

Efectos del crecimiento urbano del Área Metropolitana de Concepción sobre los humedales de Rocuant-Andalién, Los Batros y Lengua¹

Pamela Smith Guerra² y Hugo Romero Aravena²

RESUMEN

El Área Metropolitana de Concepción ha crecido sustituyendo sistemáticamente superficies rurales, naturales y seminaturales –entre ellas los humedales–, por coberturas y usos del suelo urbanos. Mediante análisis y procesamiento digital de imágenes de satélite se evaluaron algunas características ambientales seleccionadas de los humedales, cuya importancia fue luego ponderada a través de una Evaluación Multicriterio, obteniéndose cuatro niveles de calidad ambiental de sus paisajes. Una primera consecuencia del proceso de urbanización sobre los humedales ha sido la reducción cercana al 40% de la superficie que poseían el año 1975. Además, se ha observado un importante proceso de fragmentación de las áreas de Alta Calidad Ambiental del paisaje, localizadas al interior y alrededor de los humedales. Se distinguen dos etapas en el proceso de reemplazo de la superficie de humedales: primero, son sustituidas mayoritariamente por coberturas vegetales, que luego son transformadas en usos de suelo urbano.

Palabras clave: Crecimiento urbano, Área Metropolitana de Concepción, humedales, servicios ambientales, calidad ambiental.

ABSTRACT

The Metropolitan Area of the city of Concepcion (Chile) has grown systematically substituting rural, natural and semi natural covers –among them wetlands- by urban land uses. Through the analysis and digitally processing satellite images, some environmental selected characteristics were evaluated. The relevance of these characteristics was weighted following a Multicriteria Evaluation, classifying four different kinds of landscape quality. The first consequence of the urbanization process has been a 40% reduction in the size of the wetlands and the fragmentation of their higher quality landscapes, located in and around them. Two steps could be distinguished in the disappearance of the wetlands: firstly, a substitution of their prime landscapes by vegetation covers, and secondly, the properly installation of urban uses.

Key words: Urban sprawl or growth, Metropolitan Area of Concepcion, wetlands, environmental services, environmental quality.

¹ Artículo recibido el 13 de marzo de 2008 y aceptado el 24 de junio de 2009.

² Laboratorio de Medio Ambiente y Territorio, Universidad de Chile (Chile). E-mail: pamelasmit@gmail.com; hromero@uchile.cl

El Área Metropolitana de Concepción se encuentra ubicada en la zona litoral de la Región del Biobío, extendiéndose aproximadamente entre las latitudes 36° a 38° Sur. Está formada por diez comunas que, en conjunto, ocupan una superficie de 2.830 km², lo que representa el 9% del total regional. Esta zona alberga alrededor de 900.000 habitantes en las áreas urbanas (INE, 2002), cifra que corresponde a más de la mitad de la población total de la Región del Biobío. El Gran Concepción se ha visto sometido en las últimas décadas a un fuerte aumento de su población, por lo cual también ha aumentado su casco urbano, al que se han anexado comunas vecinas como San Pedro de la Paz y Penco.

El proceso de urbanización se encuentra actualmente en pleno desarrollo en el Área Metropolitana de Concepción (AMC), donde el crecimiento de las ciudades que la conforman ha ido reemplazando, cada vez en mayor medida, las funciones y servicios ambientales prestados por los paisajes formados por coberturas naturales y seminaturales preexistentes, provocando modificaciones que en algunos casos son irreversibles para los ecosistemas que las experimentan.

En el área donde se ubica el AMC existen ecosistemas de mucha importancia y de reconocido valor ambiental a escala global, como son los humedales. RAMSAR, Convención Internacional para la Protección de Humedales (2006), los define en términos hidrológicos, considerando el tipo, origen y profundidad de los cuerpos de agua contenidos. Sin embargo, esta definición no incluye características ambientales como las referidas al estado de la vegetación y la fauna, o bien de los paisajes naturales, que son elementos importantes tanto para su delimitación y caracterización como para los servicios ambientales que prestan.

“La flora y vegetación de humedales se consideran azonales en el sentido de WALTER (1970), ya que ellas no dependen directamente del microclima, sino más bien del anegamiento edáfico, lo que hace que tengan una alta similitud en diferentes lugares de la Tierra, es decir, tienen una distribución cosmopolita” (Ramírez *et al.*, 2002: 270).

En términos ecológicos, los humedales se sitúan entre los ecosistemas biológicamente más productivos, siendo importantes fuentes de diversidad biológica, debido principalmente a que son reservorios de agua, y por lo tanto brindan este elemento vital para las especies, y también porque son responsables de una alta cantidad de productividad primaria, que constituye la base de la cadena trófica sobre la cual se sostienen los organismos vivos. Las funciones ecológicas de los humedales proporcionan beneficios tanto a la propia naturaleza como a las sociedades humanas.

Los humedales ubicados al interior de la ciudad o cercanos a ella, adquieren aún mayor importancia debido a que las funciones y mecanismos naturales de estos ecosistemas deben ser entendidos como servicios ambientales que reportan beneficios directos e indirectos a la humanidad, entre los que se encuentran purificación de aire, regulación microclimática, reducción de ruido, drenaje de aguas lluvias, tratamiento de aguas residuales y oferta de espacios para la recreación (Bolund & Hunhammar, 1999).

