

2.5 Interacciones en el paisaje pedemontano de Mendoza (Argentina): agua, biodiversidad y asentamientos humanos

Gabriela Pastor [0000-0001-5321-4393], Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA) Mendoza, Argentina. gpastor@mendoza-conicet.gob.ar

Solana Tabeni [0000-0003-1510-8084], CONICET, IADIZA. stabeni@mendoza-conicet.gob.ar

Erica E. Scheibler [0000-0001-6802-8702], CONICET, IADIZA. escheib@mendoza-conicet.gob.ar

M. Laura Gomez [0000-0002-5086-9738], CONICET, IADIZA. lgomez@mendoza-conicet.gob.ar

Laura Torres [0000-0002-6389-3550], CONICET, IADIZA. ltorres@mendoza-conicet.gob.ar

Andrea Astié [0000-0002-2539-6772], CONICET, IADIZA. aastie@mendoza-conicet.gob.ar

Resumen - La construcción del hábitat humano en tierras secas se caracteriza por el modo en que se implementa el acceso y uso del agua para acondicionar los asentamientos humanos. La ciudad de Mendoza se localiza en el corazón de las tierras secas del oeste argentino. Desde su fundación en 1561 la expansión urbana se fue desacoplando progresivamente del ecosistema natural para construir otro nuevo: los oasis de regadío. El Área Metropolitana Mendoza comprende tierras irrigadas, tierras no irrigadas, áreas urbanas y rurales con una población de 1.200.000 habitantes aproximadamente. En el marco del diseño de estrategias de renaturalización de los cursos de agua asociados a contextos urbanos que persigue el Proyecto RUN, se propuso profundizar en el conocimiento científico existente para evaluar las posibilidades de diseñar esas estrategias en los espacios asociados a los cursos de agua del piedemonte metropolitano mendocino. A partir de una selección de 50 trabajos generados en los últimos 50 años se analizaron aspectos hidrológicos, geológicos, biológicos, urbanos, arqueológicos e históricos asociados a este territorio. Los resultados indican que existe un importante avance en la producción de conocimiento sobre hábitat humano, biodiversidad y agua, pero también, vacíos significativos para comprender las problemáticas actuales y contextualizar las decisiones que operan sobre el territorio. Se concluye que la

257

desconexión creciente entre los ecosistemas nativos asociados a los cauces de agua requiere de una urgente revisión de su trayectoria futura y una formulación integral de gestión que contemple conjuntamente los riesgos y vulnerabilidades de aspectos ecosistémicos y sociales.

Palabras clave - Río Mendoza, cursos de agua permanentes y temporarios, comunidades biológicas, Área Metropolitana Mendoza

Resumo - A construção do habitat humano em terras secas caracteriza-se pelo modo em que se implementa o acesso e uso da água para condicionar os sentimentos humanos. A cidade de Mendoza está localizada no coração das terras secas do oeste argentino. Desde sua fundação em 1561 a expansão urbana foi desacoplada progressivamente do ecossistema natural para a construção de um outro: o oásis de regadio. A Área Metropolitana de Mendoza compreende terras irrigadas, áreas não irrigadas, áreas urbanas e rurais com uma população de aprox. 1.200.000 habitantes. No quadro do desenho de estratégias de renaturalização de cursos de água associados a contextos urbanos prosseguidos pelo Projeto RUN, propôs-se aprofundar o conhecimento científico existente para avaliar as possibilidades de desenhar essas estratégias nos espaços associados aos cursos de água da zona *piedemonte* metropolitano de Mendoza. A partir da seleção de 50 obras dos últimos 50 anos, foram analisados aspectos hidrológicos, geológicos, biológicos, urbanos, arqueológicos e históricos associados a este território. Os resultados indicam que há avanços significativos na produção de conhecimento sobre habitat humano, biodiversidade e água, mas também lacunas significativas para entender os problemas atuais e contextualizar as decisões que atuam no território. Conclui-se que a crescente desconexão entre os ecossistemas nativos associados aos cursos d'água exige uma revisão urgente de sua trajetória futura e uma formulação de gestão abrangente que considere conjuntamente os riscos e vulnerabilidades dos aspectos ecossistémicos e sociais.

