



# Estudio del paisaje del sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre. Un sitio Ramsar dentro de una ciudad desértica del Noroeste de México

*Landscape study of the Mexico-Xochimilco-Campestre lagoon system. A wetland Ramsar site within a desert city in Northwest Mexico*

Mariana Jácome Ibarra<sup>1</sup> , Osvaldo Leyva Camacho<sup>2</sup> , Gonzalo de la Fuente de Val<sup>3,4</sup> 

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera, Mexicali-San Felipe Km 3.5, Laguna Campestre, Mexicali, Baja California, México

<sup>2</sup>Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Boulevard Benito Juárez S/N, Unidad Universitaria, 21280 Mexicali, Baja California, México

<sup>3</sup>Fondo Verde ONG, Calle Santa Lucía 305, Urb. San Antonio, Huancayo, Junín, Perú.

<sup>4</sup>Instituto Superior de Medio Ambiente (ISM), Calle de Núñez de Balboa, 120, 28006 Madrid, España

**Autor de correspondencia:** Mariana Jácome Ibarra, Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera, Mexicali-San Felipe Km 3.5, Laguna Campestre, Mexicali, Baja California, México. E-mail: [mariana.jacome@uabc.edu.mx](mailto:mariana.jacome@uabc.edu.mx). ORCID: 0000-0001-6101-9010.

**Recibido:** 23 de Octubre del 2021

**Aceptado:** 31 de Diciembre del 2021

**Publicado:** 24 de Enero del 2022

**Resumen.** - El sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre forma parte del Sistema de Humedales Remanentes del Delta del Río Colorado, considerados humedales imprescindibles para el mantenimiento hídrico de una ciudad desértica como Mexicali. Sin embargo, este sistema lagunar ha sido ignorado en la planeación urbana de la ciudad. A través de la metodología de análisis del paisaje se obtuvieron tres unidades de paisaje: sistema lagunar, área agrícola y periferia urbana. El área de la periferia urbana obtuvo el menor valor de calidad visual, mientras que el sistema lagunar obtuvo el valor mayor. El análisis FODA indica la existencia de unidades de paisaje atractivas y con potencial eco-turístico y de conservación, pero las restricciones normativas y el desconocimiento por parte de la población complican su manejo y apropiación de estas unidades de paisaje. Los resultados de la encuesta muestran que la población con mayor tiempo de residencia en la ciudad tiene mayor conocimiento de las lagunas existentes, así como también es la más proactiva en las propuestas de mejoramiento del paisaje del sistema lagunar. La información generada se usará para el diseño del manejo de cauces y de actividades eco-turísticas, así como la propuesta de actividades socioculturales y de educación ambiental para que la población se apropie y ayude en la conservación y protección de este sistema de humedales.

**Palabras clave:** Humedales en zonas áridas; Estudio del paisaje; Manejo urbano de humedales.

**Abstract.** - The Mexico-Xochimilco-Campestre lagoon system is part of the System of Remnant Wetlands of the Colorado River Delta, considered essential wetlands for the water maintenance of a desert city like Mexicali. However, this lagoon system has been ignored in the urban planning of the city. Through the landscape analysis methodology, three landscape units were obtained: a lagoon system, an agricultural area, and an urban periphery. The urban periphery area obtained the lowest value for visual quality, while the lagoon system obtained the highest value. The SWOT analysis indicates the existence of attractive landscape units with eco-tourism and conservation potential, but regulatory restrictions and ignorance on the part of the population complicate their management and appropriation of these landscape units. The results of the survey show that the population with the longest residence time in the city has the greatest knowledge of the existing lagoons, as well as being the most proactive in the improvement proposals for the landscape of the lagoon system. The information generated will be used for the design of channel management and eco-tourism activities, as well as the proposal of socio-cultural activities and environmental education for the population to appropriate and help in the conservation and protection of this wetlands system.

**Keywords:** Wetlands in arid zones; Landscape study; Urban management of wetlands.



## 1. Introducción

Los humedales son ecosistemas altamente productivos al ser albergue de una gran diversidad biológica; además de representar las mayores fuentes de agua, nutrientes y alimento de las que no sólo depende el hombre y sus comunidades, sino también incontables especies tanto vegetales como animales [1]. Según la Convención Ramsar, un humedal es “*toda área terrestre inundada o saturada de agua de manera estacional o permanente*” [2]; que proveen innumerables servicios ambientales tales como regulación y protección contra inundaciones y huracanes, recarga de mantos acuíferos, mejoramiento de la calidad del agua, prevención de la erosión y deslaves, regulación del clima y almacenamiento de carbono, entre otros servicios [3] [4].

Sin embargo, hoy en día existe una reducción del 64% en la superficie total de los humedales existentes en el planeta, con una mayor tasa de pérdida en humedales continentales que en los costeros [5]. Situación aún más crítica para los humedales localizados en zonas áridas y semiáridas del mundo. Entre las principales causas de su reducción están el cambio en el uso de suelo para incrementar la superficie de las ciudades y los campos agrícolas, la sobreexplotación de recursos hídricos y el incremento en el desarrollo de infraestructuras urbanas [4] [6].

Una de las herramientas para evaluar las modificaciones ambientales que suceden en los ecosistemas son los estudios de paisaje, ya que permiten entender cómo cambia el territorio en el tiempo y en el espacio [7] [8]. Se trata por lo tanto, de instrumentos que incorporan los aspectos paisajísticos a la planeación territorial y urbana [7].

A nivel mundial los estudios de paisaje en humedales se han centrado en la cuantificación del cambio en la cobertura de suelo [9] [10], la evaluación de la utilidad del humedal como albergue de vida silvestre [11], la evaluación del riesgo y la vulnerabilidad en el tiempo [12], la elección de los mejores indicadores de cambio en el paisaje de los humedales [13], la relación entre los factores de impacto y las tasas de cambio [14] y la cuantificación de los cambios tanto espaciales como temporales usando sensores remotos [9] [15] [16]. En estos trabajos se trata de entender el efecto que tienen los cambios paisajísticos sobre la biodiversidad, los procesos ecológicos y la función de estos ecosistemas.

En Latinoamérica los estudios de paisaje se han enfocado en realizar revisiones bibliográficas del marco conceptual y metodológico para el estudio de los paisajes de humedales desde el enfoque de la Geo-Ecología [17], identificar los humedales urbanos como ecosistemas estratégicos en la estructura y función del paisaje aledaño [18], clasificar los humedales usando un enfoque paisajístico basado en Sistemas de Información Geográfica [19], y por último, en evaluar el paisaje visual empleando la fragilidad y la capacidad de uso del humedal [20]. Con ayuda de esta información básica es posible iniciar con el diseño de planes de ordenamiento territorial que permitan conservar estos ecosistemas.

En México los estudios de paisaje se han orientado principalmente en los cambios de uso de suelo, la distribución espacial de las especies y la fragmentación del paisaje, tanto de las selvas como de los bosques húmedos [7] [21]. Sin embargo, existen pocos estudios en humedales de zonas áridas [7], donde el impacto de los cambios en el paisaje es diferente que en los ambientes tropicales, ya que depende de las características bióticas y abióticas de cada zona. Es en este sentido que el presente trabajo se enfocó en



aplicar una adaptación de la metodología de los estudios del paisaje usada en la Comunitat Valenciana [22] en el Sistema Lagunar México-Xochimilco-Campestre, un sitio Ramsar localizado en la ciudad de Mexicali, con el fin que éste sea contemplado en la planeación territorial de la ciudad.

### 1.1 Zona de estudio

El municipio de Mexicali presenta un clima seco, desértico, árido, cálido y muy extremo, con una baja precipitación pluvial características típicas del desierto Sonorense [23] [24]. No obstante, en él están ubicados dos humedales importantes registrados como sitios Ramsar: los “Humedales del Delta del Río Colorado” (sitio No. 814) y los “Humedales Remanentes del Delta del Río Colorado” (sitio No. 1822) [3].

