiencia*. (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma de Madrid, España.

Barrasa, S. (2013). Valoración de la calidad estética de los paisajes de La Habana (Cuba) con métodos de participación social. *Revista Estudios Geográficos*, (274), 45-66.

Barrios, J. (2012). Ecosistemas urbanos. *Revista Ambienta*, (98), 1-5.

Barroso, A. y Ferreira, M. (2012). Preclasificación de la calidad ecológica, un instrumento orientado en la planificación de actuaciones de restauración fluvial: aplicación a la región del Algarve. En J. Camprodon, M. Teresa y M. Ordeix (Eds.), *Restauración Ecológica Fluvial. Un manual de buenas prácticas de gestión de ríos y riberas* (pp. 190-213). España: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya e ISA press.

Batres, J., Ortells, V. y Palomera, J. (2010). Diseño y ordenamiento de la dinámica urbana, medio ineludible en la preservación sustentable de los recursos hídricos naturales urbanos en México, caso lagunas urbanas del sur de Tamaulipas (Tampico-Madero-Altamira). *Revista Quivera*, 12(2010-1), 1-13.

Beck, R. (1983). El significado espacial y las propiedades del ambiente. En H. Proshansky, W. Itelson y L. Rivlin (Eds.), *Psicología Ambiental* (pp. 186-193). México: Trillas.

Bell, S. (2001). Landscape pattern, perception and visualization in the visual management of forests. *Landscape and Urban Planning*, 54, 201-211.

Benda, L., Millar, D., Dunne, T., Reeves, G. y Agee, J. (1998). Dynamic Landscape Systems. En R. Naiman y R. Bilby (Eds.), *River Ecology and Management. Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion* (pp. 261-288). EE.UU: Springer.

Beraud, J. (1998). *Retos urbanos-regionales de Sinaloa ante la globalización*. México: Universidad Autónoma de Sinaloa.

Bergen, S., McGaughey, R. y Fridley, J. (1998). Data-Driven simulation, dimensional accuracy and realism in a landscape visualization tool. *Landscape and Urban Planning*, 40(4), 283-293.

Berlyne, D. (1960). *Conflict, Arousal, and Curiosity*. EE.UU: McGraw Hill.

Bertalanffy, L. (1950). An outline of general systems theory. *British Journal of Philosophy of Science*, 1, 139-164.

Bertalaffy, L. (1968). *General systems theory: foundations, development, application*. EE.UU: Braziller.

Bertrand, C. y Bertrand, G. (2006). *Geografía del medio ambiente. El sistema GTP: geosistema, territorio y paisaje*. España: Universidad de Granada.

Bertrand, G. (1975). Pour une histoire écologique de la France rurale. En G. Duby y A. Wallon (Eds.), *Histoire de la France rurale* (pp. 35-116). Francia: Seuil.

Bettin, G. (1982). *Los sociólogos de la Ciudad*. México: Gustavo Gili.

Bettine, V. (1998). *Elementos de ecología urbana*. España: Editorial Trotta.

Blench, T. (1969). *Mobile-Bed Fluviology*. Canadá: Universidad de Alberta.

Blocksom, K., Kurtenbach, J., Klemm, D., Fulk, F. y Cormier, S. (2002). Development and evaluation of the Lake Macroinvertebrate Integrity Inde (LMII) for New Jersey lakes and reservoirs. *Environment Monitoring and Assessment*, 77, 311-333.

Boada, M. y Toledo, V. (2003). *El planeta, nuestro cuerpo. La ecología, el ambientalismo y la crisis de la modernidad*. México: Fondo de Cultura Económica.

Bojórquez, G. (2010). *Confort térmico en exteriores: actividades en espacios recreativos, en clima cálido seco extremo*. (Tesis de Doctorado). Universidad de Colima, México.

Bolos, M. (1992). *Manual de ciencia del paisaje: teoría, métodos y aplicaciones*. España: Masson.

Botequilla, A., Miller, J., Ahern, J. y McGarigal, K. (2006). *Measuring Landscapes. A planner's Handbool*. EE. UU: Island Press.

Boyacioglu, H. (2007). Development of a water quality index based on a European classification scheme. *Water SA*, 33(1), 101-106.

Boyacioglu, H. (2007). Development of a water quality index based on a European classification scheme, *Water SA*, 33(1), 101-106.

Brandolin, P., Martoli, R. y Ávalos, M. (2007). Variaciones temporales de los ensambles de aves de la reserva natural de fauna laguna La Felipa Córdoba, Argentina. *Hornero*, (1)22, 1-8.

Brandt, M. y Vejre, H. (2003). *Multifunctional Landscapes*. EE.UU: WIT.

Breton, F. y Trujillo, A. (2009). Paisajes Litorales. En J. Busquets y A. Cortina (Eds.), *Gestión del Paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje* (pp. 41-75). España: Ariel.

Briggs, D. y France, J. (1980). Landscape Evaluation: A comparative study. *Journal of Environmental Management*, 10, 263-275.

Briseño, M. (2009). El valor estético y ecológico del paisaje urbano y los asentamientos humanos sustentables. *Revista Geográfica Venezolana*, 50(2), 213-233.

Briseño, M. y Gil, B. (2005). Ciudad, imagen y percepción. *Revista Geográfica Venezolana*, 46(1), 11-33.

Brown, R., Macclelland, N., Deininger, R. y Tozer, R. (1970). A Water Quality Index—Do We Dare? *Water and Sewage Works*, 117, 339-343.

Brown, T. y Daniel, T. (1990). *Scaling of Rating: Concepts and Methods*. EE.UU: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

Bruchmann, E. (2007). *Equistico Urbano y Suburbano Bonaerense*. Argentina: Fundación IEL.

Brugmann, J. (1992). *Managing Urban Ecosystems. An Introduction to the Principles of Ecological City Management*. Canadá: Agencia Local de Gobierno.

Buhyoff, G. y Wellman, J. (1978). Landscape architect's interpretation of people's landscape preferences. *Journal of Environmental Management*, 6, 255-262.

Buhyoff, G., Arndt, L. y Propst, D. (1981). Interval scaling of landscape preference by direct and indirect-measurement methods. *Landscape Planning*, 8, 257-267.

Buhyoff, G., Miller, P., Roach, J., Zhou, D. y Fuller, L. (1994). An AI Methodology for Landscape Visual Assessments. *AI Applications*, 8, 1-13.

Burel, F. y Baudry, J. (2002). *Ecología del Paisaje*. España: Mundi-Prensa.

Busquets, J. (2009). Análisis semiótico del paisaje. En J. Busquets y A. Cortina (Eds.), *Gestión del Paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje* (pp. 151-164). España: Ariel.

Bustillo-García, L. y Martínez-Dávila, J. (2008). Los enfoques del desarrollo sustentable. *Interciencia*, 33(5), 389-395.

CAADES. Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa. (2010). Datos Termopluviométricos. México: CAADES.

Cachón de Mesa, J. (2002). Los regímenes de caudales con fines ambientales. Herramienta básica en la gestión y mejora del medio ambiente. Colegio de Ingenieros de Camino, Canales y Puertos. *I congreso de ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente*. (pp. 311-324). España: CICCIP.

Camacho, M. (2001). *Diccionario de Arquitectura y Urbanismo*. México: Trillas.

Campos, O. (2003). Del paisaje a la ciudad. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 7(1), 44-52.

Canizales, P., Alanís, G., Favela, S., Torres, M., Alanís, E., Jiménez, J. y Padilla, H. (2010). Efecto de la actividad turística en la diversidad y estructura del bosque de galería en el noreste de México. *Ciencia UANL*, 13(1), 55-63.

Canter, D. (1987). *Psicología del lugar*. México: Editorial Concepto.

Cañadas, G., Batanero, M., Gea, M. y Contreras, J. (2013). Comprensión de frecuencias asociadas a las tablas de contingencia por estudiantes de psicología. *Revista Unipluriversidad*, 13(3), 97-108.

Cañas, I. y Ruiz, M. (2001). Método de valoración del impacto paisajístico. En F. Ayuga (Ed.), *Gestión Sostenible de Paisajes Rurales, Técnica e Ingeniería* (pp. 53-79). España: Mundi-Prensa.

Cañizares, M. (1998). *Desarrollo Urbano y Problemática ambiental de la ciudad de Puertollano (ciudad real)*. (Tesis de Doctorado). Universidad de Catilla-La Mancha, España.

Carrero, J. (2008). *Plagas del Campo*. España: Mundi-Prensa.

Carvacho, A. (2012). Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multimétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la cuenca del Limari en Chile. (Tesis de Maestría). Universidad de Barcelona, España.

Conagua. Comisión Nacional del Agua. (2014). *Programa Nacional Hídrico 2014-2018*. México: Conagua.

CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2012). *Perspectiva de las ciudades y la diversidad biológica*. Canadá: CDB.

Centelles, J. (2006). *El buen gobierno de la ciudad. Estrategias urbanas y política relacional*. España: Plural.

Chang, H. (2008). *River Morphology and River Channel Changes*. Transactions of Tianjin University, Vol. 14, pp. 254-262.

Chow, V. (1964). *Handbook of Applied Hydrology*. EE.UU: McGraw-Hill.

Cifuentes, P. (1979). *La calidad visual de unidades territoriales. Aplicación al valle del río Tietar*. (Tesis de Doctorado). Universidad Politécnica de Madrid, España.

Cliff, T. (1976). *Manual de paisaje urbano*. España: Blume.

Conapo. Consejo Nacional de Población. (2012). *Índice de Marginación Urbana 2010*. México: Conapo.

Consejo de Europa. (2000). *Convenio Europeo del Paisaje*. Italia: Consejo Europeo. Recuperado del 20 de Septiembre de 2014, del sitio web de Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España: [http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/patrimonio/Convenio\\_europeo\\_paisaje.pdf](http://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/patrimonio/Convenio_europeo_paisaje.pdf)

Cook, P. y Cable, T. (1995). The scenic beauty of shelterbelts on the Great Plains. *Landscape and Urban Planning*, 32, 63-69.

Corigliano, M., Oberto, A., Principe, R., Raffaini, T. y Gualdoni, C. (2008). Calidad del espacio ribereño en el tramo urbano del río Chocancharava (Río Cuarto, provincia de Córdoba). *Revista Universidad Nacional Río Cuarto*, 28(1-2), 55-66.

Corraliza, J. (1991). Ciudad, arquitectura y calidad de vida: notas para una discusión. En R. de Castro (Ed.), *Psicología Ambiental: intervención y evaluación del entorno* (pp. 55-76). España: Arquetipo.

Cortina, A. (2009). La dimensión económica del paisaje. En J. Busquets y A. Cortina (Eds.), *Gestión del paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje* (pp. 253-274). España: Ariel.

Cortina, A. (2009a). La participación, mediación y concertación en paisaje. En J. Busquets y A. Cortina (Eds.), *Gestión del paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje* (pp. 347-378). España: Ariel.

Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R. y Norgaard, R. (1999). *Una introducción a la economía ecológica*. México: Compañía Editorial Continental.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neil, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. y van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Natura*, 387, 253-260.

Cowx, I. y Wellcomme, R. (1998). *Rehabilitation of rivers for fish*. Inglaterra: Fishing News Books.

Craik, K. (1975). Individual variations in landscapes description. En E. Zube, R. Brush y J. Fabos (Eds.), *Landscape Assessment: Values, Perception and resources* (pp. 130-150). EE.UU: Dowdwn, Hurchinson y Ross Inc.



Cummings, R., Brookshire, D. y Schulze, W. (1986). *Valuing Environmental Goods: An Assessment of the Contingent Valuation Method*. EE.UU: Rowman and Allenheld.

Dajoz, R. (2001). *Tratado de ecología*. Madrid: Mundi-Prensa.

Daly, H. (1987). The Economic Growth Debate: What some economists have learned but many have not. *Journal of environmental economics and management*. 14, 323-336.

Daly, H. (1990). Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological economics*, (2), 1-6.

Daniel, T. (2001). Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21<sup>st</sup> century. *Landscape and Urban Planning*, 54(1-4), 267-281.

Daniel, T. y Boster, R. (1976). *Measuring landscape aesthetic: the scenic beauty estimation method*. EE.UU: USDA Forest Service Research.

Daniel, T. y Vining, J. (1983). Methodological Issues in the Assessment of Landscape Quality. En I. Altman y J. Wholwill (Eds.), *Behavior and the Natural Environment* (pp. 39-83). EE.UU: Plenum Press.

De la Fuente, G. (2002). *Análisis de Escenarios Paisajísticos y Medidas de Calidad Escénica. Estudio de Casos: La sierra de Guadarrama (Madrid, España) y La Precordillera Andina (Santiago, Chile)*. (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma de Madrid, España.

De la Fuente, G. (2003). *Actitudes, Expectativas y Valoración paisajística de la precordillera Andina por la población de Santiago de Chile*. España: Universidad de Alcalá.

De la Fuente, G. (2010). Marco de referencia sobre el paisaje y los estudios de paisaje. En C. Iglesias (Ed.), *Estudios de paisaje: ámbitos de estudio y aplicaciones prácticas* (pp. 7-38). España: Asociación Técnica de Ecología del Paisaje y Seguimiento Ambiental (ECOPÁS).

De la Fuente, G. y De Lucio, J. (2003). *La importancia de considerar las expectativas y preferencias paisajísticas de visitantes, gestores y expertos ambientales en la gestión de espacios naturales del mediterráneo*. España: Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid.

De la Fuente, G. y Mühlhauser, H. (2012). Precordillera de Santiago de Chile: percepciones, actitudes y preferencias de visitantes urbanos. *Revista Urbano*, (26), 8-17.

De la Fuente, G. y Mühlhauser, H. (2014). Visual quality: An examination of a South American Mediterranean landscape, Andean foothills east of Santiago (Chile). *Urban Forestry and Urban Greening*, 13, 261-271.

De las Rivas, J. (2006). El paisaje como regla: el perfil ecológico de la planificación espacial. En J. González-Aragón y M. Castrillo (Eds.), *Planificación territorial y urbana* (pp.11-36). México: Universidad de Valladolid y Universidad Autónoma Metropolitana.

DeWalt, S., Maliakal, S., y Denslow, J. (2003). Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. *Forest Ecology and Management*, 182, 139-151.

Di Pace, M. (2004). *Ecología de la ciudad*. España: Prometeo.

Dinius, S. (1972). Social accounting system for evaluating water resources. *Water Resources Research*, 8, 1159-1177.

Donoso, C., Grez, R., Escobar, B., y Real, P. (1984). Estructura y dinámica de bosques del tipo forestal siempreverde en un sector de Chiloé insular. *Bosque*, 5(2), 82-104.

Douglas, I. (1983). *The Urban Environment*. Inglaterra: Edward Arnold.

Ducci, M. (2003). *Introducción al urbanismo. Conceptos básicos*. México: Trillas.

Dunn, M. (1974). *Landscape evaluation techniques: and appraisal and review of the literature*. Inglaterra: Universidad de Birmingham.

Dunne, T. y Leopold, L. (1978). *Water in environmental Planning*. EE.UU: Freeman.

Duran, C. (2011). *Aplicación del Índice RHS (River Habitat Survey) a la cuenca del Ebro*. España: Gobierno de España, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y Confederación Hidrográfica del Ebro.

Durán, C., Navarro, P. y Rodríguez, J. (2013). *Metodología para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para indicadores hidromorfológicos*. España: Gobierno de España, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y Confederación hidrográfica del Ebro.

Durán, J. (2007). *El Agua en la provincial de Sevilla: paisaje, cultura y medio ambiente*. España: Instituto Geológico y Minero de España.

Eberhardt, L. y Thomas, J. (1991). Designing environmental studies. *Ecological Monographs*, 61(1), 55-73.

EEA. Agencia Europea de Medio Ambiente. (2011). *The European environment-state and outlook 2010. Urban Environment*. Dinamarca: EEA.

EEA. (2010). *10 messages for 2010 Urban ecosystems*. Dinamarca: EEA.

- Elliott, S. (2010). *El río y la forma. Introducción a la geomorfología fluvial*. Chile: RIL.
- Elosegi, A. y Díez, J. (2009). La estructura física de los cauces fluviales. En S. Sabater y A. Elosegi (Eds.), *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (pp. 71-84). España: BBVA.
- Elosegi, A. y Díez, J. (2009a). La vegetación terrestre asociada al río: el bosque de ribera. En S. Sabater y A. Elosegi (Eds.), *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (pp. 311-321). España: BBVA.
- Elosegi, A., Butturini, A. y Armengol, J. (2009). El caudal circulante. En S. Sabater y A. Elosegi (Eds.), *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (pp. 51-69). España: BBVA.
- EM. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. EE.UU: Island Press.
- Emerton, L. y Bos, E. (2004). *Valor: Considerar a los ecosistemas como un componente económico de la infraestructura hídrica* (J.M. Blanch, Trad.). Costa Rica: UICN-ORMA.
- Enrique, A. (1993). La naturaleza urbanizada. En A. Salvo y J. García (Eds.), *Naturaleza urbanizada: estudio sobre el verde en la ciudad* (pp. 7-15). España: Universidad de Málaga.
- Escribano, M., De Frutos, M., Iglesias, E., Mataix, C. y Torrecilla, I. (1987). *El paisaje*. España: MOPU.
- Español, E. y Cruz, L. (2009). *El paisaje, de la percepción a la gestión*. España: Liteam.
- Fábos, J. (2004). Greenway planning in the United States: it's origins and recent case studies. *Landscape and urban planning*, 68(2), 321-342.
- Fahrig, L. y Merriam, G. (1994). Conservation of fragmented populations. *Conservation Biology*, 8, 50-59.
- Falcón, A. (2007). *Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión*. México: Gustavo Gili.
- Félix, E. (2013). *Parámetros de calidad del suelo ripario del río Tamazula en el Desarrollo Urbano Plan Tres Ríos*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma de Sinaloa, México.
- Fernández, L., Rau, J. y Arriagada, A. (2009). Calidad de la vegetación ribereña del río Maullín utilizando el índice QBR. *Gayana Botánica*, 66(2), 269-278.
- Fernández, N. y Solano, F. (2005). *Índices de Calidad y Contaminación del Agua*. Colombia: JAVA.