Palavras-chave - Río Mendoza, cursos de agua perenes e temporários, comunidades biológicas, Área Metropolitana de Mendoza

1. INTRODUCCIÓN

En las tierras secas, la construcción del hábitat humano aparece fuertemente asociado al modo en que se ha implementado el acceso y el uso del agua. Un ejemplo de esto se observa en la provincia de Mendoza, Argentina. Se trata de una región altamente dependiente del agua, donde los recursos hídricos de origen nival y glacial cordilleranos son bienes escasos

(Boninsegna y Llop, 2015). Su paisaje, desde el punto de vista productivo, se clasifica en zonas irrigadas y no irrigadas. Las primeras (también denominadas oasis) comprenden áreas urbanas y rurales agrícolas. Las segundas corresponden a áreas rurales, en las que predomina un patrón de asentamiento humano disperso, que coexiste junto a la producción pecuaria, aprovechamiento extractivo y áreas naturales.

La ciudad de Mendoza, capital de la provincia, desde su fundación en el año 1561, fue expandiéndose hacia los cuatro puntos cardinales desacoplándose progresivamente del ecosistema natural para construir uno nuevo, el de los oasis de regadío. Se trata de zonas irrigadas artificialmente por una red de canales que toman sus aguas de los dos ríos más importantes de la región: Río Mendoza y Río Tunuyán. Actualmente el Área Metropolitana Mendoza (AMM) alberga cerca de 1.200.000 habitantes y se extiende sobre un gradiente altitudinal desde los 500 msnm en la llanura hasta los 1500 msnm en el piedemonte de la precordillera de los Andes (Figura 1). Abarca el oasis mencionado, pero también tierras no irrigadas que contienen porciones urbanas, rurales ganaderas y un área natural protegida. En su parte llana, perduran relictos de un ecosistema de humedal que bordeaba la ciudad por el noreste. Mientras que su área montañosa se halla surcada por un conjunto de ríos secos con escurrimientos temporarios sobre los que la urbanización ha avanzado fuertemente en los últimos tiempos.

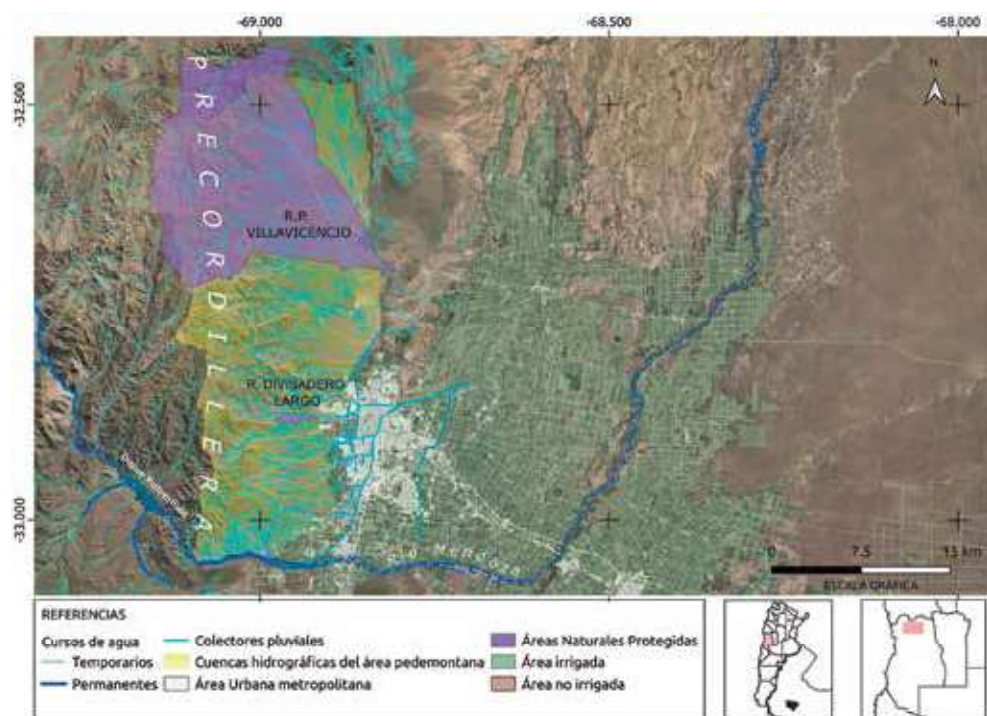


Figura 1: Piedemonte metropolitano Mendoza. Agneni E. y Debandi, H. 2021. Sobre el Sistema de Información Territorial y Ambiental (SIAT).