Los Humedales Remanentes del Delta del Río Colorado forman un sistema que sigue las líneas de acumulación natural de agua en la zona que originalmente cubría el delta. Sin embargo, las zonas del cauce y del delta del río han sufrido una enorme transformación debido a los procesos de urbanización y al establecimiento del valle agrícola de Mexicali [25]. A estos cambios se suma la baja precipitación pluvial de la región que tiene promedios anuales de 132mm [23] [24]. Por lo que algunos de los humedales pertenecientes al Sistema de Humedales Remanentes del Delta del Río Colorado (SHRDRC) actualmente se encuentran aislados y pueden ser considerados pequeños satélites individuales asociados con áreas mayores que forman el sistema de humedales [26]. Como es el caso del sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre.

El sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre se localiza en la parte sur de la ciudad de Mexicali. (Figura 1). Se integra al subsistema hídrico del Río Nuevo que actualmente funciona

como un dren agrícola de aguas de descarga del Distrito de Riego 014, además de captar agua pluvial [27], [28]. Originalmente este subsistema hídrico era utilizado por el Río Colorado durante sus grandes crecidas para dar salida a su caudal hacia Salton Sea en California, EU [29], [30].



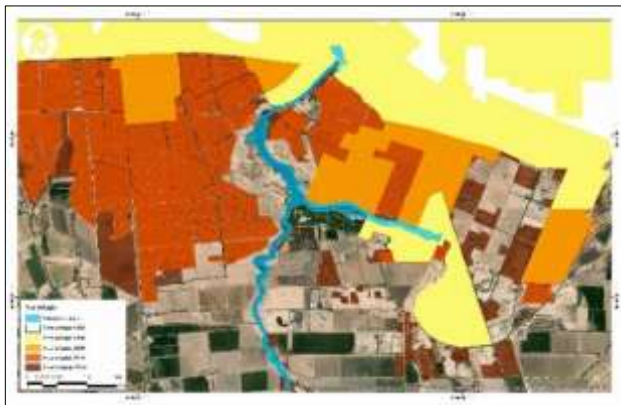
**Figura 1.** Localización del sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre Fuente: Elaboración propia. Con base en ArcGis 10.2.

El sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre en la actualidad no presenta un modelo típico en su morfología, dado que las terrazas que normalmente aparecen en los procesos fluviales no aparecen aquí debido al poco caudal, por lo que las tasas de sedimentación y erosión no tienen un efecto significativo en el cauce principal; por ende, se forman pequeños cantiles que acumulan sedimento, lo que propicia el asentamiento de vegetación asociada como plantas xerófitas y halófitas, así como la formación de zonas húmedas [27], donde muchas especies animales, principalmente aves, utilizan como zonas de descanso, alimentación y anidación.

No obstante que el sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre forma parte del SHRDRC, la zona sur de la ciudad donde se ubica presenta el mayor crecimiento urbano desde 1990. Algunos de los nuevos fraccionamientos se habitaron en un período de tan solo siete años a una tasa de crecimiento



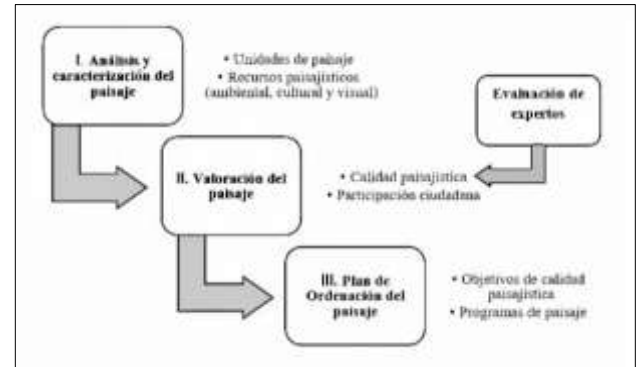
anual del 61%. La tendencia tuvo como resultado la incorporación al desarrollo urbano de una mayor superficie a la proyectada, generando la expansión urbana en esa zona de la ciudad y por lo tanto, la reducción de las áreas de inundación del sistema lagunar [31] (Figura 2). Es por esto que se hace imprescindible considerar al sistema lagunar en la planeación urbana de la ciudad, no solo por ser albergue de una gran biodiversidad, sino por representar una fuente de agua necesaria para el mantenimiento hídrico de una ciudad desértica como Mexicali.



**Figura 2.** Crecimiento de la mancha urbana de Mexicali alrededor del sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre, desde 1970 hasta 2018. Fuente: Elaboración propia. Con base en ArcGis 10.2

## 2. Metodología

Se utilizó una adaptación de la metodología empleada por la Generalitat Valenciana [22], para el sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre, ya que permite valorar los paisajes relevantes con el fin de definir las medidas de protección, gestión y ordenación para preservar estos humedales. Las fases de la metodología se muestran en la siguiente figura (Figura 3):



**Figura 3.** Fases de la metodología aplicada. Fuente: Elaboración propia. Con base en: [22], [32].

En la Fase I. Análisis y caracterización del paisaje, se establecieron las unidades de paisaje usando Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para lo cual se realizó un procedimiento de tratamiento de imagen utilizando ArcGis 10.2, a partir de una imagen LandSat en falso color de la zona de estudio y posteriormente se hizo una clasificación supervisada para delimitar las unidades de paisaje como se presenta en la figura 4. Posteriormente se describieron las unidades de paisaje y finalmente se caracterizaron usando las cualidades del territorio (agua, suelo y vegetación), los recursos paisajísticos ambientales, culturales y visuales, así como los elementos que degradan el paisaje.

En la Fase II. Valoración del paisaje, se evaluó la calidad paisajística de las unidades de paisaje a través de expertos provenientes tanto de la academia como de organizaciones ambientales, que han trabajado e investigado aspectos ecológicos así como las dinámicas sociales que se desarrollan en torno al sistema lagunar. En esta fase se realizaron el análisis FODA y la Matriz de Posición Estratégica y Evaluación de Acción (MPEEA) que permitieron valorar las estrategias de acción producidas en el mismo FODA. También se evaluó la calidad visual de las unidades de paisaje utilizando la metodología BLM (Bureau of Land Management 1980). Se trata de un método indirecto de evaluación de las características visuales básicas de los





componentes del paisaje. Se le asigna un valor a cada componente según los criterios de valoración [33]. Por último, se aplicó una encuesta para conocer la opinión de 114 ciudadanos sobre la calidad visual de las unidades de paisaje; para lo cual se consideró una población de 814,668 habitantes de la ciudad de Mexicali mayores de 18 años, según datos del último censo de 2020 [34].

Se usó la siguiente fórmula para calcular el tamaño mínimo de muestra para una población conocida (1):

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

Donde:

N = población 814,668.

Z = 1.96 para un nivel de confianza del 95%.

p = 0.92 proporción de personas que dijeron conocer las lagunas (encuesta previa).

q = 0.08 proporción de personas que dijeron no conocer las lagunas (encuesta previa).

e = 0.05 error muestral.

En la Fase III. Plan de Ordenación del paisaje, se establecieron los objetivos de la calidad paisajística y los programas de paisaje de las unidades establecidas para el sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre.

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1 Fase I. Análisis y caracterización del paisaje.

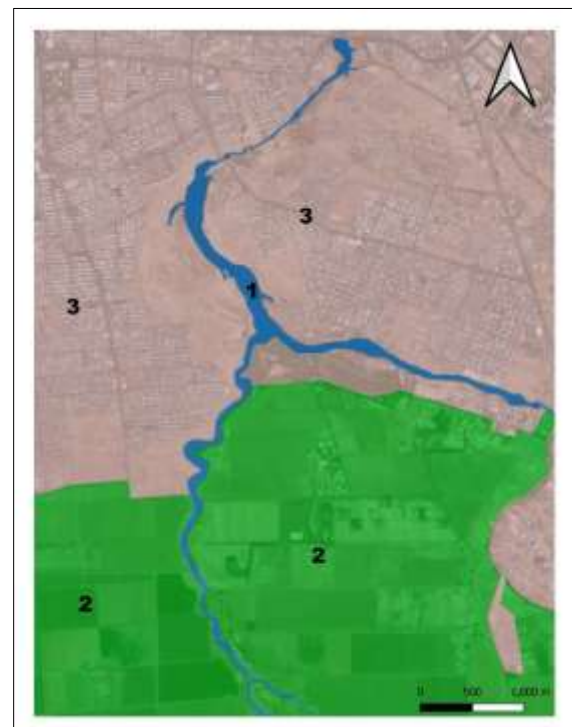
La utilización de imágenes Landsat tiene distintas ventajas frente a otros sensores remotos. Se trata de sensores ampliamente utilizados por distintas áreas del conocimiento. Sin embargo, solo desde hace pocos años sus datos están disponibles de forma libre para toda la comunidad científica [35]. En 2018 todavía se tenía que pagar por alguna imagen de interés;

además de considerar que existan las imágenes disponibles y necesarias para el área de estudio, así como el porcentaje de cobertura de nubes y las fechas específicas de adquisición.