Ferrer, A. (2009). Paisajes Urbanos. En J. Busquets y A. Cortina (Eds.), *Gestión del Paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje* (pp. 41-75). España: Ariel.

Fleishman, E., Thomson, J., Mac Nally, R., Murphy, D. y Fay, J. (2005). Using indicator species to predict species richness of multiple taxonomic groups. *Conservation Biology*, 12(4), 1125-1137.

Forero, L., Longo, M., Ramírez, J. y Chalar, G. (2014). Índice de calidad ecológica con base en macroinvertebrados acuáticos para la cuenca del río Negro (ICERN-MAE), Colombia. *Revista Biología Tropical*, 62(2), 233-247.

Forman, R. (1995). *Land Mosaic: The ecology of landscapes and regions*. EE.UU: Universidad de Cambridge.

Forman, R. y Godron, M. (1981). Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience*, 31(10), 733-740.

Forman, R. y Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. EE.UU: John Wiley and Sons.

Franco, M. (1997). *Desenho Ambiental. Uma introdução a Arquitetura da Paisagem com o paradigma ecológico*. Brasil: Blume.

Freeman, R. y Ray, R. (2001). Landscape ecology practice by small scale river conservation groups. *Landscape and urban planning*, 56, 171-184.

Frissell, C., Liss, J., Warren, C. y Hurley, M. (1986). A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management*, (10), 199-214.

Galdini, R. (2005). Urban Regeneration Process - The Case of Genoa, An Example Of Integrated Urban Development. Ponencia presentada en el 45th Congress of the European Regional Science Association, Amsterdam, Holanda. Recuperado de <http://www-sre.wu-wien.ac.at/ersa/ersaconfs/ersa05/papers/426.pdf>. En: European Regional Science Association in it is series ERSA.

Gaona, T. y Venegas, R. (2005). Integración del medio ambiente al modelo de desarrollo. En R. Rojas (Ed.), *Planeación urbana y regional. Un enfoque hacia la sustentabilidad* (pp. 25-112). México: Universidad Autónoma de Baja California y Plaza y Valdés.

García, A. y Cañas, I. (2001). La valoración del paisaje. En F. Ayuga (Ed.), *Técnicas sostenibles de paisajes rurales: técnicas e ingenierías* (pp. 33-52). España: Mundi-Prensa.

García, C. (2004). *Ciudad hojaldre. Visiones urbanas del siglo XXI*. México: Gustavo Gili.

García, E. (1981). *Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

García, F., González, F. y Sancho, I. (1974). *Dimensions des reactions devant le paysage. Traitment des données des choix*. Bélgica: Fundación Universitaria de Información y Medio Ambiente.

García, P. (2013). *Paisajes para el Bienestar. Evaluación participativa de la calidad del paisaje visual para la planificación y el diseño*. (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma de Madrid, España.

García-Berthou, E., Alcaraz, C., Benejam, L. y Benito, J. (2009). Diseño experimental y análisis de datos. En A. Elosegí y S. Sabater (Eds.), *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (pp. 397-412). España: Fundación BBVA.

García-Morales, R., Moreno, C. y Bello-Gutiérrez, J. (2011). Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: El número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *Therya*, 2(3), 205-215.

García-Tornel, F. (1997). Las transformaciones de los espacios urbanos fluviales en zonas áridas: lecciones de la cuenca del Segura. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 37, 103-116.

GES. Gobierno del Estado de Sinaloa. (2013). Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Sinaloa. *Periódico Oficial*, última reforma publicada 8 de abril de 2013.

GES. (1991). Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Sinaloa. *Periódico Oficial*, última reforma publicada 4 de agosto de 1993.

GES. (1991a). *Decreto de creación del Desarrollo Urbano Tres Ríos*. México: GES.

GES. (2009). Municipio de Culiacán. Recuperado el 18 de abril 2010, del sitio Web del Gobierno del Estado de Sinaloa: <http://laip.sinaloa.gob.mx/SIEGES/Culiac%C3%A1n.htm>

Gibson, J. (1979). *An ecological approach to visual perception*. EE.UU: Mifflin.

Girot, C. (2000). *Hacia una teoría general del paisaje. Rehacer paisajes*. España: Colegio de Arquitectos de Cataluña.

Gobster, P., Palmer, J. y Crustal, J. (2003). Ervin H. Zube (1931-2002) the significance and impact of his contributions to environment-behavior studies. *Environment and Behavior*, 35(2), 165-186.

Gómez, D. (2002). *Evaluación de impacto ambiental*. México: Mundi-Prensa.

Gómez-Limón, J. y De Lucio, J. (1999). Changes in use and landscape preferences on the agricultural-livestock landscapes of the central Iberian Peninsula (Madrid, Spain). *Landscape and Urban Planning*, 44, 165-175.

Gómez-Pompa, A. y Vázquez-Yanes, C. (1974). Studies on the secondary succession of tropical lowlands: The cycle of secondary species. En: W. Dobben y R. Lowe-McConnell (Eds.), *Proceedings of the First International Congress of Ecology* (pp. 336-342). Holanda: Asociación Internacional de Ecología.

González del Tánago, M. (1999). Las riberas elementos clave del paisaje y en la gestión del agua. En F. Martínez y P. Agudo (Eds.), *El agua a debate desde la Universidad: hacia una nueva cultura del agua: 1er. Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas* (499-512). España: Instituto Fernando el Católico.

González del Tánago, M. y García de Jalón, D. (2006). Propuesta de caracterización jerárquica de los ríos españoles para su clasificación según la Directiva Marco de la Unión Europea. *Limnetica*, 25(3), 693-712.

González del Tánago, M., García de Jalón, D., Lara, F. y Garilleti, R. (2006). Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el Contexto de la Directiva Marco Del Agua. *Ingeniería Civil*, (143), 97-108.

González, F. (1981). *Ecología y Paisaje*. España: Blume.

González, F. (1985). *Invitación a la ecología humana. La adaptación afectiva al entorno*. España: Tecnos S. A.

González, F., Royo, S. y García, F. (1973). Analyse des réactions face au paysage naturel. *Options Méditerranéennes*, 17, 66-81.

González, M. (2011). *Evaluación participativa de la calidad del paisaje de la Cañada Real Conquense y su relación con los servicios de los ecosistemas ligados a la transhumancia*. España: Universidad Autónoma de Madrid.

González, M., García, D., Lara, F. y Garilleti, R. (2006). Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua. *Ingeniería Civil*, (143), 97-108.

González, N., San, J. y Teresa, M. (2004). *Introducción a los Servicios Ambientales*. México: Semarnat.

Graizbord, B. (1999). Planeación Urbana, Participación Ciudadana y Cambio Social. *Economía, Sociedad y Territorio*, 2 (5), 149-161.

Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M. y López-Ríos, F. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 12(1), 55-69.

Gregory, D. (2000). Landschaft. En *The dictionary of human geography* (4a. ed., p. 431). Londres, Inglaterra: Blackwell.

Grimm, N., Grove, M. y Pickett, S. (2000). Integrated approaches to long-term studies of urban ecological system. *BioScience*, 50(7), 571-584.

Gross, P. (2006). Diversidad natural y cultural en la ciudad. En G. Badal (Ed.), *Biodiversidad de Chile: patrimonio y desafíos* (pp. 494-501). Chile: Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Guerrero, M. y Guíñirgo, F. (2008). Indicador espacial del metabolismo urbano. Huella Ecológica de la ciudad de Tandil, Argentina. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 9, 31-44.

Gustafson, E. (1998). Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art? *Ecosystem*, 1(2), 143-156.

Hall, E. (2009). *La dimensión oculta*. México: Siglo XXI.

Hallawel, J. (1978). *Biological Surveillance of Rivers: a biological monitoring handbook*. Reino Unido: Water Research Centre.

Hammit, W., Patterson, M. y Noe, F. (1994). Identifying and predicting visual preference of southern Appalachian forest recreation vistas. *Landscape and urban Planning*, 29(2-3), 171-183.

Hanemann, W. (1984). Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete response. *American Journal of Agricultural Economics*, 66(3), 332-341.

Hartig, T., Mang, M. y Evans, G. (1991). Restorative effects of natural environment experiences. *Environment and Behavior*, 23, 3-26.

Henríquez, C. (2002, Octubre). *Estimación preliminar de la Huella Ecológica de la VIII Región del Bío-Bío como indicador de sustentabilidad del crecimiento urbano*. VII Congreso Internacional de Ciencias de la Tierra, Santiago, Chile, IGM.

Henríquez, C. (2010). *Nuevas Perspectivas en Ecología Urbana*. Recuperado el 21 de abril 2010, del sitio Web Centro de políticas públicas de la Universidad de Chile: <http://politicaspUBLICAS.uc.cl/media/publicaciones/pdf/20100623204857.pdf>

Herzog, T. (1997). A cognitive Analysis of preference for natural environments: Mountains, Canyons, and Deserts. *Landscape Journal*, 6(2), 140-152.

Hesselgren, S. (1972). *Los medios de expresión de la arquitectura*. Argentina: Editorial Universitaria de Buenos Aires.

Higueras, E. (2007). *Urbanismo Bioclimático*. España: Gustavo Gili.

Higueras, E. (2009). *El reto de la ciudad habitable y sostenible*. España: Dapp.

Hilsenhoff, W. (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society*, 7(1), 65-68.

Hilty, J., Lidicker, W. y Merenlender, A. (2006). *Corridor ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation*. EE. UU: Island Press.

Hodgetts, R. y Altman, S. (1989). *Comportamiento de las Organizaciones*. México: McGraw-Hill.

Holahan, C. (2004). *Psicología Ambiental*. México: Limusa.

Holden, M. (2006). Urban indicators and the integrative ideals of cities. *Cities*, 23(3), 170-183.

Holling, C. (1987). Simplifying the complex: The paradigms of ecological function and structure. *European Journal of Operational Research*, (30), 139-146.

Holling, C., Schindler, D., Walker, B. y Roughgarden, J. (1995). Biodiversity in the functioning of ecosystems: An ecological synthesis. En C. Perrings, D. Mäles, C. Folke, C. Holling y B. Jansson (Eds.), *Biodiversity loss: Ecological and economic issues* (pp. 44-83). Inglaterra: Universidad de Cambridge.

Hough, M. (1998). *Naturaleza y Ciudad* (S. Rodríguez, Trad.). España: Gustavo Gili. (Trabajo original publicado en 1995).

Howard, S. (1978). *Principios de percepción* (4ª ed.). México: Trillas.

Hoyuela, A. (2009). *Territorio y Sostenibilidad*. Recuperado el 20 de abril 2010, del sitio web Territorio y Sostenibilidad: <http://terysos.com/paisaje.htm>.

Huber, A., Iroumé, A., Mohr, C. y Frêne, C. (2010). Efecto de las plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* sobre el recurso agua en la Cordillera de la Costa de la Región del Bío-bío, Chile. *Bosque*, 31(3), 219-230.

Hunziker, M. y Kienast, F. (1999). Potential impacts of changing agricultural activities on scenic a prototypical technique for automated rapid assessment. *Landscape Ecology*, 14, 161-176.



Ibero, C., Álvarez, C., Blanco, J., Criada, J., Sánchez, A. y Viada, C. (1996). *Ríos de Vida. El estado de conservación de las riberas fluviales en España*. España: SEO/Birdlife.

Illies, J. y Botosaneanu, L. (1963). Problemes et methodes de la classification et de la zonation ecologique des eaux courantes, considerees surtout du point de vue faunistique. *Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie*, 12, 1-57.

IMPLAN-Culiacán. (2007). *Plan Maestro Parque Las Riberas*. México: Ayuntamiento de Culiacán.

IMPLAN-Culiacán. (2007a). *Parque Las Riberas*. Recuperado el 20 de septiembre de 2013, del sitio Web del Instituto Municipal de Planeación Urbana de Culiacán: <http://www.implanculiacan.gob.mx/images/implan/DocDescarga/PMPRiveras/LasRiberas.pdf>

IMPLAN-Culiacán. (2008). *Plan Director de Desarrollo Urbano de Culiacán*. México: Ayuntamiento de Culiacán.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2000). *Ciudades capitales: una visión histórico-urbana (vol. 1)*. México: INEGI.

INEGI. (2011). Principales resultados por localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2010. México: INEGI.

Jackson, J. (1986). The vernacular landscape. En E. Penning-Roswell y D. Loventhal (Eds.), *Landscape Meanings and Values* (pp. 65-79). Inglaterra: Allen y Unwin Publishes.

Jaquenod, S. (2004). *Guía Práctica para el estudio del derecho ambiental*. España: Dykinson.

Jiménez, M. y Vélez, M. (2006). Análisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial. *Avances en Recursos Hidráulicos*, (14), 53-69.

Jongman, R. y Pungetti, G. (2004). *Ecological networks and greenways: concept, design and implementation*. Inglaterra: Universidad de Cambridge.

Junk, W., Bayley, P. y Sparks, R. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. En D. Dodge (Ed.), *Proceeding of the International Large River Symposium* (pp. 110-127). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 106.

Kalivoda, O., Vojar, J., Skřivanová Z. y Zahradník, D. (2014). Consensus in landscape preference judgments: The effects of landscape visual aesthetic quality and respondents' characteristics. *Journal of Environmental Management*, 137, 36-44.

Kaplan, R. y Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: a psychological perspective*. EE.UU: Universidad de Cambridge.

Kaplan, R., Kaplan, S. y Brown, T. (1989). Environmental preference. A comparison of four domains of predictor. *Environment and Behavior*, 21(5), 509-530.

Kaplan, R., Kaplan, S. y Ryan, R. (1998). *With people in mind: design and management of everyday nature*. EE.UU: Island Press.

Kaplan, S. y Kaplan R. (1982). Cognition and environment: functioning in an uncertain world. EE.UU: Preager.

Karr, J. (1981). Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6, 21-27.

Kaymaz, I. (2012). Landscape Perception. En M. Ozyavuz (Ed.), *Landscape Planning* (pp. 251-276). Croacia: InTech.

Kevin, K. y Buhyoff, G. (1993). The relation of landscape preference to abstract topography. *Journal of Environmental Management*, 17, 381-392.

Kolkwitz, R. y Marsson, W. (1909). Ökologie der tierischen Saprobien. Beiträge Zür Lehre von der biologische Gewässerbeuteilung. *Internationale Reveu der gesamten Hydrobiologie*, 2, 126-152.

Korn, A. (1953). *La Historia Constituye la Ciudad*. Argentina: Universitaria de Buenos Aires.

Krieger, P. (2006). *Paisajes urbanos: imagen y memoria*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Kumar, V., Rouquette J. y Lerner, D. (2013). Integrate modelling for Sustainability Appraise of urban river corridor: Going Beyond compartmentalised Thinking, *Water Research*, 47, 7221-7234.

Labasse, J. (1966). *L'Organisation de l'Espace*. Francia: Hermann.

Labovitz, S. y Hegedorn, R. (1976). *Introduction to Social Research*. Canadá: McGraw Hill.

LALI. Latin American Landscape Initiative. (2012). *La Iniciativa Latinoamericana del Paisaje*. Colombia: LALI.

Lara, A., Urrutia, R., Little, C. y Martínez, A. (2010). Servicios ecosistémicos y ley del bosque nativo: No basta con definirlos. *Bosque Nativo*, 47(1), 3-9.

Latorre, E. (1996). *Teoría General de Sistemas. Aplicada a la solución integral de problemas*. Colombia: Universidad del Valle.

Laumann, K., Gärling, T. y Stormark, K. (2001). Rating scale measures of restorative components of environments. *Journal of Environmental Psychology*, 21, 31-44.

Laurie, M. (1983). *Introducción a la arquitectura del paisaje*. México: Gustavo Gili.

Law, C. y Zube, E. (1983). Effects of photographic composition on landscape perception. *Landscape Research*, 8, 22-23.

Leff, E. (2008). *Discursos Sustentables*. México: Siglo XXI.

León-Vizcaíno, R. (1991). Índice de calidad del agua (ICA) forma de estimarlos y aplicación en la cuenca Lerma-Chapala. México: IMTA.

Leopold, L. y Wolman, M. (1957). *River Channel Patterns: Braided, meandering and straight*. EE.UU: US Geological Survey.

Leyva, O. (2011). *Transición hacia la sustentabilidad del desarrollo urbano de la ciudad-región de Mexicali, 1990-2005*. México: Universidad Autónoma de Baja California.

Lindeman, R. (1942). The trophic dynamic aspect of ecology. *Bulletin of Mathematical Biology*, 53, 167-191.

Linton, D. (1968). The assessment of scenery as a Natural Resource. *Scottish Geographical Magazine*, 84, 219-238.

Longo-Sánchez, M. y Blanco, J. (2009). Sobre los filtros que determinan la distribución y la abundancia de los macroinvertebrados diádromos y no-diádromos en cada nivel jerárquico del paisaje fluvial en islas. *Actual Biol*, 31(91), 179-195.

López, C. (1994). *Lo universal y lo cultural en la estética del paisaje. Experimento transcultural de percepción del paisaje*. (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma de Madrid, España.