Teniendo en cuenta que los ecosistemas de montaña desempeñan un rol crucial en la determinación de los climas globales y regionales; son la fuente de la mayoría de los ríos; actúan como origen, barreras y puentes en la evolución y distribución de la biodiversidad de fauna y flora; que sus múltiples servicios ecosistémicos son vitales para la supervivencia y sostenibilidad de muchas sociedades humanas (Perrigo et al., 2020) y comunidades biológicas, se propuso profundizar en el conocimiento científico existente para comprender y evaluar las posibilidades de renaturalización de los espacios asociados a los cursos de agua temporarios o permanentes del piedemonte del AMM. En base al supuesto de que las investigaciones realizadas se hallan atravesadas por posicionamientos situados en la hegemonía de los usos urbanos del territorio, se analizaron las producciones científicas que abordan la problemática de las aguas del piedemonte metropolitano en relación con el hábitat humano, la biodiversidad y la calidad del agua para la vida. El objetivo del presente trabajo fue describir el cúmulo de producciones científicas en los últimos 50 años para identificar las preocupaciones centrales y vacíos de información, así como perspectivas teórico-conceptuales útiles para comprender las relaciones planteadas.

El trabajo se estructura en 4 apartados. Seguido de éste que oficia de introducción, el segundo delimita el área de estudio y pincela algunas de sus particularidades físicas y administrativas, así como la metodología desplegada en el proceso investigativo. El tercero recupera aportes que permiten comprender las tramas históricas que han intervenido en la configuración de este territorio y las particulares miradas que la ciencia ha propuesto respecto de los procesos asociados a la urbanización y la biodiversidad en torno al agua. Por último, las reflexiones finales sintetizan los principales hallazgos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El piedemonte es una estrecha franja que se extiende entre los 800 y los 1500 msnm en contacto con la Precordillera andina, en las provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja en Argentina. Este sistema actúa como nexo entre la Precordillera y la zona de planicie y se comporta como un área buffer entre la llanura y la cordillera de los Andes, dado que amortigua los efectos drásticos que producen los aluviones aislados ladera abajo sobre los asentamientos humanos.

En Mendoza, el piedemonte supera las 100.000 hectáreas y está atravesado por diversas fallas geológicas (Moreiras, 2014), cañadones y ríos estacionales que dan origen a siete subcuencas hidrográficas (de Norte a Sur): 1 - San Isidro, 2 - Divisadero largo, 3 - Papagallos, 4 - Frías, 5 - Maure, 6 - Cerro Petaca, 7 - el Peral, (Vich, 2021). Desde el punto de vista geológico está integrado por depósitos aterrazados con materiales

dominantemente fanglomerados, gravas polimícticas, arenas y limos (Sepúlveda, 2001). Estos niveles se encuentran fuertemente disectados y se interdigitan con los depósitos del cono aluvial de río Mendoza hacia el oriente (Sepúlveda y López, 1998). Es una zona en la que actualmente habitan más de 10.000 familias (INDEC 2010) y que en los últimos 20 años ha experimentado un acelerado proceso de urbanización hacia el Oeste. Desde el punto de vista administrativo se encuentra bajo la tutela de cuatro municipios que a su vez se integran en una unidad de planificación supramunicipal denominada UNICIPIO, que pretende abarcarlos con criterios de articulación metropolitana, aunque todavía con escasos resultados en el ordenamiento y gestión del territorio (Figura 2).



Figura 2. Avance urbano sobre el piedemonte
Fuente: Las autoras, 2021.