Las imágenes de falso color o RGB (Red, Green and Blue), consisten en la combinación de tres bandas de información para formar una imagen en color [35]. Esta técnica suele emplearse para resaltar vegetación sana, áreas abandonadas, terrenos baldíos o caminos.

#### 3.1.1 Identificación y descripción de unidades de paisaje.

En este apartado se hace una breve descripción de cada una de las unidades de paisaje acotadas en la figura 4. La delimitación adecuada de las unidades de paisaje permite establecer los objetivos de calidad para cada parte del territorio, así como zonificar el suelo no urbanizable [22].



**Figura 4.** Unidades de paisaje caracterizadas. (1) Sistema lagunar, (2) Área agrícola y (3) Periferia urbana. Fuente: Elaboración propia. Con base en QGIS 3.14.



Unidad 1: Sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre. Es la parte central del antiguo cauce del Río Colorado durante sus grandes crecidas hacia EU, desde su desviación en el área agrícola del Valle de Mexicali en la antigua Laguna de los Volcanes [30], hasta encontrarse con el área urbana formando un cauce amplio de baja velocidad con vegetación arbustiva y riparia en los bordes. Está integrada por el cuerpo de agua (1) en la Figura 4.

Unidad 2: Área agrícola. Se trata de una superficie de producción agrícola perteneciente al Distrito de Riego 014 del Valle de Mexicali, compuesta por suelos tipo regosol de alta productividad donde se cultivan principalmente cereales, forrajes y en poca proporción frutales [36]. Está integrada por los campos agrícolas y suelos sin vegetación (2) en la Figura 4.

Unidad 3: Periferia urbana. Es una estructura urbana consolidada ubicada al sur de la ciudad producto de la expansión urbana. Se compone de fraccionamientos de tipo medio y de interés social, algunos aún limitados en dotación de infraestructura urbana, con diversos servicios comerciales e innumerables terrenos baldíos producto del abandono de áreas de cultivo aledañas. Está integrada por áreas residenciales, áreas verdes, zona industrial-comercial, terrenos baldíos y vialidades (3) en la Figura 4.

**3.1.2 Caracterización de las unidades de paisaje (recursos paisajísticos).**

Se establecen en este apartado las características más importantes de cada unidad de paisaje como son: agua, vegetación y suelo. También se enlistan las características que degradan y si existen recursos visuales, culturales y ambientales que destaquen en cada unidad de paisaje.

Unidad 1. Sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre.

**Tabla 1.** Caracterización de la unidad de paisaje. Sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre. Fuente: elaboración propia. Con base en [37].

Cualidades paisajísticas	
Agua	Cuerpo de agua permanente de bordes definidos, con forma bidimensional. Tiene contraste con los alrededores.
Vegetación	Diversidad de especies tanto nativas como exóticas. Forma bidimensional y de bordes definidos.
Suelo	Pendiente suave con cantiles rectos de tamaño variable. Forma bidimensional con bordes definidos, colores ocre.
Elementos que degradan	
Construcciones en los bordes del cauce donde se establece la vegetación riparia.	
Vías de comunicación que fragmentan el cauce del cuerpo de agua.	
Ubicación del centro de transferencia de residuos municipales en el borde del cuerpo de agua.	
Recursos paisajísticos culturales	
Leyenda sobre la existencia de un monstruo que habita la Laguna Xochimilco.	
Recursos paisajísticos ambientales	
Parque residencial en los alrededores de la laguna México (parque Lagos del Sol).	
Utilización del cuerpo de agua para avistamiento de aves y educación ambiental.	
Recursos paisajísticos visuales	
Avistamiento de aves la mayor parte del año.	
Vistas de atardeceres y amaneceres en las orillas del sistema lagunar.	



## Unidad 2. Área agrícola.

**Tabla 2.** Caracterización de la unidad de paisaje. Área agrícola. Fuente: elaboración propia. Con base en [37].

Cualidades paisajísticas	
<b>Agua</b>	No visible, tipo canal, con velocidad predominantemente baja. Forma bidimensional.
<b>Vegetación</b>	Cultivos variados que dependen de la época de siembra, la mayoría estacionales. Vegetación riparia permanente. Forma bidimensional y de bordes definidos.
<b>Suelo</b>	Pendiente suave, se aprecia el contraste con la vegetación por los colores ocre de los terrenos en labranza o abandonados. Forma bidimensional de bordes definidos.
Elementos que degradan	
Basura en los canales de riego.	
Quemas parcelarias.	
Relleno del cauce de agua para ganar terreno agrícola.	
Recursos paisajísticos culturales	
NA	
Recursos paisajísticos ambientales	
Campo de golf que utiliza parte de la Laguna Campestre para su circuito.	
Canteras de recursos pétreos por la carretera federal No. 5 (Mexicali-San Felipe).	
Recursos paisajísticos visuales	
Avistamiento de fauna y flora nativas de la región.	
Vistas de atardeceres y amaneceres.	

## Unidad 3. Periferia urbana

**Tabla 3.** Caracterización de la unidad de paisaje. Periferia urbana. Fuente: Elaboración propia. Con base en [37].

Cualidades paisajísticas	
<b>Agua</b>	Cuerpo de agua permanente de bordes definidos, con forma bidimensional. Tiene contraste con los alrededores.
<b>Vegetación</b>	Pocas especies que quedan restringidas a la zona donde se represó el sistema lagunar.
<b>Actuaciones humanas</b>	Crecimiento urbano en expansión. Tiene una distribución dominante, algunos fraccionamientos están bien conservados, otros están abandonados y/o deteriorados.
Elementos que degradan	
Crecimiento expansivo de los fraccionamientos habitacionales.	
Relleno y azolve de los canales de agua.	
Lotes baldíos que se usan como tiraderos de basura.	
Recursos paisajísticos culturales	
NA	
Recursos paisajísticos ambientales	
Senderos ecológicos en las riberas del sistema lagunar.	
Educación ambiental a grupos escolares que visitan el sistema lagunar.	
Recursos paisajísticos visuales	
Atardeceres y amaneceres.	
Avistamiento de aves.	



## 3.2 Fase II. Valoración del paisaje

### 3.2.1 Evaluación de expertos

Análisis FODA. Se utilizó la matriz FODA con el objetivo de valorar el manejo sustentable del paisaje, ya que permite evidenciar y reflexionar aquellos aspectos tanto positivos como negativos presentes en una organización de cualquier naturaleza [38]. En el caso del manejo y cuidado del paisaje, el análisis FODA permite diagnosticar cuáles son los puntos fuertes en los que se deben basar las estrategias de desarrollo y conservación del paisaje; así como conocer los

puntos débiles que se deben cuidar para evitar su deterioro; además de aprovechar las oportunidades para obtener el máximo rendimiento posible; y evidenciar aquellos riesgos y amenazas que pueden traer consecuencias negativas para el paisaje del sistema lagunar. En la Tabla 4 se presenta la matriz FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) elaborada de las unidades de paisaje caracterizadas del sistema lagunar.