Lothian, A. (1999). Landscape and the philosophy of aesthetics: is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder? *Landscape and Urban Planning*, 44, 177-198.

Lynch, K. (1985). *La buena forma de la Ciudad*. México: Gustavo Gili.

Lynch, K. (2001). *La imagen de la Ciudad* (5ª ed.). España: Gustavo Gili.

Maass, J. y Martínez-Yrizar, A. (1990). Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto. *Ciencias*, 4, 10-20.

- Magdaleno, F. (2013). Las riberas fluviales. *Ambienta*, 104, 90-101.
- Malanson, G. (1996). *Riparian Landscapes*. Inglaterra: Universidad de Cambridge.
- Mancilla, G., Valdovinos, C., Azocar, M., Jorquera, P. y Figueroa, R. (2009). Efecto del reemplazo de la vegetación nativa de ribera sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en arroyos de climas templados, Chile central. *Hidrobiológica*, 19(3), 193-203.
- Margalef, R. (2002). *Sistemas Ecológicos*. España: Universidad de Barcelona.
- Martell, L. (1994). *Ecology and Society. An introduction*. Inglaterra: Polity Press.
- Martín, J. (2006). *Ingeniería de ríos*. España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Martínez, C. y Fernández, J. (2004). La recuperación y valorización de ríos en entornos urbanos. *I Jornadas sobre la gestión de espacios fluviales*. (pp. 1-6). España: Asociación de Municipios Ribera del Cabriel. Recuperado el 4 de Abril de 2015, de <http://www.iberica2000.org/Es/Articulo.asp?Id=1810>
- Martínez-Ramos, M. y García-Orth, X. (2007). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (80), 69-84.
- Mateo, J. (2006). La concepción sobre los paisajes vista desde la geografía. *Boletín de Geografía*, 24(1), 1-25.
- Mateo, J. y Da Silva, E. (2007). La Geoecología del Paisaje, como fundamento para el análisis ambiental. *Revista Eletrônica do Prodepa*, 1(1), 77-98. Recuperado el 17 de octubre de 2014, de <http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/viewFile/5/5>
- Mather, A. (1986). *Land use*. Inglaterra: Longman.
- May, R. (2006). Connectivity in urban rivers: Conflict and convergence between ecology and design. *Technology in Society*, 28, 477-488.
- Mazzotti, F. y Morgentstern, C. (1997). A scientific framework for managing urban natural areas. *Landscape and Urban Planning*, 38, 171-181.
- McNeely, J. (1999). *Imaginando el mundo del mañana*. Suiza: IUCN.
- Medina-Tafur, C., Hora-Revilla, M., Asencio-Guzmán, I., Pereda-Ruíz, W., Gabriel-Aguilar, R. (2010). El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama. La Libertad. Perú. 2008. *SCIÉDO*, 13(2), 5-20.
- Mejía, G. (2000). *Los años del cambio: historia urbana de Bogotá, 1820-1910*. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Mesa, D. (2009). Algunos atributos de los factores a favor y en contra en las técnicas y métodos utilizados para la estimación de caudales ambientales en Colombia. *Umbral Científico* 15, 81-93.

Milián, G. (1999). *La sustentabilidad y las ciudades hacia el siglo XXI*. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Millington, H., Lovell, J. y Lovell, C. (2015). A framework for guiding the management of urban stream health. *Ecological Economics*, 109, 222-233.

Mitchell, R. y Carson, T. (1989). *Using Surveys to Value Public Goods. The contingent Valuation Method*. EE.UU: Resources for the Future.

Mohamed, N., Othman, N. y Hisham, M. (2012). Value of Nature in Life: Landscape Visual Quality Assessment at Rainfores Trail, Penang. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 50, 667-6674.

Montgomery, D. y Buffington, J. (1993). *Channel classification prediction of channel response and assessment of channel condition*. EE.UU: Fish and Wildlife Agreement, Department of Natural Resources.

Moore, K. (2012). *Towards an international landscape convention*. Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Moreno, C., Barragán, F., Pineda, E. y Pavón, N. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 1249-1261.

Morgan, R. (1999). Some factors affecting coastal landscape aesthetic quality assessment. *Landscape Research*, 24(2), 167-184.

Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Bolivia: BOLFOR.

Múgica, M. (1993). *Modelos de demanda paisajística y uso recreativo de los espacios naturales*. (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma de Madrid, España.

Munizaga, G. (1997). *Diseño Urbano: Teoría y Método*. Chile: Universidad Católica de Chile.

Munné, A., Solà, M. y Prat, N. (1998). QBR: un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 175, 20-37.

Muñoz-Pedrerros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *En Revista Chilena de Historia Natural*, 77(1), 139-156.

Naiman, R. y Dudgeon, D. (2011). Global alteration of freshwaters: influences on human and environment well-being. *Ecological Research*, 26(5), 865-873.

Naiman, R., Bison, P., Lee, R. y Turner, M. (1998). Watershed Management. En R. Naiman y R. Bilby (Eds.), *River Ecology and Management: Lesson from the Pacific Coastal Ecoregion* (pp. 642-661). EE.UU: Springer-Verlag.

Naiman, R., Décamps, H. y McClain, M. (2005). *Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities*. EE.UU: Elsevier.

Naiman, R., Décamps, H. y Pollock, M. (1993). The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications*, 3(2), 209-212.

Nakamae, E., Qin, X. y Tadamura, K. (2001). Rendering of landscapes for environmental assessment. *Landscape and Urban Planning*, 54(1-4), 19-32.

Nakayama, A. (1987). Culiacán: desarrollo de una ciudad. En E. Ortega (Ed.), *Sinaloa: textos de su historia* (pp. 35-49). México: GES.

Naselli, C. (1990). Diseño del Paisaje. *Revista Escala*, 153, 64-72.

Naveh, Z. (1987). Biocybernetic and thermodynamic perspectives of landscape functions and land use patterns. *Landscape Ecology*, 1(2), 75-83.

Nieto, M. y Nieto, A. (2007, Marzo). *Paisajes Fluviales. Protección y Restauración*. En H. Boira (Ed.), Congreso Internacional de Paisajes GEA XXI. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Niño, R. (2006). *Indicadores estéticos de cultura urbana*. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Nogué, J. (2007). *La Construcción Social del Paisaje*. España: Biblioteca Nueva.

Nogué, J. (2010). El retorno del paisaje. *Enrahonar: quaderns de filosofia*. 45, 123-136.

Nogué, J. y Sala, P. (2009). Los catálogos del paisaje. En J. Busquets y A. Cortina (Eds.), *Gestión del paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje* (pp. 397-426). España: Ariel.

Norris, R. y Georges., A. (1993). Analysis and interpretation of benthic macroinvertebrates surveys. En D. Rosenberg y H. Resh (Eds.), *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates* (pp. 234-286). EE.UU: Chapman y Hall.

Nowak, D., Dwyer, J. y Childs, G. (1998). Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. En L. Krisnamurthy y J. Rente Nascimento (Eds.), *Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe* (pp. 17-38). México: Universidad Autónoma de Chapingo.

O'Neill, R. (1986). *A hierarchical concept of ecosystems*. EE.UU: Universidad de Princeton.

Ocaña, C., Gómez, M. y Blanco, R. (2004). *Las vistas como recurso territorial. Ensayo de evaluación del paisaje visual mediante un SIG*. España: Universidad de Málaga.

Ochoa, A. (2004). *Modernidad Arquitectónica en Sinaloa*. México: Universidad Autónoma de Sinaloa.

Odum, E. (1971). *Ecología*. México: McGraw-Hill.

Odum, E. y Barrett, G. (2006). *Fundamentos de Ecología*. México: Thomson.

OEA. Organización de Estados Americanos. (1940). *Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los países de América*. Recuperado el 20 de septiembre 2014, del sitio web de la Organización de los Estados Americanos: <http://www.oas.org/juridico/spanish/tratados/c-8.html>.

Ollero, A. (2009). *Aplicación del índice hidrogeomorfológico IHG en la cuenca del Ebro*. España: Gobierno de España, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y Confederación hidrográfica del Ebro.

Ollero, A., Ballarín, D., Díaz, E., Mora, D., Sánchez, M., Acín, V., Echeverría, M., Granado, D., Ibisate, A., Sánchez, L., Sánchez, N. (2007). Un índice hidrogeomorfológico (IHG) para la evaluación del estado ecológico de sistemas fluviales. *Geographicalia*, 52, 113-141.

ONU. Organización de las Naciones Unidas (1992). *Agenda 21*. EE.UU: ONU.

ONU. (1992a). *Convenio sobre Diversidad Biológica*. Brasil: ONU. Recuperado el 20 de septiembre 2014, del sitio web de la CDB <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.

ONU. (2002). *Medio ambiente y desarrollo sostenible: ejecución del Programa 21 y del Plan para su ulterior ejecución*. EE.UU: ONU.

ONU. (2014). *La situación demográfica en el mundo, 2014*. EE.UU: ONU.

Ordeix, M., Camprodon, J. y Guixé, D. (2012). Metodologías de diagnosis y evaluación del estado ecológico y la biodiversidad en restauraciones fluviales. En J. Camprodon, M. Teresa y M. Ordeix (Eds.), *Restauración Ecológica Fluvial. Un manual de buenas prácticas de gestión de ríos y riberas* (pp. 22-60). España: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya e ISA press.

Orland, B. (1993). Synthetic Landscapes: A Review of Video-Imaging Applications in Environmental Perception Research, Planning and Design. En D. Stokols y R. Marans (Eds.), *Environmental Simulation: Research and Policy Issues* (pp. 213-252). EE.UU: Plenum.

Ormaetxea, O. y de Lucio, J. (1992). *Cuantificación de las preferencias paisajísticas. Aplicación al país Vasco-Atlántico*. v Coloquio de Geografía Cuantitativa. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.

Orozco, C., Pérez, A., González, M., Rodríguez, F. y Alfayate, J. (2005). *Contaminación Ambiental. Una visión desde la Química*. España: Thomson.

Ortiz, R. (1996). *Glosario Geohidrológico*. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

OSE. Observatorio de la Sostenibilidad en España. (2009). Patrimonio natural, cultural y paisajístico. Claves para la sostenibilidad territorial. España: OSE.

Otero, I., Navarra, M., Espluga, A. y Ezquerro, A. (2009). Metodología de valoración del paisaje desde infraestructuras lineales. *2º Congreso Paisaje e Infraestructuras. Libro de Actas* (pp. 241-250). España: Consejería de Obras Públicas y Vivienda, Centro de Estudios Paisaje y Territorio.

Palmer, J. y Zube, E. (1976). Numerical and perceptual landscape classification. En E. Zube (Ed.), *Studies in landscape perception* (pp. 70-142). EE.UU: Institute for Man and Environment.

Panareda, J. (2009). Evolución en la percepción del paisaje de ribera. *Boletín de la A.G.E.*, 51, 305-324.

Paniagua, A. y Moyano, E. (1998). Medio ambiente, desarrollo sostenible y escalas de sustentabilidad, *Reis*, (83), 151-175.

Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jáimez-Cuellar, P., Moyà, G., Prat, N., Robles, S., Suárez, M., Toro, M. y Vidal-Abarca, M. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnética*, 21(3-4), 115-133.

Parker, I. y Reichard, S. (1997). Critical Issues in Invasion Biology for Conservation Science. En P. Fiedler y P. Kareiva (Eds.), *Conservation Biology for the Coming Decade* (pp. 283-305). EE.UU: Chapman and Hall.

Patrick, R. (1950). Biological measure of stream conditions. *Sewage and Wastes*, 22, 926-939.

Paul, M. y Meyer, J. (2001). Streams in the urban landscape. *Ecology and Systematics*, 33, 333-365.

Pellicer, F. (2002). Paisajes fluviales de las ciudades de la red C-6. En P. De la Cal y F. Pellicer (Eds.), *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza* (pp. 97-112). España: Institución Fernando el Católico.



Peña, C. (2011). *Metodología para la planificación de áreas verdes urbanas: El caso de Mexicali, Baja California*. México: Universidad Autónoma de Baja California.

Peña, C. (2014). La Protección y Gestión del Paisaje en los Instrumentos Legales Vigentes. En J. Ley (Ed.), *Paisajes culturales: El valle de Mexicali* (pp. 229-249). México: Universidad Autónoma de Baja California.

Pérez, E. (2000). Paisaje Urbano en nuestras ciudades. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 04, 33-37.

Pérez, M. (2012). Conceptualización sobre el Desarrollo Sostenible: operacionalización del concepto para Colombia. *Punto de vista*, III(5): 139-158.

Pérez, R. y Pineda, R. (2006). *Calidad ambiental de ríos y arroyos en el centro de México: posibilidades para evaluar la integridad ecológica de microcuencas*. Recuperado el 23 de marzo de 2013, del sitio Web del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong\\_nal\\_06/tema\\_05/21\\_ricardo\\_perez.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_05/21_ricardo_perez.pdf)

Pérez, R., Pineda, R. y Medina, M. (2007). Integridad Biótica de ambientes Acuáticos. En O. Sánchez, M. Herzing, E. Peters, R. Márquez y L. Zambrano (Eds.), *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México* (pp. 71-112). México: Semarnat.

Pérez-Trejo, F. (1993). Landscape response units: process-based self-organising systems. En D. Green y S. Cousins (Eds.), *Landscapes Ecology and GIS* (pp. 87-98). Inglaterra: Taylor y Francis Ltd.

Perló, M. (2009). Recuperación de ríos urbanos. *Iconos*, 8(1), 8-10.

Pesci, R. (2003). El urbanismo y la cultura ambiental. En R. Folch (Ed.), *El Territorio como Sistema Conceptos y Herramientas de Ordenación* (pp. 101-120), España: Diputación de Barcelona.

Pichard, D., Barrett, H., Cagney, J., Clark, R., Fogg, J., Gebhart, K., Hansen, P., Mitchell, B. y Tippy, D. (1993). *Process for assessing proper conditions*. EE.UU: Bureau of Land Management Service Center.

Pichs, R. (1997). *El debate internacional sobre medio ambiente y desarrollo*. Recuperado el 15 de enero 2003 de [http://redem.baup.mx/t2\\_pichs.html](http://redem.baup.mx/t2_pichs.html).

Pickett, S. T., Cadenasso, M. L. y Grove, J. M. (2001). Urban ecological system: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 127-157.

Pinson, D. (2004). Urban planning: an 'undisciplined' discipline? *Futures*, 36(4), 503-513.

Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 8(31), 583-590.

Poder Ejecutivo Federal. (1972). Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos. *Diario Oficial de la Federación*, última reforma publicada 9 de abril de 2012.

Poder Ejecutivo Federal. (1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. *Diario Oficial de la Federación*, última reforma publicada 16 de enero 2014.

Poder Ejecutivo Federal. (1992). Ley de Aguas Nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, última reforma publicada 11 de junio del 2014.

Poder Ejecutivo Federal. (2003). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. *Diario Oficial de la Federación*, última reforma publicada 7 de junio del 2013.

Poff, N. y Zimmerman J. (2010). Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows. *Freshwater Biology*, 55, 194-205.

Pol, E. (1996). La apropiación del espacio. En L. Iñiguez y E. Pol (Eds.), *Cognición, representación y apropiación del espacio* (pp. 45-62). España: Universidad de Barcelona.

Pol, E. (2002). City-Identity-Sustainability. *Environment and Behavior*, 34(1), 150-160.

Polo, M. (2014). Los servicios ecosistémicos de los ríos urbanos y su contribución en la adaptación al cambio climático en las ciudades mexicanas, *Investigación Ambiental*, 6(1), 43-51.

Ponce, G., Dávila, J. y Navalón, M. (1994). *Análisis Urbano de Petrer. Estructura urbana y ciudad percibida*. España: Universidad de Alicante.

Postel, S. y Richter, B. (2010). *Ríos para toda la vida. La gestión del agua para las personas y la naturaleza*. Semarnat y The Nature Conservancy.

Pradilla, E. (2009). Las políticas y la planeación urbana en el neoliberalismo. En P. Brand (Ed.), *La ciudad latinoamericana en el siglo XXI. Globalización, neoliberalismo, planeación*. (pp. 287-307). Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Prat, N., Puértolas, L. y Rieradevall, M. (2008). *Els espais fluvial. Manual de diagnosi ambiental*. España: Diputación de Barcelona.

Proshansky, H., Fabián, A. y Kaminoff, R. (1983). Place-identity: physical world socialization of the self. *Journal of environmental psychology*, (3), 57-83.

Ramallo, F. (2014). *La planificación territorial sostenible*. España: Thomson Reuters.

Ramírez, A., Sánchez, J. y García, A. (2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 6(21), 55-59.

Ramos, A. (1979). Planificación física y Ecología. Modelos y métodos. España: E.M.E.S.A.

Rapoport, A. (1978). *Aspectos humanos de la forma urbana*. México: Gustavo Gili.

Raven, P. (1992). Carácter y valor de la biodiversidad. En K. Courrier (Ed.), *Estrategia Global para la Biodiversidad*. Recuperado el 20 de septiembre de 2014, del sitio Web del Instituto de Recursos Mundiales (WRI), [http://pdf.wri.org/estrategiabiodiversidadespguia\\_bw.pdf](http://pdf.wri.org/estrategiabiodiversidadespguia_bw.pdf).

Raven, P., Boon, P., Dawson, F. y Ferguson, A. (1998). Towards an integrated approach to classifying and evaluating rivers in UK. Aquatic Conservation. *Marine and Freshwater Ecosystems*, 8(4), 383-393.