A pesar de lo anteriormente mencionado, los humedales son actualmente los ambientes más amenazados por la intervención humana, que los drena, rellena, deseca, destruye su vegetación y contamina sus aguas y sedimentos (Ramírez *et al.*, 2002). Así lo demuestran las cifras entregadas por la Convención RAMSAR (2006), que señala que en el último siglo más de la mitad de la superficie de humedales en el mundo ha desaparecido, quedando alrededor de 600 a 900 millones de hectáreas, de las cuales solo 60 o 70 millones (menos del 10%) se encuentran protegidas.

Los humedales urbanos o aquellos cercanos a las ciudades, tales como los presentes en el Gran Concepción (Figura N° 1), están continuamente sujetos a disturbios antrópicos, como la contaminación, fragmentación del hábitat (Zedler, 1998) y uso recreacional (Anderson *et al.*, 1976). En tanto, Pauchard *et al.* (2005: 274) señalan que “en un área de estudio de 32.000 hectáreas, ha existido una pérdida de 1.734 hectáreas de humedales por urbanización (23% de la superficie original) y 1.417 hectáreas (9%) por trans-

formación en terrenos agrícolas, bosques y cobertura de matorrales, entre 1975 y 2000". Los remanentes de humedales han sido rellenados y usados para localizar desarrollos residenciales y complejos industriales (Pauchard *et al.*, 2005).

La presente investigación pretende contribuir al conocimiento de los efectos ambientales provocados por la urbanización del AMC sobre los ecosistemas de humedales, desde una perspectiva geográfica. El estudio se llevó a cabo a través del análisis de la evolución de la calidad ambiental de los humedales, considerando las variaciones sufridas como consecuencia de los efectos di-

rectos e indirectos causados por la ocupación urbana de sus superficies. Basándose en el concepto de Áreas Sensibles Ambientales (ASA), se definieron áreas de Alta Calidad Ambiental (ACA) al interior de estos ecosistemas, observando sus transformaciones a través del tiempo. Las ASA contienen elementos del paisaje natural, biológico y/o cultural significativos para el funcionamiento del sistema ambiental en su totalidad (Romero y Vásquez, 2005) y se caracterizan principalmente por su alta calidad, por lo que ofrecen servicios de importancia para la salud ambiental de las cuencas, tales como zonas de infiltración y recarga de acuíferos, hábitat para diversas especies biológicas,

Figura N° 1
Ubicación de humedales en el Área Metropolitana de Concepción



Fuente: Elaboración propia.

purificación del recurso hídrico, control de las inundaciones, entre otros.

Metodología

Para la realización de la presente investigación se utilizó información extraída de fuentes bibliográficas y cartográficas, así como también datos e informaciones obtenidos del tratamiento digital de imágenes satelitales Landsat MSS (*multispectral scanner*) y TM (*thematic mapper*), que observan el paisaje en cuatro y siete bandas del espectro electromagnético, respectivamente. Se realizaron análisis multiespaciales y multitemporales para los años 1975, 1990, 2001 y 2004, mediante el empleo de Sistemas de Información Geográfica utilizando los *softwares* ArcView 3.2, Idrisi Andes y ArcGIS 9.0.

La investigación consideró tres humedales del AMC, seleccionados debido a su localización y cercanía a entidades urbanas centrales que han experimentado un importante crecimiento en las tres últimas décadas. Los humedales escogidos han sido afectados de manera diferente por el avance de la urbanización y corresponden a Rocuant-Andalién, Lengua y Los Batros, de norte a sur. Se entendió por humedal no únicamente al cuerpo de agua, sino además al área ocupada por vegetación hidromórfica y a espacios con características edáficas donde predomi-

na la humedad. En cada uno de los humedales estudiados se consideró, además de la superficie que ocupaban el año 1975, una zona de *buffer*, o franja circundante, de 500 metros, que fue considerada en la evaluación de la calidad ambiental. Dicha franja corresponde a la distancia promedio que existía ese año entre los cuerpos de los humedales y el límite urbano.

La estimación de los niveles de Calidad Ambiental del paisaje de los humedales se llevó a cabo a través de la suma de ocho variables ponderadas (Cuadro N° 1), obtenidas para los distintos años de análisis a partir del procesamiento digital de imágenes de satélite y del trabajo sobre la carta base disponible en formato digital. Las cuatro imágenes satelitales utilizadas corresponden al período estival y fueron captadas entre los meses de diciembre y marzo. La ponderación de las variables se llevó a cabo a través de una consulta a ocho expertos, quienes evaluaron la importancia de una variable respecto a las otras, usando para esto los conceptos de Satty (Eastman, 1993). Para el año 1975 no se contó con señal espectral que permita estimar la humedad superficial.