**Tabla 4.** Matriz FODA de las unidades de paisaje Fuente: Elaboración propia.

Factores Internos	Fortalezas		Oportunidades		Factores Externos
	F1	Abundancia de cauces naturales e infraestructuras hidro-agrícolas como espacios históricos y de conservación.	O1	Fomento del turismo ecológico.	
	F2	Importante patrimonio paisajístico-cultural del sistema lagunar y del Valle de Mexicali.	O2	Fomento del turismo alternativo.	
	F3	Mexicali ciudad fronteriza con California, EU.	O3	Incremento de la importancia económica del turismo regional.	
	F4	Cultura popular, paisaje agropecuario con elementos valorados por la población en general.	O4	Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mexicali 2025 (PDUCP Mexicali 2025).	
	F5	Establecimientos rurales para venta y/o degustación de productos agrícolas.	O5	Plan Estatal de Ordenamiento Territorial.	
	Debilidades		Amenazas		
	D1	Existencia de fragmentación urbana que dificulta unión y funcionalidad del territorio.	A1	Incremento de la presión urbana sobre el sistema lagunar.	
	D2	Falta de normatividad municipal y estatal específica e integral sobre humedales.	A2	Fragmentación del paisaje.	
	D3	Baja valoración del sistema lagunar como espacio de riqueza ecológica.	A3	Aumento de la población.	
	D4	Insuficiente aprovechamiento del potencial eco-turístico del sistema lagunar.	A4	Inseguridad.	





El siguiente paso al análisis FODA fue la elaboración de estrategias que tienen su base en los mismos resultados de la matriz. En [38] propone distintas matrices; sin embargo, para el caso de este estudio sólo se usó la Matriz de Posición Estratégica y Evaluación de la Acción (MPEEA) que permite evaluar de forma gráfica cuál es el tipo de estrategia establecida en el sistema lagunar. Para realizarla se siguieron los siguientes pasos:

- Enlistar las Amenazas y las Oportunidades como el eje “x” (Tabla 5).
- Enlistar las Debilidades y las Fortalezas como el eje “y” (Tabla 5).
- Asignar un peso relativo en un rango de cero (irrelevante) a 100 (muy importante) a cada factor enlistado en el eje “x”. El peso otorgado manifiesta la importancia de cada factor, considerando que las oportunidades deben tener más peso que las amenazas. La suma total debe ser 100.
- Asignar un peso entre cero (no importante) hasta 100 (muy importante) a cada factor enlistado en el eje “y”. El peso otorgado expresa la importancia relativa del mismo factor, y el total de todos los pesos en su conjunto deben sumar 100.
- Evaluar cada eje con los valores de acuerdo al peso de cada factor de acuerdo a la Tabla 6.
- Calcular el promedio de los valores para cada integrante del eje “x”.
- Calcular el promedio de los valores para cada integrante del eje “y”.
- Sumar promedios eje “x” para obtener un solo valor para la coordenada “x”.
- Sumar promedios eje “y” para obtener un solo valor para la coordenada “y”.
- Graficar.

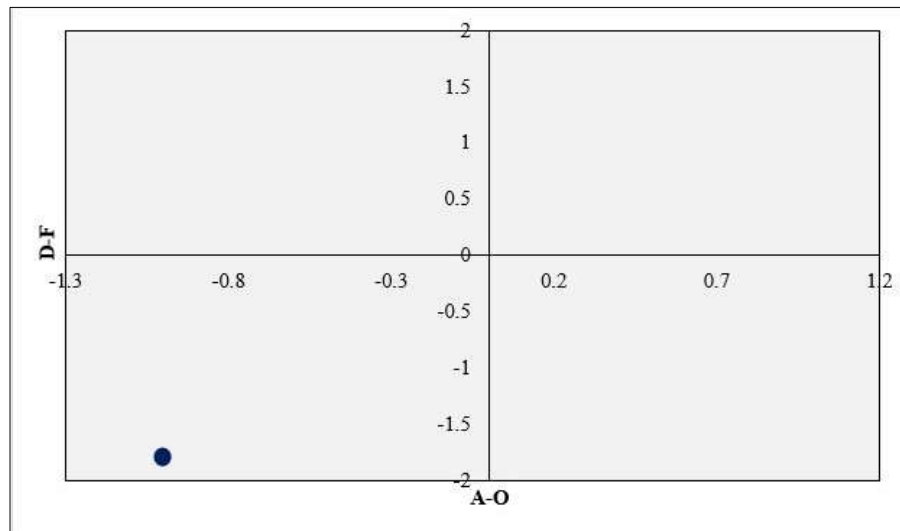
**Tabla 5.** Matriz MPEEA. Fuente: Elaboración propia.

Eje x			Eje y		
Factor	Valor	Calif.	Factor	Valor	Calif
O1	20	6	F1	10	4
O2	18	5	F2	20	6
O3	18	5	F3	5	1
O4	6	2	F4	8	4
O5	6	2	F5	5	1
<b>Promedio O = 4</b>			<b>Promedio F = 3.2</b>		
A1	10	-6	D1	15	-6
A2	10	-6	D2	12	-5
A3	7	-4	D3	15	-6
A4	5	-2	D4	10	-3
<b>Promedio A = -5</b>			<b>Promedio D = -5</b>		
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b><math>\sum(x)</math> =- 1.0</b>	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b><math>\sum(y)</math> =-1.8</b>

**Tabla 6.** Valores de cada eje. Elaboración propia basada en [38].

Eje x		Eje y	
Factores Externos		Factores Internos	
Oportunidades	Amenazas	Fortalezas	Debilidades
+6 mayor	-6 mayor	+6 mayor	-6 mayor
+1 menor	-1 menor	+1 menor	-1 menor

Finalmente se graficó la coordenada obtenida de la matriz MPEEA la que se ubicó en el cuadrante de las estrategias de supervivencia (D-A), las que según [39] son las estrategias más complejas donde se trata de minimizar las debilidades que pueden agravar el impacto negativo de las amenazas. Las Debilidades (eje “y”) más importantes son: la fragmentación urbana, una baja apreciación de la riqueza ecológica del sistema lagunar y la falta de normatividad en cuanto a la protección del paisaje de los humedales; las cuales empeoran el impacto negativo de las Amenazas (eje “x”) como son: el incremento en la presión urbana debido al aumento de la población y la fragmentación del paisaje del sistema lagunar. Por lo que se hace necesario el impulso de la normatividad en la gestión del territorio para lograr la integración del paisaje y por ende, la sostenibilidad del sistema lagunar.



**Figura 5.** Gráfica de la coordenada de la matriz MPEEA. Elaboración propia basada en [38].

### 3.2.2 Calidad paisajística

Se usaron las características físicas y estéticas de las unidades de paisaje que pueden ser medibles como: formas del terreno, vegetación, agua, color, influencia adyacente, contexto escénico, escasez o rareza y modificaciones debido a actuaciones humanas en donde a cada componente se le asigna un puntaje según criterios de valoración establecidos en la metodología BLM y que se presentan en la tabla 7. Se trata de un método indirecto según [41] y [42], aunque [42] considera que el método BLM es más bien un método mixto, debido a que se realiza una evaluación indirecta del paisaje considerando las principales características visuales que lo componen y se les otorga un valor numérico a su calidad visual.

Originalmente el método BLM fue diseñado por el gobierno de EU para evaluar la calidad visual de paisajes montañosos [40], sin embargo ha demostrado su utilidad en diversos escenarios, como lo demuestra su uso para evaluar la calidad

del paisaje en el proyecto Alférez San Marcos en Colombia, donde las unidades de paisaje estudiadas estaban asociadas principalmente a zonas residenciales, turísticas, vías de comunicación infraestructuras urbanas, comerciales, así como canales de riego y producciones agrícolas intensivas y semi-intensivas [43]. O en el trabajo realizado por [40] que usó la metodología BLM para evaluar la calidad visual del paisaje en el frente costero de la ciudad de Ensenada, Baja California. También se utilizó la metodología BLM en [34] para evaluar el impacto visual que causó la explotación minera en el yacimiento Punta Gorda, Moa en Cuba.

En todos estos estudios se muestra la utilidad del método cuando no existe otra metodología específica para la zona de estudio y en donde se necesite evaluar al paisaje debido a la presencia de componentes naturales raros o a la presencia de actividades humanas que degraden o transformen el paisaje.