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la Real Academia Española* (22ª ed.). Recuperado el 12 de marzo de 2010, de <http://lema.rae.es/drae/?val=paisaje>

Reboratti, E. (1999). Territory, Scale and Sustainable Development. En E. Becker y T. Jahn (Eds.), *Sustainability and the social sciences: A cross-disciplinary approach to integrating environmental considerations into theoretical reorientation* (pp. 207-222). EE.UU: Zeb Books

Rees, W. (2001). The conundrum of urban sustainability. En D. Devuyst, L. Hens y W. De Lannoy (Eds.), *How green is the city?: Sustainability assessment and the management of urban environments* (pp. 37-41). EE.UU: Universidad de Columbia.

Reissman, L. (1972). *El proceso urbano. Las ciudades en las sociedades industriales*. España: Gustavo Gili.

Resh, V., Norris, R. y Barbour, M. (1995). Design and implementation of rapid assessment for water resource monitoring using benthic macroinvertebrates. *Australian Journal of Ecology*, 20, 108-121.

Rodríguez, C. y Reyes, S. (2008). Propuesta metodológica para la elaboración de un plan de ordenamiento territorial sustentable [versión electrónica], *Proyección*, 1(4), Recuperado el 26 de diciembre de 2014, de [http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/3240/seegerproyeccion4.pdf](http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3240/seegerproyeccion4.pdf)

Rodríguez, R., Jolly, J. y Niño, A. (2004). *Algunos apuntes sobre causas e indicadores del deterioro urbano*. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Rojas, A. (1997). El río y la ciudad. *Revista Bitácora*, 1(1), 41-44.

Rojas, R. (2005). Panorama de los modelos de planeación urbana y ambiental. En R. Rojas, (Ed.), *Planeación urbana y regional un enfoque hacia la sustentabilidad* (pp. 113-150). México: Universidad Autónoma de Baja California y Plaza y Valdés.

Rojas, R., Peña, C. y Leyva, O. (2014). Una aproximación desde la percepción visual al paisaje del valle de Mexicali. En J. Ley (Ed.), *Paisajes Culturales: El valle de Mexicali* (pp. 179-228). México: Universidad Autónoma de Baja California.

Roldán, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 88, 375-387.

Roldán, G. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Colombia: Universidad de Antioquia.

Romero, E. (2008). El papel de la sociedad civil organizada en los procesos de desarrollo sostenible. En M. Simancas y A de Souza (Eds.), *Sociedad civil organizada y desarrollo sostenible* (pp. 57-88). España: Consejería de Presidencia, Justicia y Seguridad del Gobierno de Canarias.

Romero, F., Cozano, M., Gangas, R. y Nauli, P. (2014). Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile. *Bosque*, 35(1), 3-12.

Romero, M., Piedra, L., Villalobos, R., Marín, R. y Núñez, F. (2011). Evaluación ecológica rápida de un ecosistema urbano: el caso de la microcuenca del río pirro, Heredia, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, (47), 41-70.

Romero-Lankao, P. (2010). Water in Mexico City: What will climate change bring to its history of water-related hazards and vulnerabilities? *Environment and Urbanization*, 22(1), 157-178.

Rosales, N. (2013). *Nuevos desafíos de la planeación urbana: pautas para la instrumentación de los principios de sostenibilidad y su aplicación al programa de desarrollo urbano de la ciudad de México*. (Tesis de Doctorado). Universidad Complutense de Madrid, España.

Rosas-Acevedo, J., Ávila-Pérez, H., Sánchez-Infante, A., Rosas-Acevedo, A., García-Ibañez, S., Sampero-Rosas, L., Granados-Ramírez, J. y Juárez-López, A. (2014). Índice BMWP, FBI y EPT para determinar la calidad del agua en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(2), 81-88.

Rosgen, D. (1996). *Applied River Morphology*. EE.UU: Wildland Hydrology.

Roth, M. (2006). Validating the use of Internet survey techniques in visual landscape assessment—an empirical study from Germany. *Landscape and Urban Planning*, 78, 179-192.

Rozga, R. (2002). Tres niveles conceptuales de la comprensión de la planeación: planeación en general, planeación territorial y planeación urbana y regional. En F. Carreño, R. Sánchez, W. Contreras y G. Hoyos (Eds.), *Planeación en México región y ambiente* (pp. 36-49). México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Rubio, E., González, M., Jiménez, J., Alaníz, E. y Ávila, D. (2014). Diversidad y distribución vertical de especies vegetales mediante el índice de Pretzsch. *CiENCiA UANL*. (65), 34-41.

Rucht, D. (1993). Think globally, act locally? Needs, forms and problems of cross-national cooperation among environmental groups. En J. Lieferink, P. Lowe y P. Mol (Eds.), *European integration and environmental policy* (pp. 75-96). Inglaterra: Belhaven Press.

Ruskule, A., Nikodemus, O., Kasparinskis, R., Bell, S. y Urtane, I. (2013). The perception of abandoned farmland by local people and experts: landscape value and perspectives on future land use. *Landscape and Urban Planning*, 115, 49-61.

Ryan, R. (1998). Local perceptions and values for a Midwestern river corridor. *Landscape and Urban Planning*, 11, 61-76.

Sabater, S. y Elosegí, A. (2009). Importancia de los Ríos. En S. Sabater y A. Elosegí (Eds.), *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (pp. 15-21). España: BBVA.

Sabater, S., Charles, J., Giorgi, A. y Elosegí, A. (2009). El río como ecosistema. En S. Sabater y A. Elosegí (Eds.), *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (pp. 23-37). España: BBVA.

Salvador, P. (2005). *La planificación verde en las ciudades*. México: Gustavo Gili.

Samboni, N., Reyes, A. y Carvajal, Y. (2011). Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la oferta hídrica neta. *Ingeniería y Competitividad*, 13(2), 49-60.

Sánchez, A. (2007). *Ciudades, medioambiente y sostenibilidad*. España: Arcibel Editores, S.L.

Sánchez, D. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo*, 12(001), 55-69.

Sánchez, D. y Batres, J. (2007). Planeación y desarrollo del espacio turístico urbano de la Laguna del Carpintero, municipio de Tampico, Tamaulipas (México). En M. Montemayor, F. Bijarro y P. Estrada (Eds.), *Políticas y gestión pública para el estudio municipal: óptica académica* (pp. 32-47). México: Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Sánchez, G. (2010). Paisaje Urbano de el Vedado. Propuesta de una estrategia de comunicación de sus valores. (Tesis de Doctorado). Universidad de Alicante, España.

Sánchez, M. (2005). Uso metodológico de las tablas de contingencia en la ciencia política. *Espacios Públicos*, 8(16), 6084.

Sánchez, R. (2003). Sustentabilidad urbana, descentralización y gestión local. En E. Leff, E. Ezcurra, I. Pisanty y P. Romero (Eds.), *La Transición hacia el Desarrollo Sustentable. Perspectivas de América Latina y El Caribe* (pp. 305-326). México: Instituto Nacional de Ecología.

Sancho, F. (1974). *Actitudes ante el paisaje*. España: Universidad de Sevilla.

Santassusagna, A. y Tort, J. (2013). A propósito de la interfaz ciudad-río retos y oportunidades de los espacios fluviales. En S. Neto y A. la Calle (Co-Presidentes), *Cambio de planes: libro de actas análisis crítico del primer ciclo europeo de planificación hidrológica y la expectativa de los planes comunes para España y Portugal en 2015, VIII Congreso Ibérico de Gestão e Planeamento da Água* (pp. 565-575). Portugal: Fundación Nueva cultura del Agua, Universidad Lusíada de Lisboa.

Santor, E. (1980). Percepción social. En E. Sánchez, E. Santoro y J. Villegas (Eds.), *Psicología Social* (pp. 77-109). México: Trillas.

Santos, J. (1998). *The economic valuation of landscape change. Theory and policies for use and conservation*. Inglaterra: New Horizons in Environmental Economics.

Santos, L. (2003). Las nociones del paisaje y sus implicaciones en la ordenación. *Ciudades*, 7, 41-68.

Santos, M. (1991). *Metamorfoses do espaço habitado*. Brasil: HUCITEC.

SAPM. Sociedad de Arquitectos Paisajistas de México. (2013). Carta Mexicana de Paisaje. Recuperado el 20 de septiembre de 2014, del sitio web de la LALI: <http://laliniciativablog.files.wordpress.com/2013/04/mexicoc- paisaje 2.pdf>.

Saunders, D. y Hobbs, R. (1991). *Nature conservation 2: The role of corridors*. Australia: Surrey Beatty.

Saunders, D., Hobbs, R. y Margules, C. (1991). Biological consequences of Ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, 5, 18-32.

Sayadi, S., González-Roa, M. y Calatrava-Requena, J. (2009). Public preferences for landscape features: the case of agricultural landscape in mountainous Mediterranean areas. *Land Use Policy*, 55, 539-550.

Searns, R. (1995). The evolution of greenways as an adaptive urban landscape form. *Landscape and Urban Planning*, 33(1), 65-80.

Segnini, S. (2003). El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *Ecotropicos*, 16(2), 45-63.

Semarnat y Conagua. *Estadísticas del Agua en México*. México: Conagua.

Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2004). *Conservación de especies y ecosistemas, manejo sustentable y ordenamiento*. México: Semarnat.

Semarnat. (2007). Estudio de calidad del aire en la ciudad de Culiacán, Sinaloa. México: Semarnat.

Shafer E. y Brush, R. (1977). How to measure preferences for photographs of natural landscapes. *Landscape Planning*, 4, 237-256.

Shafer, E. y Richards, T. (1974). A comparison of viewer reactions to outdoor scenes and photographs of those scenes. EE.UU: USDA Forest Service Research

Shafer, E., Hamilton J. y Schmidt, E. (1969). Natural Landscape preferences: a predictive model. *Journal of Leisure Research*, 1, 1-19.

Shannon, S., Smardon, R. y Knudsen, M. (1995). Using visual assessment as a foundation for greenway planning in the St. Lawrence River Valley. *Landscape and Urban Planning*, 33, 357-371.

Shuttleworth, S. (1980). The use of photographs as an environment presentation medium in landscape studies. *Journal of Environmental Management*, 11, 61-76.

Sicairos, S., Ibarra, N. y González, C. (2008). Vegetación Arbórea en las riberas de los ríos Tamazula, Humaya y Culiacán. 2do. *Congreso Nacional de Biología*. México.

Silva, E., Ortega, G. y Jiménez, J. (2008). Descripción del ensamble de aves en un agrosistema del sur de Chile. *Boletín Chileno de Ornitología*, 14(2), 81-91.

Sirombra, M. y Mesa, L. (2010). Composición florística y distribución de los bosques ribereños subtropicales andinos del Río Lules, Tucumán, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 499-510.

Smardon, R. (1979). *Prototype Visual Impact Assessment Manual*. EE.UU: Universidad de New York.

Steinberg, F. (2005). Strategic urban planning in Latin America: experiences of building and managing the future. *Habitat International*, 29(1), 69-93.

Sukopp, H. Hejný, S y Kowarik, I (1990). *Urban ecology: plants and plant communities in urban environments*. Holanda: SPD academic.

Sutton, D. (2009). *Fundamentos de Ecología*. México: Limusa.

Sweeney, B., Bott, T., Jackson, J., Kaplan, L., Newbold, J., Standley, L., Hession, W. y Horwitz, R. (2004). Riparian deforestation, stream narrowing and loss of stream ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(39), 14132-14137.

Tally, L. (1974). Metropolis as ecosystem. En C. Tilly (Ed.), *An Urban World* (pp. 466-472). Canadá: Little Brown.

Tamayo, M. (2001). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.

Tansgley, A. (1935). The use and abuse of vegetation concepts and terms. *Ecology*, 16, 284-307.

Tarroja, A. (2009). La dimensión social del paisaje. En J. Busquets y A. Cortina (Eds.), *Gestión del Paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje* (pp. 239-273). España: Ariel.

Terrada, J. (2001). *Ecología Urbana*. España: Rubes editorial.

Thorp, J. y DeLong, M. (1994). The riverine productivity model: An heuristic view of carbon sources and organic-processing in large river ecosystems. *Oikos*, 70, 305-308.

Thurstone, L. (1948). Psychophysical methods. En T. Andrews (Ed.), *Methods of psychology* (pp. 124-157). EE.UU: Wiley.

Tiller, D. y Metzelling L. (2002). *Australia-wide assessment of river health: Victorian AusRivas sampling and processing manual. Monitoring river health. Initiative Technical Report 15*. Australia: Commonwealth of Australia and VIC Environmental Protection Authority.

Tjallingii, S. (1995). *Ecopolis. Strategies for ecologically sound urban development*. Holanda: Backuspublishers.

Tockner, K. y Stanford, J. (2002). Riverine floodplains: present state and future trend. *Environmental Conservation*, 29, 308-330.

Toledo, A. (2006). *Agua, hombre y paisaje*. México: Semarnat.

Torres, G. (2003). *Civilización, ruralidad y ambiente*. México: Plaza y Valdés.



Torres, P., Cruz, C., y Patiño, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una visión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 79-94.

Troll, C. (2003). Ecología del paisaje. *Gaceta Ecológica*, (68), 71-84.

Turner, M., Gardner, R. y O'Neill, R. (2001). *Landscape Ecology in theory and practice: pattern and process*. EE. UU: Springer Science.

Ulrich, R. (1992). La Salud y el Paisaje. En A. Saenz (Ed.), *La sierra de Guadarrama. Naturaleza, Paisaje y Aire de Madrid* (pp. 235-245). España Comunidad de Madrid y Amigos de la sierra de Guadarrama Press.

UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1972). *Convención para la protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural*. Francia: UNESCO. Recuperado el 20 de septiembre 2014, del sitio web de la UNESCO. : <http://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>.

UNFPA. Fondo de Población de las Naciones Unidad. (2011). Estado de la Población Mundial 2011. Recuperado el 4 de mayo de 2012, del sitio Web de Fondo de Población de las Naciones Unidas: [http://www.unfpa.org/webdav/site/global/shared/documents/SWP\\_2011/SP-SWOP2011.pdf](http://www.unfpa.org/webdav/site/global/shared/documents/SWP_2011/SP-SWOP2011.pdf).

Ureña, J. (2002). La ordenación de los espacios fluviales en las ciudades. En P. de la Cal y F. Pellicer (Eds.), *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza* (pp. 45-63). España: Institución Fernando el Católico.

Ulrich, R. (1979). Visual Landscape and psychological well-being. *Landscape Research*, 4, 17-23.

Valencia, V. (2008). *Imaginarios del miedo en el contexto urbano de Manizales implicaciones medioambientales*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Valera, S. (1996). Análisis de los aspectos simbólicos del espacio urbano. Perspectivas desde la Psicología ambiental. *Revista de Psicología Universitas Terraconensis*, 18(1), 63-84.

Valera, S. y Pol, E. (1994). El concepto de identidad social urbana: una aproximación entre la psicología social y la psicología ambiental. *Anuario de Psicología*, 62, 5-24

Valverde, T., Meave, J., Carabias, J. y Cano-Santana, Z. (2005). *Ecología y Medio Ambiente*. México: Pearson.

Van der Bergh, J. y Vergruggen, H. (1999). Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the ecological footprint. *Ecological Economics*, (29), 61-72.

Vargas, G. (2006). *Geografía turística de Costa Rica*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

Vargas, L. (1994). Sobre el concepto de percepción. *Revista Alteridades*, 4(8), 47-53.

Vidal, T. y Pol, E. (2005). La apropiación del espacio: una propuesta teórica para comprender la vinculación entre las personas y los lugares. *Anuario de Psicología*, 34(3), 281-297.

Vidal-Abarca, M., Suárez-Alonso, M., Santos-Martín, F., Martín-López, B., Benayas, J. y Montes, C. (2014). Understanding complex links between fluvial ecosystems and social indicators in Spain: An ecosystem services approach. *Ecological Complexity*, 20, 1-10.

Vila, J., Varga, D., Llausàs, A. y Ribas, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 48, 151-166.

Villarino, M. (1985). *El paisaje*. España: MOPU.

Vinson, R. y Hawkins, C. (1998). Biodiversity of stream insects: variation at local, basin and regional scales. *Annual Review of Entomology*, 43, 271-193.

Wackernagel, M. y Rees, W. (1996). *Nuestra Huella Ecológica Reduciendo el Impacto Humano Sobre la Tierra*. Chile: Lom Ediciones.

Wade, G. (1982). The relationship between landscape preference and looking time: a methodological. *Journal of Leisure Research*, 14, 217-222.

Ward, J. y Tockner, K. (2001). Biodiversity: towards a unifying theme for river ecology. *Freshwater Biology*, 46, 807-819.

WCED. World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. Inglaterra: Universidad de Oxford.

Wenger, E., Zinke, A. y Gutzweiler, K. (1990) Present situation of the European floodplain forest. *Forest Ecology and Management*, 33, 5-12.

Wherrett, J. (1999). Issues in using the Internet as a medium for landscape preference research. *Landscape and Urban Planning*, 45, 209-217.

Wherrett, J. (2000). Creating landscape preference models using internet survey Techniques. *Landscape Research*, 25(1), 79-96.

Wohlwill, J. 1976. Environmental aesthetics: the environment as a source of affect. En I. Altman y J. Wohlwill (Eds.), *Human behavior and environment. Advances in theory and research* (pp. 37-82). EE.UU: Plenum.

Woo, H. (2010). Trends in ecological river engineering in Korea. *Hydro-environment research*, 4, 269-278.

Woodiwiss, F. (1964). A Biological System to Stream Classification Used by Trent River Board, *Chemistry Industry*, (11), 443-447.