Los pesos de las variables fueron asignados a cada uno de los píxeles (unidades espaciales básicas) que constituyen el área de estudio, obteniéndose cuatro niveles de Calidad Ambiental del paisaje: baja (< prome-

Cuadro N° 1
Pesos asignados a los factores de calidad ambiental de los humedales mediante Análisis Multicriterio

Factor	Año 1975	Años 1990, 2001 y 2004
Humedad del suelo	-	0,121
Verdor	0,17	0,15
Tasas de impermeabilización por usos	0,157	0,1473
Tamaño de los parches vegetales	0,13	0,1043
Distancia a la ciudad	0,152	0,1344
Distancia a los caminos	0,133	0,124
Distancia a los cuerpos de agua	0,125	0,104
Distancia a los cursos de agua	0,133	0,115

Fuente: Elaboración propia.

dio + 1 desviación estándar), media (entre +1 y +2 desviaciones estándar), media alta (entre +2 y +3 desviaciones estándar) y alta (> 3 desviaciones estándar). Se cuantificó el comportamiento espacial y temporal de estas últimas mediante la consideración de los conceptos de fragmentación, proximidad y área núcleo, aportados por la ecología de paisajes (Pauchard *et al.*, 2006).

Paralelamente, se obtuvo los usos y coberturas de suelo del área ocupada por los humedales a través de la fotointerpretación de las imágenes de satélite, comprobándose el retroceso de la superficie de estos ecosistemas a partir del año 1975. Se relacionó espacialmente la calidad ambiental de los paisajes con los usos y coberturas del suelo a través de perfiles o transectos que clasificaron a ambas variables mediante observaciones realizadas desde el centro de los humedales hacia su periferia. Finalmente se calculó la probabilidad de cambio de los usos y coberturas de los suelos aledaños a

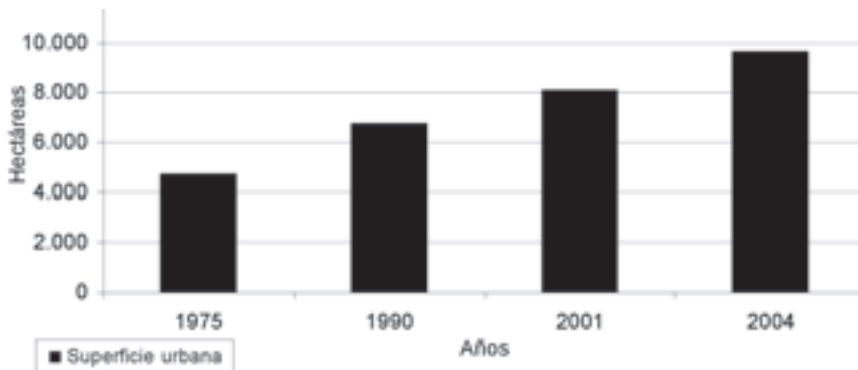
los humedales para los períodos 1975-1990 y 1990-2004, empleando el SIG Idrisi y teniendo como base los datos obtenidos de la interpretación de las imágenes satelitales.

Resultados y discusión

Crecimiento urbano y reemplazo de la superficie de humedales

En 1975 la superficie urbana en el Área Metropolitana de Concepción cubría un total de 4.747,121 hectáreas, que para el año 2004 alcanzaron las 9.661,21 , lo que significó algo más que su duplicación. La tasa anual de crecimiento promedio de las áreas urbanas en el periodo 1975-2004 fue de 204,7 hectáreas. Sin embargo, en los diferentes periodos analizados las más altas tasas de crecimiento se registraron en los periodos 1990-2001 y 2001-2004. La velocidad de expansión urbana de este último periodo superó 4,2 veces a la anterior.

Figura N° 2
 Crecimiento urbano Gran Concepción, período 1975-2004



Año	Superficie total (ha)	Superficie aumentada (ha)	Tasa anual (ha)
1975	4.744,12	-	-
1990	6.763,60	2.016,48	134,43
2001	8.110,20	1.346,60	122,42
2004	9.661,21	1.551,01	517,00
2008	10.249,789	588,579	147,14

Fuente: Elaboración propia.

De las 1.551 hectáreas que se incorporaron a la ciudad entre 2001 y 2004, el 32% correspondió a las comunas de Talcahuano y Concepción (Figura N° 2). El 2008 la superficie urbana superó las 10.000 hectáreas, siendo San Pedro de la Paz la comuna que experimentó un mayor aumento en el período 2004-2008.

Este crecimiento de las superficies urbanas se ha localizado de manera preferencial sobre los humedales, por lo que estos han disminuido progresivamente su superficie, llegando a ocupar en el año 2008 solo el 40% del área que cubrían en el año 1975 (Cuadro N° 2). El ritmo al que han desaparecido los humedales era más bien lento hasta el año 2001, pero la tasa se quintuplicó en el período 2001-2004, lo que en términos absolutos significó que la superficie de humedales se redujera en tan solo tres años en aproximadamente 700 hectáreas (Cuadro N° 2).

El 50% de la superficie perdida por los humedales entre 1975 y 1990 fue cubierta por vegetación dispersa y por espacios con nula o escasa vegetación. Si bien este patrón de sustitución de las coberturas del suelo se observa en todos los períodos, entre 1990 y 2001 aparecen también sitios eriazos dominando en las tierras previamente ocupadas por humedales. Estas últimas son rellenadas o drenadas y pasan a formar parte de paisajes de transición hacia la urbanización, controlados por la especulación, contradictoriamente aumentando su plusvalía económica al mismo tiempo que se deterioran sus condiciones ambientales.