**Tabla 7.** Criterios y puntaje de evaluación establecidos en BLM [32].

Componente	Características	Valor	Ponderación
<b>Morfología del terreno</b>	Relieve muy montañoso, marcado, prominente.	5	Alta
	Relieve muy montañoso pero no muy marcado ni prominente.	3	Media
	Relieve llano o con colinas suaves, fondos de valles.	1	Baja
<b>Vegetación</b>	Gran variedad de tipos de vegetación.	5	Alta
	Alguna variedad de vegetación.	3	Media
	Poca o ninguna variedad de vegetación.	1	Baja
<b>Agua</b>	Factor dominante, apariencia limpia y clara.	5	Alta
	No dominante en el paisaje.	3	Media
	Ausente o inapreciable.	0	Baja
<b>Color</b>	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes del suelo o entresuelo, vegetación, rocas y nieves.	5	Alta
	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	3	Media
	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.	1	Baja
<b>Contexto escénico</b>	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	5	Alta
	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	3	Media
	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.	0	Baja
<b>Rareza</b>	Único o poco corriente o muy raro en la región. Posibilidad de encontrar fauna y vegetación excepcional.	5*	Alta
	Característico aunque similar a otros en la región.	2	Media
	Bastante común en la región.	1	Baja
<b>Actuaciones humanas</b>	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden desfavorablemente en la calidad visual.	2	Alta
	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas o por modificaciones intensas o extensas.	0	Media
	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica.	-4	Baja

Posteriormente, la sumatoria final determinó la clase de calidad visual por comparación con la

siguiente escala de referencia establecida en la tabla 8:



**Tabla 8.** Clases de calidad visual establecidos en BLM [32].

Clase	Características	Valoración
<b>A</b>	El paisaje es de alta calidad, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	>19 puntos
<b>B</b>	El paisaje es de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región estudiada, y no excepcionales.	12-18 puntos
<b>C</b>	El paisaje es de baja calidad, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	<11 puntos

#### Unidad 1. Sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre



**Figura 6.** Sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre. (Archivo de la autora).

**Tabla 9.** Evaluación de la calidad paisajística del sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre Fuente: Elaboración propia.

<b>PUNTUACIÓN</b>				
	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>	<b>Explicación</b>
<b>Morfología del terreno</b>	5	3	<b>1</b>	Relieve llano pendiente muy suave.
<b>Vegetación</b>	5	<b>3</b>	1	Pocas especies, pero muy diferenciadas.
<b>Agua</b>	<b>5</b>	3	0	Factor dominante. Apariencia tranquila.
<b>Color</b>	<b>5</b>	3	1	Combinaciones variadas entre la vegetación, el suelo y el agua.
<b>Contexto Escénico</b>	5	<b>3</b>	0	El paisaje del fondo incrementa la calidad visual del paisaje (Sierra Cucapáh).
<b>Rareza</b>	<b>5*</b>	2	1	Sistema lagunar dentro de la ciudad con vegetación riparia y presencia de aves.
<b>Actuaciones Humanas</b>	2	<b>0</b>	-4	Modificaciones que reducen la calidad escénica como las construcciones del fondo.
<b>Total:</b>	<b>22</b>			
<b>Calidad visual:</b>	<b>Alta</b>			





Unidad 2. Área agrícola.



Figura 7. Área agrícola en los alrededores del sistema lagunar. (Archivo de la autora).

**Tabla 10.** Evaluación de la calidad paisajística del área agrícola. Fuente: Elaboración propia.

<b>PUNTUACIÓN</b>				
	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>	<b>Explicación</b>
<b>Morfología del terreno</b>	5	3	<b>1</b>	Relieve llano, pendiente suave.
<b>Vegetación</b>	5	<b>3</b>	1	Pocas especies presentes.
<b>Agua</b>	5	<b>3</b>	0	Presencia no dominante.
<b>Color</b>	5	<b>3</b>	1	Variedad de color entre la vegetación y el suelo.
<b>Contexto Escénico</b>	5	<b>3</b>	0	El paisaje del fondo influye moderadamente en la calidad visual del paisaje.
<b>Rareza</b>	5*	<b>2</b>	1	Paisaje similar a otros en la región.
<b>Actuaciones Humanas</b>	2	<b>0</b>	-4	Está afectada por las modificaciones de los cultivos (presencia de cercos) la siderúrgica al fondo y postes de energía eléctrica.
<b>Total: 15</b>				
<b>Calidad visual: Media</b>				



### Unidad 3. Periferia urbana.



**Figura 8.** Fraccionamientos en los alrededores del sistema lagunar (Archivo de la autora).

**Tabla 11.** Evaluación de la calidad paisajística de la periferia urbana alrededor del sistema lagunar. Fuente: Elaboración propia.

<b>PUNTUACIÓN</b>				
	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>	<b>Explicación</b>
<b>Morfología del terreno</b>	5	3	<b>1</b>	Relieve en hondonada, con cantiles altos en los bordes de la laguna.
<b>Vegetación</b>	5	<b>3</b>	1	Pocas especies.
<b>Agua</b>	5	<b>3</b>	0	Factor dominante, apariencia oscura y con poco movimiento.
<b>Color</b>	5	<b>3</b>	1	Combinaciones variadas entre el agua, las construcciones, el suelo y la vegetación.
<b>Contexto Escénico</b>	5	<b>3</b>	0	El paisaje del fondo ejerce influencia en la calidad visual del paisaje (negativo).
<b>Rareza</b>	5*	<b>2</b>	1	Característico de la región.
<b>Actuaciones Humanas</b>	2	0	<b>-4</b>	Está afectado por las construcciones alrededor del cauce y las líneas de electricidad (postes).
<b>Total:</b>	<b>11</b>			
<b>Calidad visual:</b>	<b>Baja</b>			

#### 3.2.3. Participación ciudadana

Es importante involucrar a la ciudadanía en los estudios de paisaje, ya que a partir de la participación ciudadana es posible extraer información acerca de la relación que guarda el sistema lagunar (territorio) y la población sobre aspectos como lugares más frecuentados,

espacios atractivos para visitar, actividades realizadas en el sitio, memoria cultural, entre otros [22].

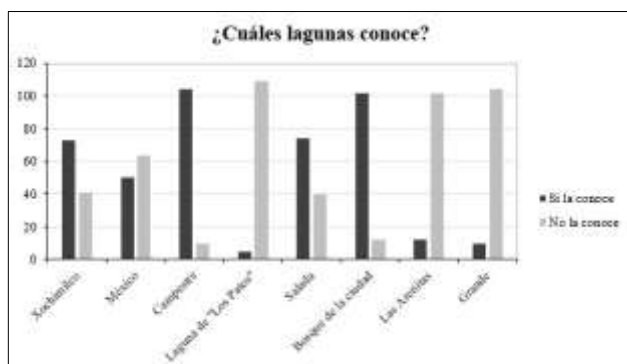
La encuesta aplicada constó de dos partes, la primera estuvo dirigida en recopilar los datos personales del entrevistado, donde la mayoría de los encuestados fueron mujeres (69.29%), con un



rango de edad predominante de 18 a 25 años (60.52%) y con estudios de licenciatura (62.28%). El 70.17% de los encuestados son residentes de la ciudad y el 53.50% tienen viviendo toda su vida en Mexicali.

La segunda parte de la encuesta estuvo dirigida en conocer la percepción y opinión de los entrevistados sobre el sistema lagunar, donde el 77.19% de los encuestados dijo conocer las lagunas que existen en Mexicali. Sin embargo, el 67.54% mencionó que no le agrada lo que ve en ellas y el 92.98% comentó que estaba de acuerdo en que se hiciera un plan para rehabilitar o manejar el sistema lagunar.