El clima en Mendoza es templado continental seco, con una temperatura media anual de 16°C y una precipitación media de 194 mm/año, que en el piedemonte se produce principalmente en verano (Maza et al., 2004). El agua potable, así como la utilizada para riego y generación de energía eléctrica se origina casi exclusivamente a partir de la nieve y de los cuerpos de hielo que se encuentran en las altas cumbres de la Cordillera de los Andes, pudiendo alcanzar los 500 mm/año. En ella, la nieve se acumula como consecuencia de tormentas frontales que alcanzan la región principalmente en el invierno (Boninsegna y Llop, 2015). La red hidrográfica en el piedemonte mendocino está compuesta principalmente por cauces temporarios (Figura 3) que transportan agua durante las precipitaciones de verano, las cuales registran una notoria torrencialidad y eventos de inundaciones en áreas bajas (Vich, 2010).



262

Figura 3. Arroyo San Isidro
Fuente: Las autoras, 2021.

2.2 Metodología

Como punto de partida se contó con el trabajo realizado por Marchionni et al. (2019) orientado a indagar el lugar que ocupa la ruralidad en la producción del conocimiento científico sobre el piedemonte metropolitano. Ese trabajo proveyó un corpus inicial de análisis en un recorte temporal situado entre 1975 y 2017. Luego se amplió la selección y se añadieron trabajos generados desde finales de siglo XIX hasta mediados del siglo XX y los del trienio 2018-2021. La base espacial de análisis contempló una mirada ecosistémica integral que incluyó desde las estribaciones de Villavicencio hacia el norte, hasta el último tramo del piedemonte al sur del Río Mendoza. Sobre esta base espacio temporal se procedió a escoger a Google académico como motor de búsqueda, dado que permite considerar publicaciones tanto en inglés como español, artículos científicos y capítulos de libros. Luego, sobre una primera selección de trabajos se examinaron los contenidos y palabras clave en relación a los títulos. Posteriormente, una tercera aproximación condujo a una selección de documentos en los que se analizaron los textos completos que incluyeron aspectos hidrológicos, geológicos, biológicos, urbanos, arqueológicos, e históricos. Se descartaron todos aquellos documentos que no consideraban algunos de estos parámetros analíticos; también el conjunto de literatura “gris” constituida por informes técnicos, tesis y publicaciones que

no contaran con indicios de calidad suficientes. En síntesis, sobre 29 trabajos iniciales considerados por Marchionni et al. (2019) se incorporaron 21 nuevos aportes: 3 corresponden a publicaciones técnicas pero que por su valor documental primario -fechadas en 1897, 1937 y 1944- se consideraron relevantes. A ellos se sumaron 19 trabajos elaborados entre el 2018 y 2021 totalizando un corpus bibliográfico de 50 publicaciones.

3. RESULTADOS

Conquista urbana del piedemonte: derivas de suelos ricos

La precordillera fue el área que primero se habitó por grupos cazadores y recolectores, debido a sus abundantes recursos naturales. En este sentido, Chiavazza et al. (2007) extienden el poblamiento del piedemonte a unos 3000 años AP y señalan que los asentamientos se establecieron en las proximidades de las quebradas debido a la disponibilidad hídrica. Las evidencias arqueológicas son indicativas de una estrecha vinculación entre vegas y cursos de agua con la explotación de los recursos y la ocupación humana. Señalan que muy probablemente algunos sectores del piedemonte -especialmente las quebradas- podrían haber dado espacio al establecimiento de bases residenciales desde donde acceder a los recursos ofertados a mayores y menores alturas. De especial importancia para los grupos nativos de entonces fueron el agua, las plantas silvestres (entre ellas las formaciones arbustivas de *Adesmia* spp. fuente de calor usada como leña) y la fauna (guanacos, numerosos roedores, varias especies de aves, animales carnívoros).

263

Prieto (1989) reconoce tres periodos en el uso y ocupación del piedemonte. El primero, de ocupación indígena, se caracteriza como de baja intensidad en el uso del ecosistema. El segundo, que comienza en 1561 con la fundación de la ciudad y la instalación española y se extiende hasta el último cuarto del s. XIX (Prieto, 1985). Y el tercero, que inicia a fines del siglo XIX hasta 1960, caracterizado por la definitiva expansión de la urbe sobre el piedemonte (Prieto, 1989). Luego, autores que indagan el presente reconocen otras etapas dentro del s. XX y lo que va del XXI caracterizadas por las nuevas modalidades de expansión de los usos residenciales en el área (Gudiño et al., 2010).