El 33% de las tierras perdidas por los humedales fueron sustituidas por usos urbanos del suelo, proceso que ocurrió sobre todo en el período 1990-2001. Dichos usos urbanos correspondieron a urbanizaciones de alta y baja densidad, predios industriales, áreas verdes y sitios eriazos. Los usos industriales y la urbanización de alta densidad fueron los destinos del suelo que mayormente ocuparon las áreas que formaban parte de los humedales.

Comportamiento espacial y temporal de la Calidad Ambiental del paisaje en los humedales del AMC

En los tres humedales estudiados, las áreas de Alta Calidad Ambiental (ACA) han sufrido una importante disminución. Sin embargo, el proceso de degradación de los paisajes adquirió mayor intensidad en el humedal de Rocuant-Andalién, cuyas ACA ocupaban en 1975 cerca del 40% y en el año 2004 solo el 10% de su área total. Una menor pérdida se registró en el humedal Los Batros, que experimentó una reducción del 20% de sus ACA y, sin embargo, esta siguió siendo la categoría de paisaje que predominaba dicho año.

En el año 1975 la totalidad de los humedales poseían una alta proporción espacial de paisajes clasificados como de alta calidad ambiental, debido a que aún el avance de la urbanización no era tan significativo y se restringía a superficies incorporadas por acreción, sobre los bordes mismos de los límites urbanos. El espacio entonces ubicado entre

Cuadro N° 2
Superficie de humedales y tasa anual de pérdida

Año	Superficie total (ha)	Superficie aumentada (ha)	Tasa anual (ha)
1975	3.855,9	-	-
1990	3.242,1	613,828	40,92
2001	2.757,9	484,151	44,01
2004	2.109,1	648,885	216,295
2008	1.549,729	560,1	140,025

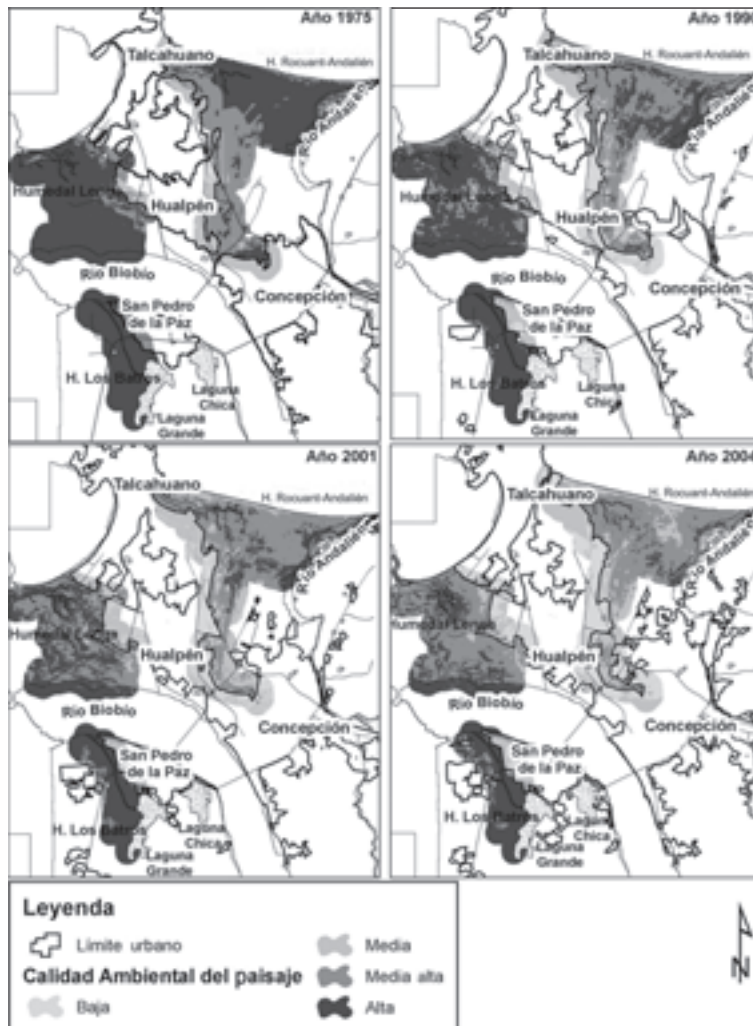
Fuente: Elaboración propia.

la ciudad y los humedales registraba categorías de calidad ambiental media alta (Figura N° 3). Los sectores de calidad ambiental media o moderada en los humedales Rocuant-Andalién y Lengua coincidían con las áreas ya urbanizadas o formaban parte de los sectores costeros. Es importante señalar que para ese año el humedal Los Batros no registraba áreas de calidad ambiental media y baja.