Las respuestas de los entrevistados a la pregunta 8 de la encuesta: ¿Cuáles son las lagunas que conoce?, se muestran en la Figura 9:

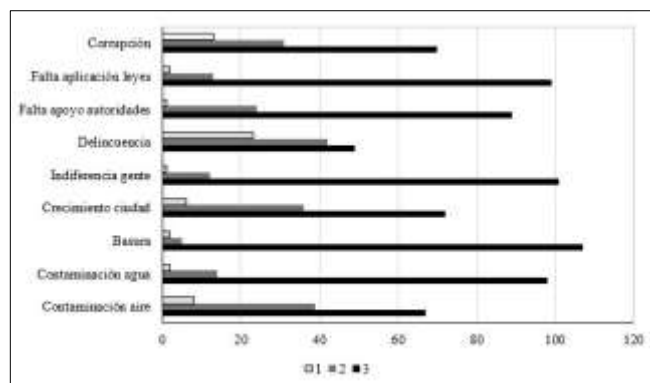


**Figura 9.** Respuestas de los entrevistados a la pregunta 8. Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la figura 9 la laguna más mencionada por los encuestados fue la Laguna Campestre que forma parte del sistema lagunar, seguida por la Laguna del Bosque de la Ciudad, que es una laguna artificial alimentada con agua del canal Wisteria y que se localiza dentro de la zona urbana. En tercer lugar se mencionó la Laguna Salada que se localiza fuera de la ciudad de Mexicali, por la carretera federal No. 2 que conduce a la ciudad de Tijuana. Se trata de un referente histórico para la comunidad indígena Cucapáh, antiguos pobladores de Mexicali,

quienes pescaban en ella durante las crecidas del Río Colorado o durante el periodo de mareas altas del Golfo de California [45]. Actualmente la Laguna Salada está seca debido a las represas construidas por parte de EU en el cauce aguas arriba del Río Colorado. La última laguna en ser mencionada fue la Laguna México, que también forma parte del sistema lagunar. Las lagunas con menores menciones fueron la Laguna de los Patos, la cual es un humedal remanente localizado por la carretera estatal 8 rumbo al poblado de "Los Algodones", seguida por la Laguna Grande y las Arenitas, ambos humedales artificiales localizados rumbo al puerto de San Felipe por la carretera federal No.5.

En la figura 10 se muestran las frecuencias marcadas de las actividades que según los entrevistados generan mayor daño al sistema lagunar. Las actividades señaladas fueron en orden de mención: basura, indiferencia de la gente, falta de aplicación de leyes por parte de las autoridades y contaminación del agua.

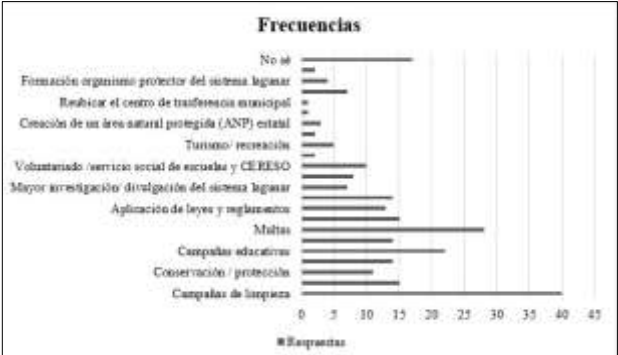


**Figura 10.** Valoración de los entrevistados sobre las actividades que mayor daño causan al sistema lagunar, donde 3 es mucho daño y 1 es nada de daño. Fuente: elaboración propia.

Por último, las respuestas a la pregunta 11 sobre qué acciones propondría como parte del plan de acción para el sistema lagunar se observan en la figura 11 donde las acciones con mayores menciones por parte de los encuestados fueron:



campañas de limpieza, aplicación de mayores multas a quienes destruyan, quemen y/o tiren basura y campañas de educación para concientizar a la población sobre la importancia del sistema lagunar. También se observa que las acciones con mayores menciones pueden clasificarse en aquellas con tendencia a involucrarse directamente en el manejo del sistema lagunar (campañas de limpieza, campañas educativas, voluntariado, servicio social tanto de alumnos de distintos niveles educativos como de internos del CERESO y formación de grupos ciudadanos en los alrededores del sistema lagunar); y aquellas relacionadas a la gobernanza y aplicación de las leyes (exigencia de las autoridades, mayores multas, incrementar la vigilancia en la zona del sistema lagunar, aplicación de la ley y reglamentos y monitoreo continuo).



**Figura 11.** Respuestas de los entrevistados a la pregunta 11. Fuente: elaboración propia.

### 3.3 Paso III. Plan de Ordenación del Paisaje.

#### 3.3.1 Objetivos de Calidad Paisajística

Los objetivos de calidad paisajística son líneas estratégicas de actuación, en las que se definen las aspiraciones que se proyectan hacia un paisaje, tomando en consideración la participación pública [22]. Para establecer los objetivos de calidad paisajística se deben considerar dos aspectos: el valor del paisaje y los conflictos a los que se ve sometido. Los objetivos de calidad para el sistema lagunar se muestran en la tabla 12.

**Tabla 12.** Objetivos de ordenamiento para las tres unidades de paisaje. Fuente: Elaboración propia.

	Sistema lagunar	Área agrícola	Periferia urbana
<b>Descripción</b>	Conservar y mantener el sistema hídrico que alimenta el sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre.	Diversificar las actividades productivas por medio de la introducción de cultivos agrícolas nativos, así como aprovechar los recursos paisajísticos del Valle de Mexicali (ecoturismo).	Regular las actividades residenciales y productivas en el área periurbana respetando el carácter natural y paisajístico de las áreas contiguas a la zona lagunar.
<b>Valor (experto)</b>	22 (alto)	15 (media)	11 (baja)
<b>Objetivo de calidad</b>	Proteger el humedal del sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre	Gestionar la diversificación de las actividades económicas del Valle de Mexicali.	Ordenar la periferia y las áreas de reserva ecológica alrededor del sistema lagunar.





Una de las acciones pertinentes del objetivo de calidad paisajística del sistema lagunar, debe ser respetar la topografía original del sistema lagunar, manteniendo sus elementos naturales más significativos. Entre las formas de cumplir esta acción sería mantener la vegetación existente sana, así como reforestar con especies nativas que permitan incrementar el carácter y la singularidad del paisaje del sistema lagunar.

Como parte del objetivo de calidad paisajística de área agrícola se debe potenciar una zonificación adecuada del suelo no urbanizable, evitando la construcción de nuevos fraccionamientos; así como se deben incluir cultivos agrícolas de especies nativas que potencien la Infraestructura Verde, para mejorar el paisaje de las zonas de transición física y visual entre el sistema lagunar y el área agrícola.

Dentro del objetivo de calidad paisajística de la periferia urbana, se debe priorizar la ubicación de actividades productivas fuera del área del sistema lagunar, respetando los accesos al sistema, así como prohibir las actividades que impacten negativamente la calidad visual del sistema lagunar.

3.3.2 Programas de Paisaje.

Los programas de paisaje consisten en definir una acción prioritaria para cumplir con los objetivos de calidad paisajística planteados [22]. En la tabla 13 se presentan los programas para cada una de las unidades paisaje:

Tabla 13. Programas para cada una de las tres unidades de paisaje. Fuente: Elaboración propia.

	Sistema lagunar	Área agrícola	Periferia urbana
Actuación 1	Elaborar un programa de mejoramiento de calidad de agua.	Elaborar un programa de fomento a las actividades de ecoturismo en el Valle de Mexicali.	Actualizar la normatividad vigente referente a los planes parciales de crecimiento urbano considerando la protección del sistema lagunar.
Actuación 2	Elaborar un programa de limpieza de los cauces que alimentan al sistema lagunar.	Proponer la introducción de cultivos agrícolas nativos del Valle de Mexicali.	Elaborar un plan de ordenamiento ecológico del sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre

4. Conclusiones

El valor más alto de calidad visual en la unidad de paisaje del sistema lagunar concuerda con lo mencionado por [20] para los humedales del río las Cruces, donde la sinergia entre el agua circundante y la vegetación, es extensa. Por otra parte, el valor menor hallado en la unidad de

paisaje de la Periferia urbana coincide con lo expresado en [47], donde los valores mínimos en la calidad visual de las unidades de paisaje corresponden a zonas donde el impacto de las actividades humanas en los ecosistemas es amplio. Al respecto se considera que la zona comprendida entre el sistema lagunar, la zona agrícola y la periferia urbana es donde se da la mayor conversión de suelo natural o rural a suelo



urbano, y donde también se hace patente la falta de integración en los paisajes.

Por lo que la aportación principal de este estudio es ofrecer información inicial en la evaluación de paisajes de humedales en zonas áridas, debido a que la mayoría de los estudios de paisaje que se realizan en México son, sobre todo, en ecosistemas de selvas y bosques húmedos, y muy pocos en humedales.

Con respecto al método BLM, que aunque fue diseñado para paisajes montañosos, tiene como ventaja que disminuye la subjetividad en la evaluación de la calidad visual de las unidades de paisaje, ya que al final se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determina la clase de calidad visual por comparación con una escala de referencia [41]. Como punto en contra, es posible que se termine valorando cosas que podrían no tener nada que ver con la calidad visual o la belleza de un paisaje [48]. Sin embargo, si como lo menciona [40], no se tiene un método específico para evaluar la calidad visual de la zona de estudio, entonces se deben emplear otras metodologías que consideren una evaluación al paisaje visual tanto por sus componentes naturales como por aquellos impactados por el hombre y donde sea posible obtener información cuantitativa y poder analizarla por partes.