El primer período, de ocupación por grupos huarpes, no implicó un alto impacto en el uso de los recursos del piedemonte, en parte por la baja densidad demográfica, pero también, por el patrón de asentamiento de tipo disperso y las tecnologías que disponían. Más allá del consumo de leña como combustible y del agua con fines agrícolas, el paisaje de aquel entonces se parecía mucho, seguramente, al que encontraron los conquistadores españoles a su llegada a Mendoza (Prieto, 1989). Al inicio del segundo período, la economía de subsistencia de los grupos huarpes es reemplazada por el sistema colonial mercantilista y se produjeron cambios en la estructura productiva (Prieto, 1985, 1989). Fundada por un pequeño contingente de españoles que llegó desde Chile, la instalación de la ciudad de Mendoza aprovechó el sistema de regadío que habían desarrollado estos grupos con las aguas del río Mendoza

para la provisión de agua potable de la naciente ciudad (Ponte, 2005). El movimiento expansivo del grupo conquistador pronto acaparó los mejores terrenos, dotados de manantiales y arroyos y se verificó en el piedemonte un incremento de las presiones asociadas al núcleo urbano y a la instalación de estancias, con la consiguiente introducción de nuevas técnicas de explotación ajenas al ecosistema (Prieto, 1985; 1989). La fauna en ese entonces estaba compuesta por liebres patagónicas, quirquinchos, guanacos y fundamentalmente venados, actualmente extintos. Otro aspecto notable y relevante de mencionar es que el río Mendoza, hacia su parte distal, alimentaba extensas lagunas y bañados (Prieto, 1985) las cuales se encuentran actualmente disecadas o en franco proceso de retracción (Prieto et al., 2008, 2012).

Finalmente, el tercer período de ocupación implica el avance efectivo y definitivo de la ciudad sobre el piedemonte que continúa en el presente. El punto de inflexión se ubica en el año 1896, cuando se comienza a construir el Parque Público del Oeste (hoy Parque General San Martín) que se instala justamente al oeste de la ciudad, más allá del límite de las tierras irrigadas dado por el canal Jarillal. Basado en los principios higienistas de la época y de acuerdo a los cánones estéticos del paisajismo inglés y francés, se introdujeron un conjunto de especies vegetales exóticas (Videla et al., 2017) que requerían riego. Será el “Puesto Lima” el que provea las aguas de la vertiente para regar el nuevo espacio público destinado al ocio urbano (Chiavazza, 2007; Pastor et al., 2020). Es entonces cuando la expansión del núcleo urbano trepa al piedemonte hasta alcanzar “...áreas hasta ese momento casi desiertas” (Prieto, 1989). Esta acción inicial del Estado se consolidará con el paso del tiempo, con la apertura de calles sobre tierras antes destinadas a pastaje, con obras de control aluvional, con la llegada de los primeros basurales, ripieras y “villas inestables” (Prieto, 1989).

En la actualidad, el piedemonte es objeto de interés y disputa de numerosos actores y se encuentra expuesto a un conjunto de presiones sobre el medio natural. Entre las principales se pueden mencionar alteraciones en el paisaje a través de la remoción de suelo, eliminación del estrato vegetal y fauna asociada; crecimiento de asentamientos humanos residenciales urbanos con predominio de enclaves cerrados; proliferación de especies vegetales invasoras; tala indiscriminada de leñosas utilizadas como combustible; extracción de flora nativa y destrucción del hábitat de la fauna silvestre; incendios naturales e intencionales (Vich, 2010) a lo que se suma la dificultad por mantener la producción de alimentos por la población rural (Figura 4) y la cada vez más intensa y extensa práctica de enduro con altísimos impactos socio ambientales negativos (Pastor et al., 2020). En un contexto de cambio climático, donde se observa un aumento en la intensidad de las tormentas (Vich, 2010), junto a la creciente demanda de agua y ocupación del territorio, se prevén impactos negativos a nivel socioeconómico que requieren urgente atención, situación que se complejiza aún más, frente a la falta de estudios hidrogeológicos (Gómez et al., 2021).