Transcurridos 15 años, es decir al año 1990, la situación con respecto a la cali-

dad ambiental al interior de los humedales en estudio se había vuelto más heterogénea, sobre todo para el caso de los humedales Rocuant-Andalién y Lengua, evidenciando paisajes de baja calidad ambiental, como resultado del avance urbano. Sin embargo, la situación del primero de estos el año 2004 se caracterizaba por el predominio de áreas de calidad ambiental media alta, que ocupaban aproximadamente el 45% de su superficie total, quedando las ACA reducidas a pequeños parches

Figura N° 3
 Evolución espacial y temporal de la calidad ambiental del paisaje en los humedales del AMC entre 1975 y 2004



Fuente: Elaboración propia.

fragmentados que cubrían solo el 5%. Llama la atención cómo en este periodo las áreas de calidad ambiental media baja, que se localizaban al interior del casco urbano, se deterioraron paulatinamente. Por su parte, las áreas de calidad ambiental media baja avanzaron desde el centro de la ciudad a los sectores periféricos ocupados por los humedales.

En el humedal Lengua se mantenía una importante proporción de ACA en sectores interiores, lejanos a las perturbaciones provenientes de las ciudades. Por el contrario, en los territorios cercanos al perímetro urbano aparecían áreas de calidad ambiental media que pasaron de 368 hectáreas en el año 2001 a 300 hectáreas el 2004, dando cuenta de su reemplazo por áreas de baja calidad ambiental.

Por último, en el humedal Los Batros las áreas de calidad ambiental media alta se mantuvieron casi sin cambios en este periodo. Sin embargo, como en los casos anteriores, la urbanización afectó los paisajes explicando la presencia de áreas de calidad ambiental media y baja. Las ACA predominaban en aquellos sectores del humedal que no habían sido ocupados por la ciudad el año 2004.

Áreas de Alta Calidad Ambiental del paisaje: fragmentación y proximidad

Las áreas con Alta Calidad Ambiental del paisaje (ACA) corresponden a aquellas cuyos parches son los de mayor tamaño con respecto a los restantes niveles de calidad, predominando hidrológicamente en ellos la infiltración por sobre la escorrentía de las aguas. Poseen una alta aptitud de uso biológico y ofrecen servicios ambientales significativos, como control de crecidas, hábitat de vida silvestre, recarga de acuíferos, entre otros. El contenido de humedad en el suelo oscila de alto a máximo, al igual que el contenido de biomasa y salud de su vegetación. La gran mayoría de estos terrenos no posee superficies impermeables, brindando excelentes condiciones para la vida silvestre. Se trata de aquellos sitios donde se encuentra el cuerpo de agua y sus áreas aledañas, siendo posible encontrar vegetación hidromórfica de juncos.

La fragmentación es una de las principales manifestaciones espaciales del deterioro ambiental, además de la disminución del tamaño de los parches que constituyen los paisajes de alta calidad de los humedales. Si bien cada vez es mayor el número de parches o pequeñas islas que contienen este nivel ambiental, al mismo tiempo su tamaño es más reducido, situación que afecta el comportamiento funcional de los ecosistemas. Para el año 1975 los humedales Rocuant-Andalién, Lengua y Los Batros poseían 60, 12 y 1 parches, respectivamente, los que en el 2004 habían aumentado su número a 154, 185 y 13. El año 2001 el número de parches llegó a sobrepasar en algunos casos los 200. Sin embargo, entre los años 2001 y 2004 se produjo en los tres ecosistemas una reducción en su cantidad, que se explica por la importante desaparición de aquellos ubicados en los límites de estos ecosistemas.

Por otra parte se calculó la proximidad entre los parches de Alta Calidad Ambiental. La distancia entre los parches de las ACA es fundamental para establecer y llevar a cabo las interacciones espaciales necesarias, en términos de materia, energía e información. Mientras más lejano se encuentre un parche de otro, y por lo tanto, cuanto más extensa sea la matriz que los separa –oponiéndose como una barrera que hay que atravesar y que posee condiciones distintas que pueden resultar adversas para algunas especies y flujos de materia y energía–, menor es la posibilidad de que existan interacciones espaciales entre organismos que compartan los mismos requerimientos pero se encuentren en parches distintos de un sistema.

El comportamiento de la distancia promedio entre los parches es distinto en cada uno de los tres humedales. La condición inicial presentada por el humedal Los Batros corresponde a una situación ideal, debido a la existencia de un único parche, que no sufre interrupciones y está menos expuesto a las perturbaciones externas. Sin embargo, esta situación cambió bruscamente el año 1990. El humedal Lengua ha manifestado una tendencia permanente al aumento paulatino de la distancia entre sus parches, pasando de 40 metros como promedio en el año 1975, a 55 metros, aproximadamente, el año 2004. Por su parte, el humedal Rocuant-

Andalién registró pulsos entre aumentos y disminuciones (Cuadro N° 3).

Relación espacial y temporal entre la calidad ambiental y los usos y coberturas del suelo: caso humedal Rocuant-Andalién

El transecto escogido (Figura N° 4) se extiende en dirección noreste-suroeste, abarcando una distancia aproximada de 4.500 metros desde el punto central del humedal Rocuant-Andalién. El límite de la ciudad para el año 1975 se encontraba a una distancia que no superaba los 500 metros, situación que consecuentemente implicaba una alta incidencia de la ciudad sobre los procesos ambientales, tanto de la matriz natural que se encontraba entre el humedal y la ciudad como del humedal en sí mismo.