Yon, D. y Tendron, G. (1981). *Alluvial forests of Europe*. Francia: Consejo Europeo.

Zama, M. (2006). *Guía de Carreras UNAM 2006-2007*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Zapata, S. (2001). *Conociendo a la Joven Rural*. Chile: Agencia de Cooperación del IICA en Chile.

Zoido, F. y Fernández, V., (1995). Las relaciones ciudad-río en Andalucía. Estudio de su evolución reciente a partir del planeamiento urbanístico y territorial. *II Jornada de geografía urbana: las fachadas urbanas, marítimas y fluviales* (pp. 337-364). España: Universidad de Alicante.

Zube, E. (1974). Cross-disciplinary and intermode agreement on the description and evaluation of landscape resources. *Environment and Behavior*, 6, 69-89.

Zube, E. (1987). Perceived land use patterns and landscape values. *Landscape Ecology*, 1(1), 37-45.

Zube, E. (1987a). From synthesis to analysis and back again. *Journal of Environmental Psychology*, 7, 425-433.

Zube, E. (1991). Environmental psychology, global issues, and landscape research. *Journal of Environmental Psychology*, 11, 321-334.

Zube, E. y Kennedy, C. (1990). Changing images of the Arizona landscape. En L. Zonn (Ed.), *Place images in media* (pp. 183-203). EE.UU: Rowan and Littlefield.

Zube, E. y Mills, L. (1976). Cross-cultural explorations in landscape perception. En E. Zube (Ed.), *Studies in landscape perception* (pp. 167-174). EE.UU: Institute for Man and Environment.

Zube, E. y Sheehan, M. (1994). Desert riparian areas: landscape perceptions and attitudes. *Environmental Management*, 18(3), 413-421.

Zube, E. y Simcox, D. (1987). Arid land, riparian landscapes and management conflicts. *Environmental Management*, 11(4), 529-535.

Zube, E., Pitt, D. y Anderson, T. (1974). Perception and measurement of the scenic resources in the Southern Connecticut River Valley. EE.UU: Institute for Man and Environment.



9. ANEXOS

ANEXO 1

LEVANTAMIENTO DE ESPECIES ARBÓREAS

Estudio de la calidad ecológica del río Tamazula

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Coordenadas: \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_

Sitio de muestreo: \_\_\_\_\_ Margen de ribera: \_\_\_\_\_ Cuadrante: \_\_\_\_\_ No. de Cuadrante: \_\_\_\_\_

Coordenadas de cuadrante: \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

Sp	DAP	Sp	DAP	Sp	DAP	Sp	DAP	Sp	DAP	Sp	DAP

NOTA: LOS VALORES REGISTRADOS SERÁN CENTÍMETROS DE DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) DEL TALLO PRINCIPAL

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

## ANEXO 2

### Protocolo del Índice de Calidad de Vegetación de Ribera (ICVR)

Punto de Muestro \_\_\_\_\_

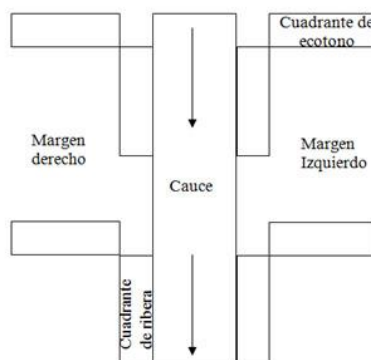
Fecha \_\_\_\_\_

#### 1 Selección de punto de muestreo

Se selecciona un tramo fluvial del río en la que se mantengan unas condiciones homogéneas de los atributos considerados y se registra un punto de muestreo.

#### 2. Levantamiento de datos

Delimitar cuatro cuadrantes de 10x30 metros cada uno (ver figura 1), dos en la ribera izquierda y dos en la ribera derecha. Registrar de cada especie muestreada las especies arbórea y el DAP.



**Figura 1.** Disposición de cuadrantes.

**Fuente.** Elaboración propia.

#### 3. Análisis de datos

Para determinar la estructura diamétrica se utiliza el DAP.

Para determinar la diversidad de especies se utiliza la siguiente formula:

$$H = - \sum P_i \times \text{Lg}_{10} P_i$$

Donde:

$P_i$  = densidad relativa.

ln = Logaritmo con base 10

Para determinar las correlaciones se utiliza la matriz de correlaciones de Sperman. Una vez que se tiene los datos se procede al cálculo del índice.

#### 4.- Cálculo del índice

La puntuación de los cuatro bloques es totalmente independientes. Las condiciones se analizarán considerando ambos márgenes del río como una única unidad. En el bloque de

Estructura diamétrica se escogerá una opción por modulo. En los tres restantes bloques se escogerá solamente una de ellas. La puntuación final será el resultado de la suma de los cuatro bloques, por tanto variará entre 0 y 100.

<b>Estructura diamétrica</b>						
<b>Especies jóvenes</b>	<b>Puntos</b>	<b>Especies adultas</b>	<b>Puntos</b>	<b>Especies maduras</b>	<b>Puntos</b>	<b>Sumatoria de los tres módulos de 0 a 30 puntos</b>
>75%-60%	10	>20%-30%	10	>5%-10%	10	
75%-85%	5	20%-10%	5	5%-2.5%	5	
>60%-50%	5	>30%-40%	5	>10%-20%	5	
<50%	0	<10%	0	<2.5%	0	
>85%	0	>40%	0	>20%	0	

<b>Especies nativas</b>		
<b>Porcentaje de especies</b>	<b>Puntos</b>	<b>Puntuación entre 0 y 25 puntos</b>
especies nativas >70%	25	
especies nativas >50%-70%,	20	
especies nativas >30%-50%,	10	
especies nativas <30%,	5	
ninguna especie nativa	0	

<b>Diversidad de especies</b>		
<b>diversidad</b>	<b>Puntos</b>	<b>Puntuación entre 0 y 25 puntos</b>
>0.80	25	
>0.60-0.80	20	
>0.40-0.60	10	
>0.20-0.40	5	
0-0.20	0	

<b>Correlaciones negativas</b>		
<b>No. de correlaciones</b>	<b>Puntos</b>	<b>Puntuación entre 0 y 20 puntos</b>
0-3	20	
4-7	10	
8-11	5	
12-15	3	
16-22	0	

<b>Puntuación final</b>		
-------------------------	--	--

La puntuación final de los cuatro bloques da como resultado el juicio de calidad del índice ICVR.

ICVR	Juico	Calidad	Valoración
$\geq 95$	La vegetación presenta una elevada naturalidad en su estructura	Muy buena	5
$>75-90$	La vegetación presenta ligeras perturbaciones en su estructura	Buena	4
$>55-75$	La vegetación presenta el inicio de alteraciones importantes en su estructura	Regular	3
$>25-55$	La vegetación presenta alteraciones intensas en su estructura	Mala	2
$\leq 25$	La vegetación presenta degradación extrema en su estructura	Muy mala	1



## Protocolo del Índice de Grado de Naturalidad del Espacio Fluvial (IGNEF)

Punto de Muestro\_\_\_\_\_

Fecha\_\_\_\_\_

### 1 Selección de punto de muestreo

Se selecciona un tramo fluvial del río en la que se mantengan unas condiciones homogéneas de los atributos considerados se registra un punto de muestreo.

### 2. Levantamiento de datos

Delimitar un tramo fluvial de 100 metros de longitud, aguas arriba del punto de muestreo, se considera toda la anchura potencial de la ribera para calcular el IGNEF.

### 4.- Cálculo del índice

En el módulo de riberas se escogerá una de las cuatro opciones puntuadas 12.5, 10, 5 ó 0. Solamente se puede escoger una opción, la que cumpla la condición exigida siempre leyendo de arriba abajo. En el módulo de cauce se seguirá el procedimiento del módulo de riberas. La puntuación final será la suma de los dos módulos, por tanto variará entre 0 y 25.

Grado de naturalidad del espacio fluvial			
Riberas	Puntos	Cauce	
Riberas no presentan modificaciones	12.5	Cauce no presenta modificaciones	12.5
Reducción de las riberas	10	Reducción del cauce	10
modificación de las riberas (rectificación de terrazas y taludes)	5	Modificación del cauce (sinuosidad)	5
Riberas cubiertas por la urbanización	0	Cauce canalizado o entubado	0

La puntuación final de los cuatro bloques da como resultado el juicio de calidad del índice IGNEF.

IGNEF	Juico	Calidad	Valoración
≥24	Las riberas y el cauce presentan una elevada naturalidad en su morfología	Muy buena	5
>20-24	Las riberas y el cauce presentan ligeras perturbaciones en su morfología	Buena	4
>10-20	Las riberas y el cauce presentan inicio de alteraciones importantes en su morfología	Regular	3
>5-10	Las riberas y el cauce presentan alteraciones intensas en su morfología	Mala	2

---

0-5	Las riberas y el cauce presentan degradación extrema en su morfología	Muy mala	1
-----	---	----------	---

---

### Protocolo del Índice de Impactos Directos e Indirectos (IDI)

Punto de Muestro\_\_\_\_\_

Fecha\_\_\_\_\_

#### 1 Selección de punto de muestreo

Se selecciona un tramo fluvial del río en la que se mantengan unas condiciones homogéneas de los atributos considerados se registra un punto de muestreo.

#### 2. Levantamiento de datos

Delimitar un tramo fluvial de 100 metros de longitud, aguas arriba del punto de muestreo, se considera toda la anchura potencial de la ribera para calcular el IDI.

#### 4.- Cálculo del índice

En el módulo de impactos directos se señalara el impacto y el número de veces que se repite en el tramo. En el módulo de impactos indirectos se seguirá el procedimiento del módulo de impactos directos. Al final se sumaran los impactos presentes por modulo. La puntuación final será el resultado de la formula siguiente

$$PI = 100 - \left( \frac{100}{PT} \right) PO$$

Donde:

$PT$  = total de impactos probables

$PO$  = total de impactos observados

Índice de Impactos	
Impactos directos	Impactos indirectos
Puentes	Residuos domésticos
Tributarios aislados	Residuos Industriales
Brazos de ríos eliminados o en vías de desaparecer	Tuberías sobre el cauce
Represas temporales	Viviendas
Represas permanentes	Viviendas aisladas
Ambientes embalsados por obras	Micro-basureros
Obras hidráulica en proceso	Criadero de animales
Vallas en cauce	Escombros
Cribas abandonadas	Senderos y caminos
Cribas activas	Desmontes
Micro-colecta de arena	Animales sueltos
Tuberías subterráneas	Construcción de camino

---

Represas en construcción	Minas
Muros de contención	Sobrepastoreo
Desagües pluviales	Pavimentación
Desagües domésticos	Socavones y cavas
Especies acuáticas exóticas	Extracciones de agua
Mallas de soporte para sustrato	Áreas para recreación
Total de Impactos	Total de impactos

El resultado final de la ecuación proporcionara el juicio de calidad del índice IDI.

IDI	Juico	Calidad	Valoración
≥95	Los impactos presentes no generan incidencia en la elevada naturalidad del ecosistema	Muy buena	5
>75-90	Los impactos presentes generan ligeras perturbaciones en el ecosistema	Buena	4
>55-75	Los impactos presentes generan el inicio de alteraciones importantes en el ecosistema	Regular	3
>25-55	Los impactos presentes generan alteraciones intensas en el ecosistema	Mala	2
≤25	Los impactos presentes generan degradación extrema en el ecosistema	Muy mala	1

## Protocolo del Índice De Calidad Ecológica Del Ecosistema Fluvial Urbano (CEEFU)

### Punto de Muestro

Fecha

### 1.- Cálculo del índice.

El índice CEEFU se calcula con la sumatoria de la valoración del juicio de calidad de los índices ICVR, IGNEF e IDI, por lo tanto variará entre 0 y 16.

CEEFU	Juico	Calidad	Color representativo
≥15	Los componentes biológicos y físicos del ecosistema no presentan amenazas, encontrándose en un estado de elevada naturalidad	Muy buena	Azul
>12-15	Los componentes biológicos y físicos del ecosistema presentan ligeras perturbaciones	Buena	Verde
>8-12	Los componentes biológicos y físicos del ecosistema presentan el inicio de alteraciones importantes	Regular	Amarillo
>4-8	Los componentes biológicos y físicos del ecosistema presentan alteraciones intensas	Mala	Naranja
≤4	Los componentes biológicos y físicos del ecosistema presentan degradación extrema	Muy mala	Rojo

## ANEXO 3

### Fotografías para evaluación de la calidad visual del río Tamazula

Fotografías del paisaje fluvial del río Tamazula utilizadas en el cuestionario de evaluación de la calidad visual ordenadas por unidad de paisaje.

#### Unidad de Paisaje 1



Calidad alta



Calidad media



Calidad baja

#### Unidad de Paisaje 2



Calidad alta



Calidad media





Calidad baja

### Unidad de Paisaje 3



Calidad alta



Calidad media



Calidad baja

### Unidad de Paisaje 4



Calidad alta



Calidad media



Calidad baja

### Unidad de Paisaje 5



Calidad alta



Calidad media



Calidad baja



### Posición de fotografías en colección y porcentaje según componente del paisaje

Fotografías del paisaje fluvial del río Tamazula ordenadas por posición en colección de fotografías evaluadas por público general y expertos, y porcentajes de los componentes del paisaje por fotografía.



Fotografía 1.

#### Componentes del Paisaje

Cielo: 5%  
 Agua: 6%  
 Vegetación: 49%  
 Roca: 1%  
 Suelo cubierto: 27%  
 Suelo desnudo: 12%  
 Construcción: 0%  
 Topografía: 0



Fotografía 2.

#### Componentes del Paisaje

Cielo: 24%  
 Agua: 4%  
 Vegetación: 30%  
 Roca: 1%  
 Suelo cubierto: 24%  
 Suelo desnudo: 0%  
 Construcción: 18%  
 Topografía: 0



Fotografía 3.

#### Componentes del Paisaje

Cielo: 7%  
 Agua: 14%  
 Vegetación: 45%  
 Roca: 0%  
 Suelo cubierto: 9%  
 Suelo desnudo: 9%  
 Construcción: 17%  
 Topografía: 0





Fotografía 4.

Componentes del Paisaje

Cielo: 15%  
 Agua: 0%  
 Vegetación: 36%  
 Roca: 0%  
 Suelo cubierto: 0%  
 Suelo desnudo: 50%  
 Construcción: 0%  
 Topografía: 0



Fotografía 5

Componentes del Paisaje

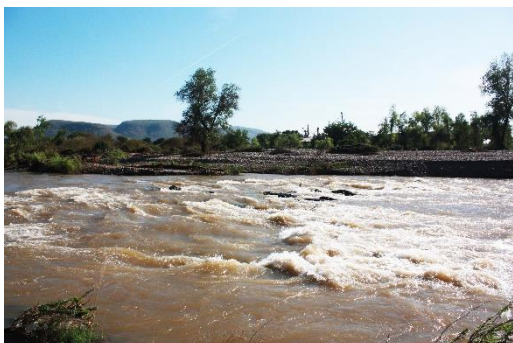
Cielo: 32%  
 Agua: 8%  
 Vegetación: 30%  
 Roca: 30%  
 Suelo cubierto: 0%  
 Suelo desnudo: 0%  
 Construcción: 0%  
 Topografía: 0



Fotografía 6

Componentes del Paisaje

Cielo: 12%  
 Agua: 0%  
 Vegetación: 53%  
 Roca: 0%  
 Suelo cubierto: 0%  
 Suelo desnudo: 33%  
 Construcción: 3%  
 Topografía: 0



Fotografía 7

#### Componentes del Paisaje

Cielo: 31%  
 Agua: 49%  
 Vegetación: 14%  
 Roca: 5%  
 Suelo cubierto: 0%  
 Suelo desnudo: 0%  
 Construcción: 1%  
 Topografía: 1



Fotografía 8

#### Componentes del Paisaje

Cielo: 40%  
 Agua: 0%  
 Vegetación: 8%  
 Roca: 0%  
 Suelo cubierto: 1%  
 Suelo desnudo: 48%  
 Construcción: 3%  
 Topografía: 0



Fotografía 9

#### Componentes del Paisaje

Cielo: 40%  
 Agua: 2%  
 Vegetación: 22%  
 Roca: 28%  
 Suelo cubierto: 0%  
 Suelo desnudo: 8%  
 Construcción: 0%  
 Topografía: 0



Fotografía 10

Componentes del Paisaje

Cielo: 26%  
 Agua: 1%  
 Vegetación: 72%  
 Roca: 0%  
 Suelo cubierto: 0%  
 Suelo desnudo: 0%  
 Construcción: 1%  
 Topografía: 0



Fotografía 11

Componentes del Paisaje

Cielo: 2%  
 Agua: 0%  
 Vegetación: 70%  
 Roca: 0%  
 Suelo cubierto: 28%  
 Suelo desnudo: 0%  
 Construcción: 0%  
 Topografía: 0



Fotografía 12

Componentes del Paisaje

Cielo: 38%  
 Agua: 38%  
 Vegetación: 10%  
 Roca: 5%  
 Suelo cubierto: 4%  
 Suelo desnudo: 3%  
 Construcción: 2%  
 Topografía: 0





Fotografía 13

*Componentes del Paisaje*

Cielo: 25%  
 Agua: 28%  
 Vegetación: 41%  
 Roca: 0%  
 Suelo cubierto: 0%  
 Suelo desnudo: 6%  
 Construcción: 0%  
 Topografía: 0



Fotografía 14

*Componentes del Paisaje*

Cielo: 16%  
 Agua: 50%  
 Vegetación: 34%  
 Roca: 0%  
 Suelo cubierto: 0%  
 Suelo desnudo: 0%  
 Construcción: 0%  
 Topografía: 0



Fotografía 15

*Componentes del Paisaje*

Cielo: 31%  
 Agua: 6%  
 Vegetación: 54%  
 Roca: 0%  
 Suelo cubierto: 0%  
 Suelo desnudo: 7%  
 Construcción: 2%  
 Topografía: 0

## ANEXO 4

### Cuestionarios Analizados

Cuestionario 1: tesis doctoral titulada análisis de escenarios paisajísticos y medidas de calidad escénica.