De este modo, según [48] el método más adecuado que debe utilizarse para evaluar el paisaje deben considerar: a) un sustento teórico en el que se base, b) aceptar que se tendrá subjetividad en la evaluación, c) incluir la participación ciudadana y de expertos, y d) contar con información cartográfica en SIG que permita realizar modelos predictivos de cambio en el territorio. Todo lo anterior concuerda con el uso de métodos mixtos.

Asimismo, los resultados del análisis FODA indican que existen unidades de paisaje atractivas y con potencial de aprovechamiento, pero éstos tienen restricciones normativas, de actuación y desconocimiento por parte de la población de cómo apropiarse adecuadamente de estas unidades de paisaje. Al respecto, en [47] afirman que si no se realiza una planeación adecuada o no se tienen mecanismos multidisciplinarios para conservar y manejar los recursos naturales, hasta los programas de turismo alternativo y ecoturismo, pueden dañar los ecosistemas que se quieren mantener.

Por último, se observó por medio de la encuesta que es la gente con mayor tiempo de residencia en la ciudad la que conoce y reconoce el mayor número de humedales, conocidas coloquialmente como lagunas, en la ciudad así como sus paisajes. También es la más proactiva en cuestión de las propuestas para mejorar el paisaje de los humedales y del sistema lagunar México-Xochimilco-Campestre. A este respecto, [42] mencionan que a pesar de existir diferencias en la preferencia por ciertos aspectos del paisaje debido a la edad, nivel socioeconómico, nivel educativo o personalidad, existe un consenso entre los encuestados por las características que definen lo natural, así como la presencia de cuerpos de agua y vegetación.

En este sentido, podrían realizarse estudios que evalúen el cambio en el paisaje centrado tanto en el cuerpo de agua, como en la vegetación nativa, así como fomentar las actividades eco-turísticas para que la gente se apropie del sistema lagunar y ayude en su conservación y protección.

## 5. Reconocimiento de autoría

*Mariana Jácome Ibarra:* Conceptualización, validación, análisis formal, recursos, investigación, escritura borrador original, análisis de datos, revisión y edición



borrador. *Oswaldo Leyva Camacho*: validación, revisión y edición borrador, validación de las imágenes SIG. *Gonzalo de la Fuente de Val*: Metodología y revisión borrador.

### Referencias

- [1] "La Convención de Ramsar," 2014. <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-convención-de-ramsar-y-su-misión>.
- [2] S. de la C. de Ramsar, "La Convención de Ramsar," 2014. <http://www.ramsar.org/es/>.
- [3] CONANP, "Los humedales en México," 2012. [http://ramsar.conanp.gob.mx/la\\_conanp\\_y\\_los\\_humedales.php](http://ramsar.conanp.gob.mx/la_conanp_y_los_humedales.php).
- [4] Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, *Los Ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y Agua*. Informe de síntesis. World Resources Institute. Washington, DC, 2005. ISBN 1-56973-597-2
- [5] Ramsar, "Humedales: en peligro de desaparecer en todo el mundo," no. 78, 2006, [Online]. Available: <http://www.ramsar.org>.
- [6] Ramsar, "Servicios de los ecosistemas de humedales. Introducción," Gland, Suiza, 2015. [Online]. Available: [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/services\\_00\\_s.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/services_00_s.pdf).
- [7] V. Arroyo-Rodríguez, C. E. Moreno, and C. Galán-Acedo, "La ecología del paisaje en México: logros, desafíos y oportunidades en las ciencias biológicas," *Rev. Mex. Biodivers.*, vol. 88, pp. 42-51, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.004>
- [8] "Plan general de ordenación urbana de Catarroja (Valencia)," Catarroja, Valencia España, 2011. <https://www.catarroja.es/va/transparencia/instruments-planejament-urbanistic>
- [9] D. Athukorala, R. C. Estoque, Y. Murayama, and B. Matsushita, "Impacts of urbanization on the Muthurajawela marsh and Negombo lagoon, Sri Lanka: Implications for landscape planning towards a sustainable urban wetland ecosystem," *Remote Sens.*, vol. 13, no. 2, pp. 1-22, 2021. <https://doi.org/10.3390/rs13020316>
- [10] B. Mondal, G. Dolui, M. Pramanik, S. Maity, S. Biswas, and R. Pal, "Urban expansion and wetland shrinkage estimation using a GIS-based model in the East Kolkata Wetland, India," *Ecol. Indic.*, vol. 83, pp. 62-73, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.037>
- [11] O. O. Festus, J. Wie, and A. O. Zubair, "Characterizing the landscape structure of urban wetlands using terrain and landscape indices," *Land*, vol. 9, no. 29, pp. 1-25, 2019. <https://doi.org/10.3390/land9010029>
- [12] Z. Li, W. Jiang, W. Wang, Z. Chen, Z. Ling, and J. Lv, "Ecological risk assessment of the wetlands in Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration," *Ecol. Indic.*, vol. 117, p. 106677, Oct. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106677>
- [13] W. Lin, J. Cen, D. Xu, S. Du, and J. Gao, "Wetland landscape pattern changes over a period of rapid development (1985-2015) in the ZhouShan Islands of Zhejiang province, China," *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, vol. 213, pp.



148-159, 2018.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.08.024>

[14] A. J. Liu and G. N. Cameron, "Analysis of landscape patterns in coastal wetlands of Galveston Bay, Texas (USA).", *Landsc. Ecol.*, vol. 16, pp. 581-595, 2001.  
<https://doi.org/10.1023/A:1013139525277>

[15] Y. Li, X. Zhu, X. Sun, and F. Wang, "Landscape effects of environmental impact on bay-area wetlands under rapid urban expansion and development policy: A case study of Lianyungang, China.", *Landsc. Urban Plan.*, vol. 94, no. 3-4, pp. 218-227, 2010.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.10.006>

[16] G. Liu, L. Zhang, Q. Zhang, Z. Musyimi, and Q. Jiang, "Spatio-temporal dynamics of wetland landscape patterns based on remote sensing in yellow river delta, China. 2014, 34," *Wetlands*, vol. 34, no. 4, pp. 787-801, 2014.  
<https://doi.org/10.1007/s13157-014-0542-1>

[17] A. A. A. Martínez, J. M. Rodríguez, and A. Cabrera-Hernández, "Los paisajes de humedales, marco conceptual y aspectos metodológicos para su estudio y ordenamiento," *Mercator*, vol. 13, no. 2, pp. 169-191, 2014.  
<https://doi.org/10.4215/RM2014.1302.0012>

[18] L. A. Cortés-Ballén, "Aproximación al paisaje de los humedales urbanos de Bogotá dentro de la estructura ecológica principal de la ciudad," *Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr.*, vol. 27, no. 1, pp. 118-130, 2017.  
<https://doi.org/10.15446/rcdg.v27n1.60584>

[19] A. Martínez and J. Rodríguez, "Clasificación de humedales con enfoque de paisajes y su aplicación en el caso de la Provincia de Matanzas (Cuba)," *Rev. Electrónica AGB-TL*, 2015, [Online]. Available:  
<http://seer.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/1419>.

[20] A. Muñoz-Pedrerros, J. Moncada-Herrera, and L. Gómez-Cea, "Evaluación del paisaje visual en humedales del Río Cruces, sitio Ramsar de Chile," *Rev. Chil. Hist. Nat.*, vol. 85, no. 1, pp. 73-88, 2012.  
<https://doi.org/10.4067/S0716-078X2012000100006>

[21] V. Arroyo-Rodríguez, C. E. Moreno, and C. Galán-Acedo, "La ecología del paisaje en México: logros, desafíos y oportunidades en las ciencias biológicas," *Rev. Mex. Biodivers.*, vol. 88, pp. 42-51, 2017.  
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.004>

[22] A. Muñoz Criado, "*Guía Metodológica: Estudios de Paisaje*". Valencia, España, p. 158, 2012. ISBN: 978-84-482-5690-2.