A partir del año 1975 la ciudad comienza un proceso de urbanización que avanza en ambos sentidos desde el límite urbano de ese año, hacia el noreste y sureste, proceso que se traduce en la desaparición de las áreas de alta calidad ambiental, incluyendo el humedal, en 1990. También ese año se redujo la superficie ocupada por vegetación dispersa, situada entre los límites del humedal y la ciudad, siendo reemplazada por usos de suelo urbanos, con la consecuente disminución de la calidad ambiental de los paisajes, que pasó de regular a media.

En el año 2001 el proceso de urbanización se intensificó, reduciendo y fragmentando la cobertura del humedal y provocando el completo reemplazo de la vegetación dispersa, previamente contigua a los límites

de este ecosistema. Surgen urbanizaciones de alta densidad, que muestran por primera vez su asociación con una baja calidad ambiental, aumentando para este año, además, la superficie de calidad ambiental media. El área situada al suroeste del límite urbano no presenta mayores variaciones: aquellos usos de suelo urbanos que ocuparon las coberturas naturales entre los años 1975 y 1990 presentaban escasos cambios para el año 2001, con excepción del suelo industrial, cuya superficie aumentó en 100 m² aproximadamente, en desmedro de la cobertura remanente de vegetación dispersa que no había sido aún reemplazada, inserta entre usos de suelo urbanos, tendencia que se mantiene el año 2004.

Para el año 2004, continuaba y se intensificaba la expansión urbana, observándose el reemplazo de las coberturas naturales remanentes que se encontraban contiguas a los nuevos límites de la ciudad, o bien, insertas en su interior. Más específicamente, hacia el noreste del límite urbano, la ciudad se expandió eliminando completamente al humedal. Por otro lado, el sector del humedal que se encontraba contiguo a la ciudad continuó disminuyendo, y los usos de suelo ya existentes se densificaron, provocando una mayor impermeabilización del terreno y el reemplazo de las áreas verdes por sitios eriazos, que se constituyeron como espacios abiertos al interior de la ciudad. Lo anterior produjo un decrecimiento de la calidad ambiental, aumentando los paisajes con índices bajos. Llama la atención que en el punto central del transecto y en el sector próximo a él, la calidad ambiental aumentase.

Cuadro N° 3
 Proximidad en metros de los parches de Alta Calidad Ambiental

Año	Rocuant-Andalién	Los Batros	Lenga
1975	69,19	0,00	40,00
1990	56,49	141,09	48,33
2001	71,71	36,53	47,76
2004	49,80	32,49	55,75

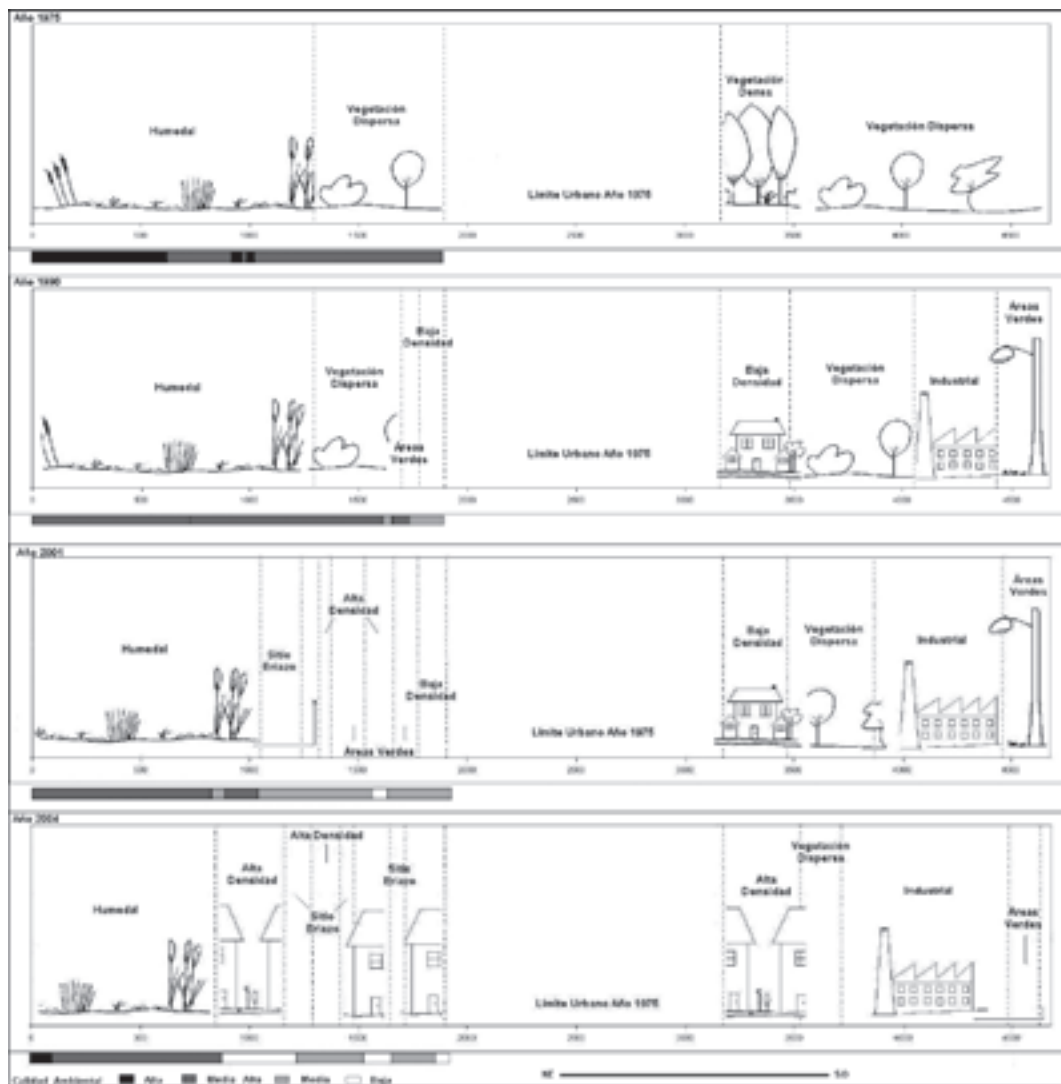
Fuente: Elaboración propia.