280

Anexos

#### ANEXO: 4



Departamento de Ecología

#### FORMULARIO DE ENCUESTAS

Esta encuesta es anónima y no precisamos que indique su nombre, pero si necesitamos alguna información para relacionarla con sus elecciones de paisajes.

1 ¿ Nos podría decir en que ciudad o comuna (termino municipal) vive?

	Codificar más adelante
--	------------------------

2 ¿Nos podría decir su edad? (codificación)

--

3 Sexo:

Hombre	1	
Mujer	2	

4 Estudios realizados

Sin estudios	1	
Educ. Primaria/Secundaria	2	
Formación Profesional	3	
Universitarios	4	

5 ¿ Qué valor le asignaría, en una escala de 1 a 7, a los paisajes presentes en la sierra de Guadarrama?.

1	2	3	4	5	6	7

6 ¿ Desde su punto de vista? Que importancia tiene realizar las siguientes acciones en la sierra de Guadarrama?

Promover el desarrollo de bienes y servicios de la zona	1	
Proteger y conservar sus áreas naturales	2	
Divulgar su importancia ambiental	3	
Desarrollar su equipamiento turístico	4	
Desarrollar su infraestructura de acceso	5	
Impedir al acceso del publico	6	
Regenerar los valores naturales de la zona	7	
Difundir los valores culturales de la zona	8	

MUCHAS GRACIAS, POR SU COLABORACIÓN

Encuestador			
Encuesta N°			
Fecha			1999
Muestra	Visitante	Gestor	Experto

### TEST DE PREFERENCIAS PAISAJISTICAS

Por favor, elija una sola imagen de las dos que le vamos a presentar y señale la correspondiente a la elegida dentro de cada par (IZQUIERDA O DERECHA).

Prueba 1			Prueba 2		
PAR	IZQ	DER	PAR	IZQ	DER
1			56		
2			57		
3			58		
4			59		
5			60		
6			61		
7			62		
8			63		
9			64		
10			65		
11			66		
12			67		
13			68		
14			69		
15			70		
16			71		
17			72		
18			73		
19			74		
20			75		
21			76		
22			77		
23			78		
24			79		
25			80		
26			81		
27			82		
28			83		
29			84		
30			85		
31			86		
32			87		
33			88		
34			89		
35			90		
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					

## Cuestionario 2: evaluación participativa de la calidad del paisaje de la Cañada Real Conquense.

Anexo 2: Modelo A de la encuesta



### EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE CULTURAL MEDITERRÁNEO Y SU REALACIÓN CON LOS BENEFICIOS QUE REPORTAN LOS ECOSISTEMAS

En la Universidad Autónoma de Madrid trabajamos desde hace tiempo los vínculos entre los seres humanos y la naturaleza. En este momento tratamos de identificar y analizar los beneficios proporcionados por diversos paisajes culturales de la España mediterránea del interior. Nos sería de gran ayuda conocer su opinión a través de esta encuesta. ¿Sería tan amable de contestarla? ¡Muchas gracias!

FECHA ..... Nº DE ENCUESTA..... LOCALIZACIÓN.....

#### TEST DE PARES DE IMÁGENES FOTOGRÁFICAS DE PAISAJES CULTURALES

A continuación le mostramos un conjunto de pares de imágenes de paisajes culturales mediterráneos. ¿Sería tan amable de elegir la imagen que prefiera de las dos que integran cada par? Guíese por su propio criterio.

	IZDA	DCHA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

	IZDA	DCHA
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

	IZDA	DCHA
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

#### PANEL DE IMÁGENES DE PAISAJES

¿Sería capaz de ordenar veinte imágenes según su preferencia personal? El método a seguir será el siguiente: escoja las cuatro que más le gusten. A continuación haga lo mismo con las cuatro que prefiera de entre las restantes, y así dos veces más hasta dejar las cuatro que menos le gusten.


1. ¿Qué motivos le hicieron elegir las imágenes más preferidas en el panel?

2. ¿Qué motivos le hicieron seleccionar las imágenes menos preferidas o rechazadas?

**Percepción visual de paisajes mediterráneos y los servicios reportados por los ecosistemas que los integran.**

Les hemos mostrado paisajes de la Sierra de Albarracín (Teruel), de la Serranía de Cuenca, del mosaico agrario de Castilla-La Mancha con predominio de cultivo de vid, girasol, olivo y cereal y algunas dehesas de encinas en la zona oriental de la Sierra Morena (Jaén). La naturaleza en estos paisajes reporta de manera directa o indirecta beneficios para la subsistencia y el bienestar humanos, por ejemplo: a través de los árboles obtenemos la madera necesaria para la construcción de mobiliario; algunas plantas fijan el suelo y los taludes; otras especies juegan un papel estético y que embellece el paisaje, etc.

1. A continuación le mostramos algunas de las imágenes que ha evaluado. Según su experiencia personal. ¿Qué grado de beneficio considera que los paisajes que le mostramos a continuación proporcionan al ser humano, para cada servicio especificado en la columna central?

Foto izda. PAR A				SERVICIOS ECOSISTEMAS	Foto dcha. PAR A			
1. Nada	2. Algo	3. Bastante	4. Mucho		1. Nada	2. Algo	3. Bastante	4. Mucho
				Belleza/paisaje				
				Identidad cultural				
				Pastos y forrajes				
				Recolección				
				Aire limpio/fresco				
				Regeneración vegetal				
				Alimento agricultura				
				Turismo y recreación				
				Caza				
				Tranquilidad/relajación				
				Madera				
				Prevención incendios				
				Alimento ganadería				
				Control erosión				
				Conservación biodiversidad				
				Conectividad				
				Otros:				



Foto izda. PAR B				SERVICIOS ECOSISTEMAS	Foto dcha. PAR B			
1. Nada	2. Algo	3. Bastante	4. Mucho		1. Nada	2. Algo	3. Bastante	4. Mucho
				Alimento ganadería				
				Alimento agricultura				
				Pastos y forrajes				
				Recolección				
				Madera				
				Prevención incendios				
				Control erosión				
				Conservación biodiversidad				
				Aire limpio/fresco				
				Regeneración vegetal				
				Belleza/paisaje				
				Identidad cultural				
				Turismo y recreación				
				Caza				
				Tranquilidad/relajación				
				Conectividad				
				Otros:				

2. A continuación le mostramos un panel de cuatro imágenes sobre el que le pedimos que evalúe el grado de beneficio que considera que proporcionan al ser humano, respecto a los servicios especificados en la columna de la izquierda. Puntúe de 1 a 4

SERVICIOS ECOSISTEMAS	FOTO A	FOTO B	FOTO C	FOTO D
Belleza/paisaje				
Identidad cultural				
Pastos y forrajes				
Recolección				
Aire limpio/fresco				
Regeneración vegetal				
Alimento agricultura				
Turismo y recreación				
Caza				
Tranquilidad/relajación				
Madera				
Prevención incendios				
Alimento ganadería				
Control erosión				
Conservación biodiversidad				
Conectividad				
Otros:				

*Identidad cultural/Conocimiento de la trashumancia y la Cañada Real Conquense*

1. Lugar de residencia habitual: .....
2. ¿Desde cuándo vive usted aquí/allí? ..... años.
3. Su infancia la vivió en....., zona Rural ☐ o Urbana ☐.
4. Sus padres/abuelos eran de zonas de tipo rural ☐ urbano ☐.
5. ¿Usted se siente más Rural ☐ o Urbano ☐? (sentimiento personal).
6. ¿Visita con frecuencia localidades de la España mediterránea de interior similares a las que le hemos mostrado en fotografías? Citar ejemplos y decir frecuencia.
7. Qué actividades realiza en ellas.
8. ¿Sabe lo que es la trashumancia? SI ☐ NO ☐ En caso afirmativo díganos su definición.
9. ¿Conoce personalmente algún paisaje vinculado con la trashumancia? (cañadas/pastos). Citar localidades o comarcas.
10. ¿Ha reconocido en las fotografías que le hemos mostrado algún paisaje relacionado con la trashumancia o la ganadería extensiva tradicional?
11. ¿Conocía o conoce algún ganadero trashumante? ¿Quiénes?
12. ¿Ha tenido algún contacto o experiencia personal en su vida, vinculada a la trashumancia?

*Variables de comportamiento ambiental*

1. ¿Es usted miembro de alguna asociación con fines ambientalistas? ¿Cuál?
2. ¿Ha visitado Vd. algún/os espacio/s natural/es los últimos dos años? Cite algunos.
3. ¿Lee revistas u otras publicaciones de tipo ambiental? ¿Con qué frecuencia?
4. ¿Compra o consume alimentos producidos de agricultura ecológica y/o comercio justo? ¿Frecuencia?

*Variables socio-económicas*

1. Edad ..... años    Sexo: Hombre ☐ Mujer ☐
2. ¿Podría decirme cuál es su nivel de estudios?  
☐ Primarios    ☐ Secundaria / Bachillerato    ☐ Universitarios    ☐ Ninguno
3. ¿Tiene alguna formación relacionada con las ciencias de la naturaleza?    ¿cuál?
4. ¿Cuál es su profesión? .....
5. ¿Está usted relacionado de alguna manera con ganadería/agricultura etc.)? Especificar vínculo
6. ¿Dentro de qué intervalo se incluyen sus ingresos mensuales individuales netos?  
☐ < de 700 €    (<116.200 pts.)  
☐ 700 – 1.400 €    (116.200-232.400pts)  
☐ 1.401 – 2.100 €    (232.401- 348.600 pts.)  
☐ 2.101 – 2.800 €    (348.601-464.800 pts.)  
☐ 2.801 – 3.200 €    (464.801-531.200 pts.)  
☐ > de 3.200 €    (> 531.200 pts.)

*Sugerencias o comentarios*

.....

.....

.....

.....

.....

A rellenar por el encuestador:

- Lugar de la encuesta: .....
- Actitud del encuestado: buena / indiferente / poco dispuesto
- Entendimiento del cuestionario: alto / medio / bajo

Anexo 2 (Continuación): Modelo B de la encuesta



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL PAISAJE CULTURAL MEDITERRÁNEO Y SU REALACIÓN CON  
LOS BENEFICIOS QUE REPORTAN LOS ECOSISTEMAS**

En la Universidad Autónoma de Madrid trabajamos desde hace tiempo los vínculos entre los seres humanos y la naturaleza. En este momento tratamos de identificar y analizar los beneficios proporcionados por diversos paisajes culturales de la España mediterránea del interior. Nos sería de gran ayuda conocer su opinión a través de esta encuesta. ¿Sería tan amable de contestarla? ¡Muchas gracias!

FECHA ..... Nº DE ENCUESTA..... LOCALIZACIÓN.....

**TEST DE PARES DE IMÁGENES FOTOGRÁFICAS DE PAISAJES CULTURALES**

A continuación le mostramos un conjunto de pares de imágenes de paisajes culturales mediterráneos. ¿Sería tan amable de elegir la imagen que prefiera de las dos que integran cada par? Guíese por su propio criterio.

	IZDA	DCHA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

	IZDA	DCHA
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

	IZDA	DCHA
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

**PANEL DE IMÁGENES DE PAISAJES**

¿Sería capaz de ordenar veinte imágenes según su preferencia personal? El método a seguir será el siguiente: escoja las cuatro que más le gusten. A continuación haga lo mismo con las cuatro que prefiera de entre las restantes, y así dos veces más hasta dejar las cuatro que menos le gusten.


3. ¿Qué motivos le hicieron elegir las imágenes más preferidas en el panel?

4. ¿Qué motivos le hicieron seleccionar las imágenes menos preferidas o rechazadas?

*Percepción visual de paisajes mediterráneos y los servicios reportados por los ecosistemas que los integran.*

*Les hemos mostrado paisajes de la Sierra de Albarracín (Teruel), de la Serranía de Cuenca, del mosaico agrario de Castilla-La Mancha con predominio de cultivo de vides, girasol, olivo y cereal y algunas dehesas de encinas en la zona oriental de la Sierra Morena (Jaén). La naturaleza en estos paisajes reporta de manera directa o indirecta beneficios para la subsistencia y el bienestar humanos, por ejemplo: a través de los árboles obtenemos la madera necesaria para la construcción de mobiliario; algunas plantas fijan el suelo y los taludes; otras especies juegan un papel estético y que embellece el paisaje, etc.*

3. A continuación le mostramos algunas de las imágenes que ha evaluado. Según su experiencia personal, ¿Qué grado de beneficio considera que los paisajes que le mostramos a continuación proporcionan al ser humano, para cada servicio especificado en la columna central?

Foto izda. PAR A					Foto dcha. PAR A			
1. Nada	2. Algo	3. Bastante	4. Mucho	SERVICIOS ECOSISTEMAS	1. Nada	2. Algo	3. Bastante	4. Mucho
				Alimento ganadería				
				Alimento agricultura				
				Pastos y forrajes				
				Recolección				
				Madera				
				Prevención incendios				
				Control erosión				
				Conservación biodiversidad				
				Aire limpio/fresco				
				Regeneración vegetal				
				Belleza/paisaje				
				Identidad cultural				
				Turismo y recreación				
				Caza				
				Tranquilidad/relajación				
				Conectividad				
				Otros:				

Foto izda. PAR B				SERVICIOS ECOSISTEMAS	Foto dcha. PAR B			
1. Nada	2. Algo	3. Bastante	4. Mucho		1. Nada	2. Algo	3. Bastante	4. Mucho
				Belleza/paisaje				
				Identidad cultural				
				Pastos y forrajes				
				Recolección				
				Aire limpio/fresco				
				Regeneración vegetal				
				Alimento agricultura				
				Turismo y recreación				
				Caza				
				Tranquilidad/relajación				
				Madera				
				Prevención incendios				
				Alimento ganadería				
				Control erosión				
				Conservación biodiversidad				
				Conectividad				
				Otros:				

4. A continuación le mostramos un panel de cuatro imágenes sobre el que le pedimos que evalúe el grado de beneficio que considera que proporcionan al ser humano, respecto a los servicios especificados en la columna de la izquierda. Puntúe de 1 a 4

SERVICIOS ECOSISTEMAS	FOTO A	FOTO B	FOTO C	FOTO D
Alimento ganadería				
Alimento agricultura				
Pastos y forrajes				
Recolección				
Madera				
Prevención incendios				
Control erosión				
Conservación biodiversidad				
Aire limpio/fresco				
Regeneración vegetal				
Belleza/paisaje				
Identidad cultural				
Turismo y recreación				
Caza				
Tranquilidad/relajación				
Conectividad				
Otros:				

*Identidad cultural/Conocimiento de la trashumancia y la Cañada Real Conquense*

13. Lugar de residencia habitual:  
.....
14. ¿Desde cuándo vive usted aquí/allí? ..... años.
15. Su infancia la vivió en....., zona Rural ☐ o Urbana ☐.
16. Sus padres/abuelos eran de zonas de tipo rural ☐ urbano ☐.
17. ¿Usted se siente más Rural ☐ o Urbano ☐ ? (sentimiento personal).
18. ¿Visita con frecuencia localidades de la España mediterránea de interior similares a las que le hemos mostrado en fotografías? Citar ejemplos y decir frecuencia.
19. Qué actividades realiza en ellas.
20. ¿Sabe lo que es la trashumancia? SI ☐ NO ☐ En caso afirmativo díganos su definición.
21. ¿Conoce personalmente algún paisaje vinculado con la trashumancia? (cañadas/pastos). Citar localidades o comarcas.
22. ¿Ha reconocido en las fotografías que le hemos mostrado algún paisaje relacionado con la trashumancia o la ganadería extensiva tradicional?
23. ¿Conocía o conoce algún ganadero trashumante? ¿Quiénes?
24. ¿Ha tenido algún contacto o experiencia personal en su vida, vinculada a la trashumancia?

*Variables de comportamiento ambiental*

5. ¿Es usted miembro de alguna asociación con fines ambientalistas? ¿Cuál?
6. ¿Ha visitado Vd. algún/os espacio/s natural/es los últimos dos años? Cite algunos.
7. ¿Lee revistas u otras publicaciones de tipo ambiental? ¿Con qué frecuencia?
8. ¿Compra o consume alimentos producidos de agricultura ecológica y/o comercio justo? ¿Frecuencia?



*Variables socio-económicas*

7. Edad ..... años Sexo: Hombre ☐ Mujer ☐
8. ¿Podría decirme cuál es su nivel de estudios?
- ☐ Primarios ☐ Secundaria / Bachillerato ☐ Universitarios ☐ Ninguno
9. ¿Tiene alguna formación relacionada con las ciencias de la naturaleza? ¿cuál?
10. ¿Cuál es su profesión? .....
11. ¿Está usted relacionado de alguna manera con ganadería/agricultura etc.)? Especificar vínculo
12. ¿Dentro de qué intervalo se incluyen sus ingresos mensuales individuales netos?
- ☐ < de 700 € (<116.200 pts.)
- ☐ 700 – 1.400 € (116.200-232.400pts)
- ☐ 1.401 – 2.100 € (232.401- 348.600 pts.)
- ☐ 2.101 – 2.800 € (348.601-464.800 pts.)
- ☐ 2.801 – 3.200 € (464.801-531.200 pts.)
- ☐ > de 3.200 € (> 531.200 pts.)