[23] "Gobierno del Estado de Baja California," 2014.  
[http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/municipios/mexicali/mexicali.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/municipios/mexicali/mexicali.jsp).

[24] J. Villanueva-Solís, "*Adaptación y mitigación de la isla de calor urbana y la planeación urbana sustentable, el caso de Mexicali, B. C.*," Universidad Autónoma de Baja California, Maestría y Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable, 2015. Tesis Doctorado.  
[http://arquitectura.mx1.uabc.mx/WEB\\_MyDP](http://arquitectura.mx1.uabc.mx/WEB_MyDP)





[DS/files/2015-VILLANUEVA-SOLIS-JORGE.pdf](#)

[25] O. Hinojosa-Huerta and Y. Carrillo-Guerrero, Capítulo: La Cuenca Binacional del Río Colorado, in: "*Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*", 1a edición., C. H. C. Ávalos, Ed. México, DF: INECC, 2010, pp. 180-189. [http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_public=639](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_public=639)

[26] R. Márquez-Huitzil and E. M. Peters-Recagno, "Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) - Versión 2006-2008," México, DF, 2008. <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1822RIS.pdf>

[27] O. Baeza-Herrera, C. Calderón-Aguilera, J. A. Ley-Guing, A. M. González, C. Robles-Cairo, and A. J. Peimbert-Duarte, "Modelo valorativo simple para jerarquizar componentes morfológicos.," In: International Conference Virtual City and Territory. "6to. Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual" 2010. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/12725/01\\_Baeza\\_Calderon\\_Ley\\_Gonzalez\\_Robles\\_Peimbert.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/12725/01_Baeza_Calderon_Ley_Gonzalez_Robles_Peimbert.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[28] H. A. Domínguez-Tapia, "*La legendaria Laguna México Proyecto estratégico de recreación en Mexicali, Baja California*,". Universidad Iberoamericana, Seminario de Investigación. Maestría en Desarrollo Urbano. 2011.

[29] M. A. Samaniego López, "El control del río Colorado como factor histórico: La necesidad de estudiar la relación tierra/ agua," Front. norte, vol. 20, no. 40, pp. 49-78, 2008,

Accessed: Nov. 26, 2018. [Online]. Available: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73722008000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73722008000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

[30] A. Walther Meade, *Origen de Mexicali*, 2a ed. Mexicali, BC. Universidad Autónoma de Baja California, 1991. ISBN: 968-6260-33-1

[31] Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali. IMIP, "Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mexicali 2025," Mexicali, BC, 2007. <http://www.mexicali.gob.mx/transparencia/administracion/plandesarrollourbano/pduc2025.pdf>

[32] A. Muñoz-Criado, "Guía metodológica. Estudios de paisaje," Valencia, 2012. [Online]. Available: <http://www.agroambient.gva.es/es/web/biodiversidad/conselleria-de-infraestructuras-territorio-y-medio-ambiente>.

[33] V. G. de la Fuente, "Unidad III : Métodos de análisis y evaluación visual del paisaje," Mexicali, 2015. Material de clase. Temas selectos de Evaluación del paisaje.

[34] I. Aguilera - Fernández, Y. Batista - Legrá, S. Bastola, and L. Rojas - Purón, "Impacto visual generado por la explotación minera en el yacimiento Punta Gorda, Moa," Minería y Geol., vol. 32, no. 4, pp. 141-159, 2016. <https://www.redalyc.org/journal/2235/223548649010/html/>

[35] Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI), "Censo de población y



vivienda 2020," 2021.  
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html>.

[36] F. Martín-González, F. Carreño Conde, and M. A. De Pablo, "Application of Landsat images (TM and ETM+) in geostructural studies in the NW Iberian Massif," *Cad. do Lab. Xeol. Laxe*, vol. 32, no. 32, pp. 47-62, 2007.  
<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/6335>

[37] INEGI, "Síntesis de información geográfica del estado de Baja California. Apartado 7. Suelos," 2011.  
<https://doi.org/10.1145/2505515.2507827>

[38] V. G. de la Fuente, "Ejercicio práctico. Unidad 12." 2015. Material de clase. Temas selectos de Evaluación del paisaje.

[39] H. Ponce, "La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales," *Contrib. a la Econ.*, p. 16, 2006.  
<https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/00290.pdf>

[40] C. J. Manzano-Hoyos, "Cómo fortalecer el análisis FODA en la formulación de estrategias," *Universidad Nacional Autónoma de México, Maestría y Doctorado en Ingeniería de Sistemas*, p. 86, 2015. Tesis Maestría.  
[https://repositorio.unam.mx/contenidos/como-fortalecer-el-analisis-foda-en-la-formulacion-de-estrategias-94156?c=4XoOWw&d=false&q=\\*. \\*&i=1&v=1&t=search\\_0&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos/como-fortalecer-el-analisis-foda-en-la-formulacion-de-estrategias-94156?c=4XoOWw&d=false&q=*. *&i=1&v=1&t=search_0&as=0)

[41] W. Ruiz-García, "Evaluación de la calidad visual del paisaje en el frente costero de la

*ciudad de Ensenada, Baja California*," Universidad Autónoma de Baja California, Maestría y Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable. 2016. Tesis Maestría.  
[http://arquitectura.mx1.uabc.mx/WEB\\_MyDPDS/files/2016-RUIZ-GARCIA-WENDY.pdf](http://arquitectura.mx1.uabc.mx/WEB_MyDPDS/files/2016-RUIZ-GARCIA-WENDY.pdf)

[42] J. S. Pozo Antonio, "Valoración del paisaje aplicada a la ingeniería de taludes," *Obs. Medioambient.*, vol. 14, no. 0, pp. 41-67, 2011.  
[https://doi.org/10.5209/rev\\_OBMD.2011.v14.37289](https://doi.org/10.5209/rev_OBMD.2011.v14.37289)

[43] C. López-Contreras, A. L. Collantes-Chávez-Costa, S. Barrasa-García, and E. Alanís-Rodríguez, "Bases conceptuales y métodos para la evaluación Visual del Paisaje," *Agrociencia*, vol. 53, no. 7, pp. 1085-1104, 2019.  
<https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1864>

[44] C. Colombiana, "Estudio de impacto ambiental proyecto Alférez San Marcos," Bogotá Colombia, 2018. Reporte técnico.  
<https://1library.co/document/y4mpj1ky-refuerzo-suroccidental-estudio-impacto-ambiental-proyecto-alf%C3%A9rez-marcos.html>

[45] I. Aguilera-Fernández, Y. Batista-Legrá, S. Bastola, and L. Rojas-Purón, "Impacto visual generado por la explotación minera en el yacimiento Punta Gorda, Moa," *Minería y Geol.*, vol. 32, no. 4, pp. 141-159, 2016.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223548649010>

[46] J. Contreras, A. Martín-Barajas, and J. C. Herguera, "Subsidence of the Laguna Salada Basin, northeastern Baja California, Mexico,



inferred from Milankovitch climatic changes," *Geofis. Int.*, vol. 44, no. 1, pp. 103-111, 2005.  
<https://doi.org/10.22201/igeof.00167169p.2005.44.1.554>

[47] A. Muñoz-Pedrerros, J. Moncada-Herrera, and L. Gómez-Cea, "Evaluación del paisaje visual en humedales del río Cruces, sitio Ramsar de Chile Assessment of wetland visual landscape in the Cruces River, Ramsar site of Chile," 2012.  
<https://doi.org/10.4067/S0716-078X2012000100006>

[48] A. Alberto et al., "Los paisajes de humedales, marco conceptual y aspectos metodológicos para su estudio y ordenamiento," *Rev. Chil. Hist. Nat.*, vol. 85, no. 1, pp. 169-191, 2014.  
<https://doi.org/10.4067/S0716-078X2012000100006>

[49] A. Muñoz-Pedrerros, "La evaluación del paisaje: Una herramienta de gestión ambiental," *Rev. Chil. Hist. Nat.*, vol. 77, no. 1, pp. 139-156, 2004.  
<https://doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100011>

Derechos de Autor (c) 2022 Mariana Jácome Ibarra, Osvaldo Leyva Camacho, Gonzalo de la Fuente de Val



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)