Tendencias de cambio en los usos y coberturas de suelo, humedal Rocuant-Andalién

Con los antecedentes anteriores, es posible determinar la existencia de un patrón representativo de la secuencia de cambio de los usos y coberturas de suelos que ha afecta-

do a los humedales del AMC. Si se analiza, por ejemplo, el caso del humedal Rocuant-Andalién, se observa como en una primera etapa (1975-1990) las coberturas que dominaron este proceso de cambio correspondieron a sitios con poca o nula vegetación y cubiertos con vegetación dispersa (Figura N° 5). En este periodo, los terrenos ocupados por el

Figura N° 4
Transecto usos-coberturas, calidad ambiental del humedal Rocuant-Andalién



Fuente: Elaboración propia.

humedal tuvieron una probabilidad de 35% de convertirse en espacios con poca o nula vegetación, un 29% de transformarse en sectores de vegetación dispersa y un 14% de ser urbanizados con bajas densidades.

En el segundo periodo de análisis, entre 1990 y 2004, la transformación de humedales a sectores con poca o nula vegetación siguió siendo la más probable (23%). En cambio, en este lapso las áreas con vegetación dispersa solo ocuparon un 9% de la superficie perdida por los humedales, por lo que su probabilidad bajó a solo el

3%. Los usos industriales y la urbanización de alta densidad sustituyeron en un 55% y 35%, respectivamente, a los sectores de vegetación dispersa.

Es interesante observar como en esta segunda etapa las coberturas naturales fueron principalmente reemplazadas por usos de suelo urbanos. Así ocurrió también con sitios eriazos y áreas verdes, que fueron igualmente ocupados por la ciudad. Ambos casos implicaron modificaciones que resultaron en consecuencias medioambientales aún más severas.

Figura N° 5
 Probabilidad de cambio de los usos y coberturas de los suelos de los humedales del Gran Concepción en los períodos 1975-1990 y 1990-2004



Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones finales

El Área Metropolitana de Concepción ha experimentado, en las últimas décadas, un progresivo crecimiento de su superficie urbana, llegando en el 2004 a superar en más del doble la superficie que poseía en el año

1975. Como en todas las ciudades chilenas estas aceleradas tasas de crecimiento no han respetado áreas que ofertan servicios ambientales, como es el caso de los humedales, bosques y matorrales. Parte importante de este crecimiento urbano se ha llevado a cabo sobre humedales que, como se sabe, constitu-

yen ecosistemas altamente frágiles, que deberían estar destinados a la protección y conservación de la naturaleza. La reducción de la superficie ocupada por los humedales del Gran Concepción ha sido igualmente un proceso sostenido en el tiempo, con un incremento en su velocidad en el último periodo (2001-2004) y se asocia directamente con una disminución de la calidad ambiental de sus paisajes ecológicos. Paradójicamente, en el caso de las ciudades chilenas y debido a la ausencia de planificación ecológica o de ordenamiento territorial, los planes de crecimiento urbano no se compatibilizan con los objetivos ambientales del desarrollo sustentable y, consecuentemente, se expresan en un deterioro gradual, sistemático y persistente de los paisajes naturales, en circunstancias que las ciudades requieren mayores servicios ambientales en la medida que crecen y se desarrollan.

La planificación ecológica y la evaluación ambiental necesitan de un seguimiento cuidadoso de la evolución experimentada por cada ecosistema en particular, para lo cual no existen instituciones encargadas en el país. Si bien la pérdida de áreas de Alta Calidad Ambiental (ACA) ha sido un proceso que ha afectado a los tres humedales analizados y ha significado una reducción significativa o eliminación completa de sus superficies, la intensidad con que se ha dado este proceso ha sido diferente entre ellos. Los Batros era el humedal que menos cambios había experimentado y que el año 2004 poseía una superficie más homogénea en su interior, en la que predominaban las áreas de Alta Calidad Ambiental. Desafortunadamente, esta situación ha cambiado los años recientes y ha debido soportar una importante reducción de sus áreas y un generalizado deterioro de su calidad.