*Sugerencias o comentarios*

.....

.....

.....

.....

.....

A rellenar por el encuestador:

- Lugar de la encuesta: .....
- Actitud del encuestado: buena / indiferente / poco dispuesto
- Entendimiento del cuestionario: alto / medio / bajo



## Cuestionario 3: actitudes, expectativas y valoración paisajística de la precordillera Andina por la población de Santiago de Chile

**Anexo 1.** Versión para Gestores y Expertos.



Escuela de Ecología y Paisaje  
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Paisaje  
Universidad Central de Chile



Grupo de Ecología del Paisaje  
Depto. Interuniversitario de Ecología  
Universidad de Alcalá (Madrid, España)

La escuela de Ecología y Paisaje de la Universidad Central de Chile en colaboración con el Grupo de Ecología del Paisaje del Departamento Interuniversitario de Ecología de la Universidad de Alcalá de Madrid, viene desarrollando una investigación sobre la interacción de la población de Santiago con el **paisaje precordillerano Andino**. Para tal efecto, se pide su colaboración y dedicación de unos minutos de su tiempo para conocer su opinión y preferencias acerca de los paisajes que le resulten **más atractivos e interesantes**. La encuesta durará unos 20 minutos.

### I. ENCUESTA DE OPINIÓN (Expertos y Gestores)

1. ¿Se ha producido una transformación del paisaje precordillerano Andino de Santiago?

1. Si ☐ 2. No ☐

2. ¿En qué sector de la precordillera Andina de Santiago se percibe mayor transformación del paisaje?. Señale como máximos tres sectores.

.....  
.....  
.....

3. ¿A su juicio, cree que debe existir una figura legal de protección específica para determinados paisajes de la precordillera Andino de Santiago?

1. Si ☐

Que tipo:.....

2. No ☐

Por qué:.....

4. ¿Qué paisajes cree que actualmente están amenazados y que deben conservarse prioritariamente? Indique 3 según orden de prioridad: 1: Urgente, 2: Muy Importante y 3: Importante.

1.....  
2.....  
3.....

5. ¿Desde su punto de vista, nos puede indicar tres beneficios que el paisaje precordillerano Andino genera a la ciudad de Santiago?. Indique según orden de importancia: 1: Muy importante, 2: Importante y 3: Relevante.

1.....  
2.....  
3.....

6. ¿Como considera que es el estado actual de conservación del paisaje precordillerano Andino de Santiago?

1. Muy conservado ☐ 2. Conservado ☐ 3. Muy poco conservado ☐

4. Deteriorado ☐ 5. Muy deteriorado ☐

7. ¿Qué medidas sugiere que son necesarias para conservar y recuperar el paisaje de la precordillera Andina de Santiago? Indique 3 medidas según orden de prioridad: 1: Urgente, 2: Muy Importante y 3: Importante.

1.....  
2.....  
3.....

9. ¿Desde su punto de vista, cuál cree que será el futuro socioeconómico de la precordillera Andina de Santiago? Seleccione tres alternativas según: 1: Más Probable, 2: Probable y 3: Menos Probable.

1. Turismo (actividades recreativas) ☐  
2. Industria ☐  
3. Forestal ☐  
4. Construcciones (urbanizaciones) ☐  
5. Conservación de la naturaleza ☐  
6. Abandono ☐  
7. Otro:.....

10. ¿A su juicio, en qué perjudica la pérdida de naturalidad del paisaje precordillero Andino de Santiago? Seleccione tres consecuencias según orden de magnitud: 1: Muy importante, 2: Importante y 3: Relevante.

1. Pérdida de diversidad paisajística (Biodiversidad silvestre) ☐  
2. Pérdida de usos tradicionales (técnicas y estilos locales) ☐  
3. Pérdida de lugares singulares (Usos dominantes) ☐  
4. Pérdida de armonía de los usos del suelo con las características del terreno ☐  
5. Pérdida de heterogeneidad (Simplificación del paisaje) ☐  
6. Especialización de productos ☐  
7. Pérdida de señas de identidad con el territorio ☐

11. ¿Nos puede decir tres características o cualidades físicas del paisaje de la precordillera Andina de Santiago, que considera usted como indicadores de un paisaje con calidad visual y ecológica?.

1.....  
2.....  
3.....

12. ¿Qué grado de receptividad cree que existe por parte de la población de Santiago frente a la protección de la precordillera Andina?

1. Alta ☐ 2. Media ☐ 3. Baja ☐ 4. Nula ☐

13. ¿Cree que la población de Santiago respeta las áreas que presentan alguna categoría de protección de la naturaleza en la precordillera Andina?

1. Siempre ☐ 2. Algunas veces ☐ 3. Es indiferente ☐

14. ¿Cómo influyen los siguientes grupos en la conservación de la naturaleza de la precordillera Andina de Santiago?. Indicar 1 si considera Influencia positiva ó 2 si considera Influencia negativa.

1. Ganaderos ☐  
2. Agricultores ☐  
3. Políticos ☐  
4. Mineros ☐

- 5. Empresarios ☐
- 6. Turistas ☐
- 7. Ecologistas ☐
- 8. CONAF ☐
- 9. CONAMA ☐
- 10. Proyecto PROTEGE ☐
- 11. Investigadores de universidades ☐
- 12. Estudiantes ☐

15. ¿Qué medidas considera que son necesarias para implicar a la población de Santiago en la conservación de los recursos naturales y culturales de la precordillera Andina?. Indique en cada una según orden de importancia: 1: Muy Importante, 2: Importante y 3: Menos importante.

- 1. Campañas de educación ambiental permanente, a través de diferentes medios de comunicación ☐
- 2. Educación ambiental permanente en los colegios ☐
- 3. Capacitación medio ambiental dirigida a distintos grupos sociales (agricultores, políticos, etc.) ☐
- 4. Más infraestructuras educativas y recreativas ☐
- 5. Servicios públicos adecuados en los ambientes de la precordillera Andina (sanitarios, aparcamiento, etc.) ☐
- 6. Mayor información (paneles, señales, folletos) ☐
- 7. Compatibilizar actividades entre gestores de la precordillera y la municipalidad ☐
- 8. Informar del estado de los recursos naturales ☐
- 9. Dar a conocer los proyectos que se realizan en la precordillera Andina ☐
- 10. Hacer participe a la población en proyectos o investigaciones medio ambientales ☐
- 11. Campañas de valoración y promoción de los recursos naturales y culturales de la precordillera Andina ☐
- 12. Incursión de la población en la toma de decisiones sobre la gestión de la precordillera Andina ☐
- 13. Incentivo para la participación de los jóvenes ☐
- 13. .... ☐

Información sobre el entrevistado

Gestor: ☐ Experto: ☐

Institución o Empresa: .....

Cargo: .....

Sexo: H ☐ M ☐ Edad: .....

Nivel de educación:

Sin estudios ☐ Básicos ☐ Medios ☐ Técnicos ☐ Universitarios ☐

Profesión o titulación: .....



**Anexo 1.** Versión para Gestores y Expertos.



Escuela de Ecología y Paisaje  
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Paisaje  
Universidad Central de Chile



Grupo de Ecología del Paisaje  
Depto. Interuniversitario de Ecología  
Universidad de Alcalá (Madrid, España)

La escuela de Ecología y Paisaje de la Universidad Central de Chile en colaboración con el Grupo de Ecología del Paisaje del Departamento Interuniversitario de Ecología de la Universidad de Alcalá de Madrid, viene desarrollando una investigación sobre la interacción de la población de Santiago con el **paisaje precordillerano Andino**. Para tal efecto, se pide su colaboración y dedicación de unos minutos de su tiempo para conocer su opinión y preferencias acerca de los paisajes que le resulten **más atractivos e interesantes**. La encuesta durara unos 20 minutos.

**I. ENCUESTA DE OPINIÓN (Expertos y Gestores)**

1. ¿Se ha producido una transformación del paisaje precordillero Andino de Santiago?

1. Si ☐ 2. No ☐

2. ¿En qué sector de la precordillera Andina de Santiago se percibe mayor transformación del paisaje?. Señale como máximos tres sectores.

.....  
.....  
.....

3. ¿A su juicio, cree que debe existir una figura legal de protección específica para determinados paisajes de la precordillera Andino de Santiago?.

1. Si ☐

Que tipo:.....

2. No ☐

Por qué:.....

4. ¿Qué paisajes cree que actualmente están amenazados y que deben conservarse prioritariamente? Indique 3 según orden de prioridad: 1: Urgente, 2: Muy Importante y 3: Importante.

1.....  
2.....  
3.....

5. ¿ Desde su punto de vista, nos puede indicar tres beneficios que el paisaje precordillero Andino genera a la ciudad de Santiago?. Indique según orden de importancia: 1: Muy importante, 2: Importante y 3: Relevante.

1.....  
2.....  
3.....

6. ¿Como considera que es el estado actual de conservación del paisaje precordillero Andino de Santiago?.

1. Muy conservado ☐ 2. Conservado ☐ 3. Muy poco conservado ☐

4. Deteriorado ☐ 5. Muy deteriorado ☐

7. ¿Qué medidas sugiere que son necesarias para conservar y recuperar el paisaje de la precordillera Andina de Santiago? Indique 3 medidas según orden de prioridad: 1: Urgente, 2: Muy Importante y 3: Importante.

1.....  
2.....  
3.....

9. ¿Desde su punto de vista, cuál cree que será el futuro socioeconómico de la precordillera Andina de Santiago? Seleccione tres alternativas según: 1: Más Probable, 2: Probable y 3: Menos Probable.

1. Turismo (actividades recreativas) ☐  
2. Industria ☐  
3. Forestal ☐  
4. Construcciones (urbanizaciones) ☐  
5. Conservación de la naturaleza ☐  
6. Abandono ☐  
7. Otro:..... ☐

10. ¿A su juicio, en qué perjudica la pérdida de naturalidad del paisaje precordillero Andino de Santiago? Seleccione tres consecuencias según orden de magnitud: 1: Muy importante, 2: Importante y 3: Relevante.

1. Pérdida de diversidad paisajística (Biodiversidad silvestre) ☐  
2. Pérdida de usos tradicionales (técnicas y estilos locales) ☐  
3. Pérdida de lugares singulares (Usos dominantes) ☐  
4. Pérdida de armonía de los usos del suelo con las características del terreno ☐  
5. Pérdida de heterogeneidad (Simplificación del paisaje) ☐  
6. Especialización de productos ☐  
7. Pérdida de señas de identidad con el territorio ☐

11. ¿Nos puede decir tres características o cualidades físicas del paisaje de la precordillera Andina de Santiago, que considera usted como indicadores de un paisaje con calidad visual y ecológica?

1.....  
2.....  
3.....

12. ¿Qué grado de receptividad cree que existe por parte de la población de Santiago frente a la protección de la precordillera Andina?

1. Alta ☐ 2. Media ☐ 3. Baja ☐ 4. Nula ☐

13. ¿Cree que la población de Santiago respeta las áreas que presentan alguna categoría de protección de la naturaleza en la precordillera Andina?

1. Siempre ☐ 2. Algunas veces ☐ 3. Es indiferente ☐

14. ¿Cómo influyen los siguientes grupos en la conservación de la naturaleza de la precordillera Andina de Santiago?. Indicar 1 si considera Influencia positiva ó 2 si considera Influencia negativa.

1. Ganaderos ☐  
2. Agricultores ☐  
3. Políticos ☐  
4. Mineros ☐

- |                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| 5. Empresarios                      | <input type="checkbox"/> |
| 6. Turistas                         | <input type="checkbox"/> |
| 7. Ecologistas                      | <input type="checkbox"/> |
| 8. CONAF                            | <input type="checkbox"/> |
| 9. CONAMA                           | <input type="checkbox"/> |
| 10. Proyecto PROTEGE                | <input type="checkbox"/> |
| 11. Investigadores de universidades | <input type="checkbox"/> |
| 12. Estudiantes                     | <input type="checkbox"/> |

15. ¿Qué medidas considera que son necesarias para implicar a la población de Santiago en la conservación de los recursos naturales y culturales de la precordillera Andina?. Indique en cada una según orden de importancia: 1: Muy Importante, 2: Importante y 3: Menos importante.

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1. Campañas de educación ambiental permanente, a través de diferentes medios de comunicación                 | <input type="checkbox"/> |
| 2. Educación ambiental permanente en los colegios  | <input type="checkbox"/> |
| 3. Capacitación medio ambiental dirigida a distintos grupos sociales (agricultores, políticos, etc.)         | <input type="checkbox"/> |
| 4. Más infraestructuras educativas y recreativas   | <input type="checkbox"/> |
| 5. Servicios públicos adecuados en los ambientes de la precordillera Andina (sanitarios, aparcamiento, etc.) | <input type="checkbox"/> |
| 6. Mayor información (paneles, señales, folletos)  | <input type="checkbox"/> |
| 7. Compatibilizar actividades entre gestores de la precordillera y la municipalidad                          | <input type="checkbox"/> |
| 8. Informar del estado de los recursos naturales   | <input type="checkbox"/> |
| 9. Dar a conocer los proyectos que se realizan en la precordillera Andina                                    | <input type="checkbox"/> |
| 10. Hacer participe a la población en proyectos o investigaciones medio ambientales                          | <input type="checkbox"/> |
| 11. Campañas de valoración y promoción de los recursos naturales y culturales de la precordillera Andina     | <input type="checkbox"/> |
| 12. Incursión de la población en la toma de decisiones sobre la gestión de la precordillera Andina           | <input type="checkbox"/> |
| 13. Incentivo para la participación de los jóvenes   | <input type="checkbox"/> |
| 13. ....   |                          |

Información sobre el entrevistado

Gestor: ☐ Experto: ☐

Institución o Empresa: .....

Cargo: .....

Sexo: H ☐ M ☐ Edad: .....

Nivel de educación:

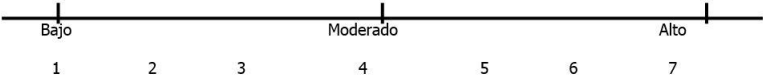
Sin estudios ☐ Básicos ☐ Medios ☐ Técnicos ☐ Universitarios ☐

Profesión o titulación: .....

II. VALORACIÓN DEL PAISAJE

Puntúe las imágenes de paisaje por 5 atributos visuales, en función de 1 (-) a 7 (+)

FOTOGRAFÍA	ATRIBUTOS VISUALES				
	BELL	MIS	LEG	COM	COH
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					



ESCALA DE MEDIDA  
UTILICE TODO EL RANGO DE LA ESCALA

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



## ANEXO 5

### Formulario de cuestionario versión para Público General

Universidad Autónoma de Baja California

Programa de Maestría y Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable

**Objetivo de encuesta:** Identificar la valoración que tiene la población de la

ciudad de Culiacán sobre los aspectos ecológicos y visuales del paisaje fluvial del río Tamazula.

Para tal motivo, se pide su colaboración y dedicación de unos minutos de su tiempo para conocer su opinión.

*La encuesta durara unos 15 minutos. Toda la información será tratada de manera confidencial.*



### ENCUESTA DE OPINIÓN (Público General)

Folio \_\_\_\_\_

#### Datos de Control

Encuestador: \_\_\_\_\_ Fecha: (\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_) Rango: \_\_\_\_\_

CVEGEO: \_\_\_\_\_

#### Información del encuestado

Edad: \_\_\_\_\_ ( )

1. 18-29 2. 30-49 3. 50-59 4. 60-69 5. 70 o más

Sexo 1. Masculino 2. Femenino \_\_\_\_\_ ( )

Lugar de Nacimiento: \_\_\_\_\_

Tiempo viviendo en Culiacán: 1. Menos de 5 años 2. Más de 5 años \_\_\_\_\_ ( )

Nivel de estudios concluidos. \_\_\_\_\_ ( )

1. Sin Estudios

4. Bachillerato/Técnico

2. Primaria

5. Licenciatura

3. Secundaria

6. Posgrado

### Sección I. Información General

1.1. ¿Ha visitado el río Tamazula? \_\_\_\_\_ ( )

1. Si 2. No (pase a la sección II)

1.2 De los siguientes sectores del río Tamazula ¿Cuáles ha visitado y con qué frecuencia?

Sectores	1.2.a ¿Lo ha visitado? 1. Sí 2.No	1.2.b. Frecuencia
		1. Habitualmente 2. Periódicamente 3. Eventualmente
1.2.1 Parque Las Riberas (zona fórum)	( )	( )
1.2.2 Parque Las Riberas (zona zoológico)	( )	( )
1.2.3 Zona de la Isla de Musalá	( )	( )
1.2.4 La limita de Itaje	( )	( )
1.2.5 Rápidos (Campos JAPAC)	( )	( )
1.2.6 Otro, ¿cuál? _____	( )	( )

1.3 ¿Qué lugares del río Tamazula prefiere visitar en la zona urbana de la ciudad de Culiacán?.....( )

1. En donde se pueda apreciar el paisaje de forma natural (sin alteraciones)
2. En donde existan senderos, caminos o miradores para contemplar el paisaje (mínimas alteraciones)
3. En donde exista infraestructura para realizar actividades recreativas
4. Otro, ¿cuál?\_\_\_\_\_

1.3 ¿Qué actividades ha realizado en el río Tamazula y con qué frecuencia?

Actividad	1.3.a. La ha realizado		1.3.b. Frecuencia
	1. Sí	2. No ( <i>pasar a la siguiente actividad realizada</i> )	1. Habitualmente 2. Periódicamente 3. Eventualmente
1.3.1 Ciclismo	( )		( )
1.3.2 Descansar	( )		( )
1.3.3 Caminata/Paseo	( )		( )
1.3.4 Carnes Asadas	( )		( )
1.3.5 Deportes extremos	( )		( )
1.3.8 Correr	( )		( )
1.3.9 Contemplar el paisaje	( )		( )
1.3.10 Usar juegos infantiles	( )		( )
1.3.11 Investigación científica	( )		( )
12. Otra, ¿cuál?_____			( )

## Sección II. Calidad Visual del Paisaje

2.1 Se mostrarán 15 fotografías para valorar la calidad visual del paisaje fluvial de río Tamazula en la zona urbana de la ciudad de Culiacán.

En donde se entiende por calidad visual del paisaje la combinación armónica de la disposición de formas, volúmenes, colores, proporción y texturas, que son objeto de admiración y agrado los cuales producen sentimientos y emociones más allá de lo estético y que pueden considerarse deseables para su uso, aprovechamiento, conservación y protección

Observe detenidamente cada una de las fotografías que se le mostrarán a continuación y valore la calidad visual del paisaje. De un valor de 1 a 5 donde 1. Muy Mala, 2. Mala 3. Regular, 4. Buena y 5. Muy Buena.

Fotografía	Valor (1 a 5)
2.1.1	( )
2.1.2	( )
2.1.3	( )
2.1.4	( )
2.1.5	( )
2.1.6	( )
2.1.7	( )

- 2.1.8      (   )
- 2.1.9      (   )
- 2.1.10    (   )
- 2.1.11    (   )
- 2.1.12    (   )
- 2.1.13    (   )
- 2.1.14    (   )
- 2.1.15    (   )

2.2 Del siguiente listado seleccione una opción que por las características de la vegetación describan al río Tamazula como un paisaje con belleza escénica.....(   )

*(Leer todas las opciones al entrevistado)*

- 1. Lugares con abundante vegetación (distribución natural y diferente tipo de vegetación)
- 2. Lugares con escasa vegetación y amplia visibilidad del entorno
- 3. Lugares con muchos colores en la vegetación
- 4. Lugares con poca variedad de colores en la vegetación
- 5. Lugares con vegetación propia del lugar (sauce, álamo, etc.)
- 6. Lugares con vegetación traída de otros lugares (palmeras, bugambilias, etc.)
- 7. No considera que el río tenga un paisaje con belleza escénica *(poner en opción uno y pasar a la pregunta 2.3)*
- 8. Otro, ¿cuál? \_\_\_\_\_

2.3 Del siguiente listado seleccione una opción sobre las características físicas del cauce del río Tamazula que lo describan como un paisaje con belleza escénica.....(   )

*(Leer todas las opciones al entrevistado)*

- 1. La Forma natural del cauce
- 2. La forma de línea recta del cauce
- 3. Las orillas o riberas del río en forma natural siguiendo el cauce
- 4. Las orillas o riberas del río en forma de línea recta siguiendo el cauce
- 5. La presencia de agua
- 6. La ausencia de agua
- 7. El color del agua
- 8. No considera que el río tenga indicadores de un paisaje con calidad visual *(poner en opción uno y pasar a la pregunta 2.4)*
- 9. Otro, ¿cuál? \_\_\_\_\_

2.4 ¿Qué sentimientos, emociones o significado le genera el paisaje del río Tamazula? Seleccione una opción.....(   )

*(Leer todas las opciones al entrevistado)*

- |                            |              |                       |
|----------------------------|--------------|-----------------------|
| 1. Naturalidad             | 4. Diversión | 7. Riesgo             |
| 2. Identidad/Apego/Cariño  | 5. Misterio  | 8. Belleza escénica   |
| 3. Tranquilidad/relajación | 6. Desprecio | 9. Otro, ¿cuál? _____ |

2.5-Si tuviera que darle una valoración al paisaje del río Tamazula ¿Qué valor le daría según la siguiente escala?.....(   )

1. Muy Malo    2. Malo    3. Regular    4. Bueno    5. Muy Bueno

### Sección III. Calidad Ecológica del Paisaje

Se mostrarán 15 fotografías para valorar la calidad ecológica del paisaje fluvial de río Tamazula en la zona urbana de la ciudad de Culiacán.

Donde se entiende por calidad ecológica del paisaje el grado de excelencia o mérito que posee un territorio para no ser destruido debido a los beneficios ecológicos que se generan por su presencia y debe evitarse la modificación en su estructura o en sus propiedades ecológicas.

Observe detenidamente cada una de las fotografías que se le mostrarán a continuación y valore la calidad ecológica del paisaje que contienen, es decir califique las fotografías según los beneficios ecológicos que generan para la ciudad. De un valor de 1 a 5 donde 1. Muy Mala, 2. Mala 3. Regular, 4. Buena y 5. Muy Buena.

Fotografía	Valor (1 a 5)	Fotografía	Valor (1 a 5)	Fotografía	Valor (1 a 5)
2.1.1		2.1.6		2.1.11	
2.1.2		2.1.7		2.1.12	
2.1.3		2.1.8		2.1.13	
2.1.4		2.1.9		2.1.14	
2.1.5		2.1.10		2.1.15	

3.2 Del siguiente listado seleccione un beneficio ecológico que el río Tamazula proporciona a la ciudad de Culiacán.....(    )

*(Leer todas las opciones al entrevistado)*

1. Abastecimiento de agua
2. Aire Limpio
3. Refugio para animales silvestres (pájaros, iguanas, insectos, peces, etc.)
4. Reproducción de vegetación propia del lugar
5. Aire Fresco
6. Reduce el ruido
7. Genera barreras frente a la acción del viento
8. Fijador de tierra evitando la erosión del suelo
9. Previene inundaciones
10. Permite el desplazamiento de especies animales y vegetales
11. No considera que el río proporciona beneficios ecológicos *(poner en opción uno y pasar a la pregunta 3.3)*
13. Otro, ¿cuál?\_\_\_\_\_

3.3. Si tuviera que darle una valoración a la calidad ecológica del río Tamazula ¿Qué valor le daría según la siguiente escala?.....(    )

1. Muy Malo    2. Malo    3. Regular    4. Bueno    5. Muy Bueno

### Sección IV. Participación Ciudadana

4.1 ¿Usted ha participado en programas para la conservación, protección o aprovechamiento del patrimonio natural, ecológico o visual del río Tamazula promovido por el ayuntamiento?.....(    )

1. Si    2. No

**Sección V. Valoración Económica**

5.1 Estaría dispuesto a dar una aportación anual para que el paisaje del río Tamazula se mantuviese conservado (considérese a modo de donativo) .....(    )

1. Sí (*pasar a la pregunta 1.1*)

1.1 ¿Cuánto sería su aportación? .....(    )

1. \$100    2. \$300    3. \$500    4. \$1000 pesos    5. Otra cantidad\_\_\_\_\_

2. No

**Gracias por su participación.**

**Observaciones:**\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Formulario de cuestionario versión para Expertos

Universidad Autónoma de Baja California

Programa de Maestría y Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable



**Objetivo de encuesta:** Identificar la valoración que tiene la población de la ciudad de Culiacán sobre los aspectos ecológicos y visuales del paisaje fluvial del río Tamazula. Para tal motivo, se pide su colaboración y dedicación de unos minutos de su tiempo para conocer su opinión.

*La encuesta durara unos 15 minutos. Toda la información será tratada de manera confidencial.*

### ENCUESTA DE OPINIÓN (Expertos)

Folio \_\_\_\_\_

#### Datos de Control

Encuestador: \_\_\_\_\_ Fecha: (\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_)

#### Información del encuestado

Profesión \_\_\_\_\_

Trabaja para una: .....( )

1. Institución 2. Empresa

La Institución es: .....( )

1. Pública 2. Privada 3. Educativa 4. Organismo no gubernamental 5. Otros \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Si es empresa señalar:

Cargo: \_\_\_\_\_

Edad: .....( )

1. 18-29 2. 30-49 3. 50-59 4. 60-69 5. 70 o más

Género: .....( )

1. Masculino 2. Femenino

#### Sección I. Información General

1.1. ¿Ha visitado el río Tamazula?.....( )

1. Si 2. No (*pase a la sección II*)

1.2 De los siguientes sectores del río Tamazula ¿Cuáles ha visitado y con qué frecuencia?

Sectores	1.2.a ¿Lo ha visitado? 1. Sí 2.No	1.3.b. Frecuencia 1. Habitualmente 2. Periódicamente 3. Eventualmente
1.2.1 Parque Las Riberas (zona fórum)	( )	( )
1.2.2 Parque Las Riberas (zona zoológico)	( )	( )
1.2.3 Zona de la Isla de Musalá	( )	( )
1.2.4 La limita de Itaje	( )	( )
1.2.5 Rápidos (Campos JAPAC)	( )	( )
1.2.6 Otro, ¿cuál?_____	( )	( )

1.3 ¿Qué lugares del río Tamazula prefiere visitar en la zona urbana de la ciudad de Culiacán?.....( )

1. En donde se pueda contemplar el paisaje de forma natural (sin alteraciones)

2. En donde existan senderos, caminos o miradores para contemplar el paisaje (mínimas alteraciones)
3. En donde exista infraestructura para realizar actividades recreativas
4. Otro, ¿cuál? \_\_\_\_\_

### 1.3 ¿Qué actividades ha realizado en el río Tamazula y con qué frecuencia?

Actividad	1.3.a. La ha realizado 1.Sí 2.No ( <i>pasar a la siguiente actividad realizada</i> )	1.3.b. Frecuencia 1. Habitualmente 2. Periódicamente 3. Eventualmente
1.3.1 Ciclismo	(   )	(   )
1.3.2 Descansar	(   )	(   )
1.3.3 Caminata/Paseo	(   )	(   )
1.3.4 Carnes Asadas	(   )	(   )
1.3.5 Deportes extremos	(   )	(   )
1.3.8 Correr	(   )	(   )
1.3.9 Contemplar el paisaje	(   )	(   )
1.3.10 Usar juegos infantiles	(   )	(   )
1.3.11 Investigación científica	(   )	(   )
12. Otra, ¿cuál?	_____	(   )

## Sección II. Calidad Visual del Paisaje

2.1 Se mostrarán 15 fotografías para valorar la calidad visual del paisaje fluvial de río Tamazula en la zona urbana de la ciudad de Culiacán.

En donde se entiende por calidad visual del paisaje la combinación armónica de la disposición de formas, volúmenes, colores, proporción y texturas, que son objeto de admiración y agrado los cuales producen sentimientos y emociones más allá de lo estético y que pueden considerarse deseables para su uso, aprovechamiento, conservación y protección

Observe detenidamente cada una de las fotografías que se le mostrarán a continuación y valore la calidad visual del paisaje. De un valor de 1 a 5 donde 1. Muy Mala, 2. Mala 3. Regular, 4. Buena y 5. Muy Buena.

Fotografía	Valor (1 a 5)
2.1.1	( )
2.1.2	( )
2.1.3	( )
2.1.4	( )
2.1.5	( )
2.1.6	( )
2.1.7	( )
2.1.8	( )
2.1.9	( )
2.1.10	( )

2.1.11	(   )
2.1.12	(   )
2.1.13	(   )
2.1.14	(   )
2.1.15	(   )

2.2 Del siguiente listado seleccione una opción que por las características de la vegetación describan al río Tamazula como un paisaje con belleza escénica.....(   )

*(Leer todas las opciones al entrevistado)*

1. Lugares con diversidad de vegetación (distribución natural)
2. Lugares con escasa vegetación y amplia visibilidad del entorno
3. Lugares con diversidad colores en la vegetación
4. Lugares con colores homogéneos en la vegetación
5. Lugares con vegetación nativa (sauce, álamo, etc.)
6. Lugares con vegetación introducida (Exótica)
7. No considera que el río tenga un paisaje con belleza escénica *(poner en relevancia alta y pasar a la pregunta 2.3)*
8. Otro, ¿cuál? \_\_\_\_\_

2.3 Del siguiente listado seleccione una opción sobre las características, elementos o cualidades físicas del cauce del río Tamazula, que a su juicio son indicadores de un paisaje con calidad visual.....(   )

*(Leer todas las opciones al entrevistado)*

1. La sinuosidad o naturalidad del cauce
2. La linealidad del cauce
3. La presencia de terrazas y taludes a las orillas del río
4. La ausencia de terrazas y taludes a las orillas del río
5. La presencia de agua
6. La ausencia de agua
7. El color del agua
8. No considera que el río tenga indicadores de un paisaje con calidad visual *(poner en relevancia alta y pasar a la pregunta 2.4)*
9. Otro, ¿cuál? \_\_\_\_\_

2.4 ¿Qué sentimientos, emociones o significado le genera el paisaje del río Tamazula? Seleccione una opción. ....(   )

*(Leer todas las opciones al entrevistado)*

- |                            |              |                       |
|----------------------------|--------------|-----------------------|
| 1. Naturalidad             | 4. Diversión | 7. Riesgo             |
| 2. Identidad/Apego/Cariño  | 5. Misterio  | 8. Belleza escénica   |
| 3. Tranquilidad/relajación | 6. Desprecio | 9. Otro, ¿cuál? _____ |

2.5-Si tuviera que darle una valoración al paisaje del río Tamazula ¿Qué valor le daría según la siguiente escala?.....(   )

1. Muy Malo    2. Malo    3. Regular    4. Bueno    5. Muy Bueno



### Sección III. Calidad Ecológica del Paisaje

Se mostrarán 15 fotografías para valorar la calidad ecológica del paisaje fluvial de río Tamazula en la zona urbana de la ciudad de Culiacán.

Donde se entiende por calidad ecológica del paisaje el grado de excelencia o mérito que posee un territorio para no ser destruido debido a los beneficios ecológicos que se generan por su presencia y debe evitarse la modificación en su estructura o en sus propiedades ecológicas.

Observe detenidamente cada una de las fotografías que se le mostrarán a continuación y valore la calidad ecológica del paisaje que contienen, es decir califique las fotografías según los beneficios ecológicos que generan para la ciudad. De un valor de 1 a 5 donde 1. Muy Mala, 2. Mala 3. Regular, 4. Buena y 5. Muy Buena.

Fotografía	Valor (1 a 5)	Fotografía	Valor (1 a 5)	Fotografía	Valor (1 a 5)
3.1.1		3.1.6		3.1.11	
3.1.2		3.1.7		3.1.12	
3.1.3		3.1.8		3.1.13	
3.1.4		3.1.9		3.1.14	
3.1.5		3.1.10		3.1.15	

3.2 Del siguiente listado seleccione un beneficio ecológico que el río Tamazula proporciona a la ciudad de Culiacán. Seleccione una opción.....( )

1. Abastecimiento de agua
2. Aire Limpio
3. Conservación de la biodiversidad
4. Reproducción de vegetación nativa
5. Regula las temperaturas
6. Aísla el ruido
7. Barreras frente a la acción del viento
8. Control de erosión del suelo
9. Previene inundaciones
10. Conectividad de la flora y fauna
11. No considera que el río proporciona beneficios ecológicos (*poner en relevancia alta y pasar a la pregunta 3.3*)
12. Otro, ¿cuál?

3.3. Si tuviera que darle una valoración a la calidad ecológica del río Tamazula ¿Qué valor le daría según la siguiente escala?.....( )

1. Muy Malo    2. Malo    3. Regular    4. Bueno    5. Muy Bueno

3.4. ¿Considera que es importante conservar el paisaje del río Tamazula en la zona urbana? .....( )

1. Nada importante    2. Poco importante    3. Importante    4. Muy importante    5. Extremadamente importante

## Sección IV. Protección y Conservación del paisaje fluvial del río Tamazula

4.1 ¿Cree que deba existir una figura legal de protección específica para el paisaje con relevancia ecológica o visual en la ciudad de Culiacán?.....(    )

1. Si, ¿de qué tipo?\_\_\_\_\_

2. No, ¿por qué?\_\_\_\_\_

---

### Sección V. Participación Ciudadana

5.1 ¿Usted ha participado en programas para la conservación, protección o aprovechamiento del patrimonio natural, ecológico o visual del río Tamazula promovido por el ayuntamiento?.....(    )

1. Si    2. No

### Sección VI. Valoración Económica

6.1 Estaría dispuesto a dar una aportación anual para que el paisaje del río Tamazula se mantuviese conservado (considérese a modo de donativo) .....(    )

1. Sí (*pasar a la pregunta 1.1*)

1.1 ¿Cuánto sería su aportación? .....(    )

1. \$100    2. \$300    3. \$500    4. \$1000 pesos    5. Otra cantidad\_\_\_\_\_

2. No

**Gracias por su participación.**

ANEXO 6

Informe proporcionado por Conagua sobre el Índice de Calidad del Agua del sitio de muestreo del río Culiacán.

VALORES PROMEDIO ANUAL DE LOS ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA DEL SITIO DE MUESTREO RÍO CULIACÁN EN EL PUENTE NEGRO																												
NOMBRE DEL SITIO	CONAGUA																AÑO						MEDIA	CRITERIO GENERAL	ABASTECIMIENTO PÚBLICO	RECREATIVO	PESCA Y VIDA ACUÁTICA	INDUSTRIAL Y AGRÍCOLA
	94	95	96	97	98	99	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011										
PUENTE NEGRO (Río Culiacán)	58	56	60	72	64	58	66	67	63	62	63	64	68	72.35	76.64	72.48	69.41	63.38	65.48	Poco contaminado	Apto	Apto	Apto	Apto				