Los humedales Lengua y Rocuant-Andalién han sufrido de forma más intensa la pérdida y el reemplazo de las ACA, por lo que ambos presentan una estructura espacial muy fragmentada, dejando a estas áreas relegadas a numerosos parches para el caso del humedal Lengua, y a una proporción mínima en el caso del humedal Rocuant-Andalién. La fragmentación de los parches de alta calidad ambiental y el aumento de las distancias que hacen disminuir los procesos de

interrelación e integración espacial entre ellos, han ocurrido en función del crecimiento de la ciudad y señalan la indiferencia institucional y social que existe en términos de proteger las áreas que ofertan los mayores servicios ambientales.

Existe una relación espacial entre las secuencias de cambio en los usos y coberturas del suelo y la disminución de los niveles de calidad ambiental de los paisajes de los humedales a través del tiempo. En el año 1975 los terrenos cubiertos por humedales coincidían con los paisajes de más alta calidad ambiental, la que fue disminuyendo a medida que progresaba el avance de los espacios urbanizados. En el año 2001 la ciudad se encontraba contigua al límite de los humedales y las coberturas naturales de vegetación dispersa coincidían con niveles regulares de calidad ambiental. Por su parte, los usos de tipo urbano se asociaban a un nivel medio de calidad ambiental del paisaje, que descendía, en algunos casos, debido a la instalación de áreas residenciales de alta densidad o de predios industriales. El año 2004 los usos urbanos del suelo se asociaban definitivamente con niveles de calidad ambiental media y baja y los humedales habían dejado de prestar servicios ambientales significativos, lo que era más evidente en las áreas ocupadas por usos industriales y por urbanizaciones de alta densidad. Por el contrario, los niveles de alta calidad ambiental se encontraban en una pequeña porción territorial ubicada al interior de las áreas remanentes del humedal, encontrándose parches de regular calidad ambiental en superficies pertenecientes al humedal Rocuant-Andalién.

Este trabajo demuestra dramáticamente la nula consideración de los paisajes naturales más valiosos en una ciudad que no ha logrado comprender la vocación y capacidad de acogida de su territorio ni los servicios ambientales que este le oferta para conseguir una mayor calidad de vida para sus habitantes. Un paisaje topográficamente diverso, controlado por la compleja red de drenaje constituida por caudalosos ríos, innumerables arroyos y humedales, requiere un diseño y gestión territorial *ad hoc*, teniendo a las cuencas como principales articuladores espaciales y ambientales. Para

que ello sea posible, es necesario que exista la Evaluación Ambiental Estratégica de los efectos integrados, sinérgicos y acumulativos producidos por la formulación e implementación de las políticas, planes y programas de desarrollo urbano de las ciudades y metrópolis nacionales, así como el conocimiento científico, la voluntad política y la sensibilidad social que obligue al cumplimiento de los objetivos de conservación y protección de la naturaleza.

Referencias bibliográficas

ANDERSON, J.; HARDY, E.; ROACH, J. & WITMER, R. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Washington D. C.: US Geological Survey, *Professional Paper 964*, 1976.

BOLUND, P. & HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 1999, N° 29, p. 293-301.

EASTMAN, J. *Guía para SIG y procesamiento de imágenes. Manual software Idrisi Kilimanjaro*. Worcester: Clark University, 1993.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). *XVII Censo de Población y VI de Vivienda*. Santiago: INE, 2002.

PAUCHARD, A.; AGUAYO, M.; PEÑA, E. & URRUTIA, R. Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing coun-

tries: the case of a fast-growing Metropolitan Area (Concepción, Chile). *Biological Conservation*, 2005, N° 127, p. 272-281.

PAUCHARD, A.; AGUAYO, M. & ALABACK, P. Cuantificando la fragmentación del paisaje: las métricas y sus significados ecológicos. *Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas*. En: GREZ, A.; SIMONETTI, J. y BUSTAMANTE, R. *Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas*. Santiago: Editorial Universitaria, 2006.

RAMÍREZ, C.; SAN MARTÍN, C. & RUBILAR, H. Una propuesta para la clasificación de humedales chilenos. *Revista Geográfica de Valparaíso*, 2002, N° 32-33, p. 265-273.

DAVIS, T.; BLASCO, D. & CARBONELL, M. *Manual de la Convención de Ramsar: una guía a la Convención sobre los humedales de importancia internacional. Guía a la Conservación de los humedales*. Gland: Oficina de la Convención Ramsar, 2006.

ROMERO, H. & VÁSQUEZ, A. Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile. *Eure*, 2005, vol. XXXI, N° 94, p. 97-117.

ZEDLER, J. & LEACH, M. Managing urban wetlands for multiple uses: research, restoration, and recreation. *Urban Ecosystems*, 1998, vol. 2, N° 4, p. 189-204.