Figura 4: Cabras pastando frente a un nuevo enclave residencial urbano.

Fuente: Las autoras, 2020.

Riesgo aluvional y sismicidad

265

Las cuencas ubicadas al oeste del Gran Mendoza, constituyen casos típicos de zonas de muy alta peligrosidad aluvional. Derivada de su localización al pie de la Precordillera Andina en el cono de deyección de varias cuencas aluvionales, la ciudad de Mendoza históricamente ha soportado severas inundaciones. Registros de antiguos documentos y manuscritos de sacerdotes y vicarios jesuitas, también de autoridades de la época, dan cuentas de estos problemas desde el año 1607 (Maza et al., 2004).

El sistema de drenaje pluvial está compuesto por colectores localizados sobre el piedemonte que descargan hacia un colector principal. La capacidad de cada elemento drenante no guarda relación alguna con el papel que debe jugar dentro del sistema. Por ejemplo, la capacidad máxima de conducción del canal principal, denominado Cacique Guaymallén, es de aprox. $250 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, cuando la capacidad total de los canales que a él desaguan supera los $600 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. De esta manera, frente a eventos de lluvia estival de tipo convectivo de gran intensidad, los colectores quedan colapsados en pocos minutos ya que su capacidad se ve rápidamente sobrepasada (Maza et al., 2004).

Sumado a este problema, el drenaje pluvial urbano de Mendoza se ha agravado en los últimos años por la excesiva urbanización especulativa sin adecuación a las condicionantes topográficas y ambientales. Para ello se realizaron grandes movimientos de tierra que modificaron las redes de drenaje natural de las cuencas lo cual produjo alteraciones en las direcciones del flujo de escurrimiento para los que estaba diseñado el sistema de desagües de aguas abajo.

Así, ahora existen canales que reciben muy poco escurrimiento y otros que se encuentran colapsados en su capacidad (Maza et al., 2004) como se ha mencionado.

Además, el piedemonte del AMM coincide con el frente orogénico activo de los Andes (e.g. Moreiras et al., 2014; Toural y Moreiras, 2018; Toural et al., 2019) y constituye la zona de mayor riesgo sísmico de Argentina debido a que allí se concentra la mayor deformación cuaternaria del país (Costa et al., 2000) y se encuentra densamente poblada (INPRES, 1986; Moreiras y Páez, 2015; Moreiras et al., 2021). Si bien la actividad sísmica actual de este sector del piedemonte mendocino es moderada, los rasgos morfométricos de las fallas estudiadas permiten estimar magnitudes elevadas en ciertas estructuras (Moreiras et al., 2014). En este contexto resulta de vital importancia la precisa localización de la sismicidad para luego realizar una confiable asociación con las estructuras de la zona de estudio (Moreiras et al., 2014).

Biodiversidad en ecosistemas pedemontanos

Los sistemas montañosos como la Cordillera de Los Andes están posicionados perpendicularmente a los patrones de circulación atmosférica creando complejos sistemas climáticos y biológicos. Asociado a estas características se encuentra una gran heterogeneidad ambiental que se hace evidente en distintas comunidades en un gradiente altitudinal (Novillo y Ojeda, 2018; Patterson y Costa, 2012). Numerosos estudios reportan evidencias sobre las principales amenazas que las acciones ligadas al avance urbano efectuado desde la segunda mitad del siglo XX, han afectado la biodiversidad de este ecosistema y sus roles fundamentales. Como por ejemplo la protección del suelo a través de la cobertura vegetal, la regulación de crecidas y escorrentía superficial y la producción de oxígeno y fijación de dióxido de carbono, entre otros (Torrejón et al., 2017).

El bioma natural corresponde a la región denominada Desierto del Monte (Morello, 1958). Los sectores occidentales pedemontanos presentan elementos de la flora y fauna característicos de los ecosistemas de altura. Las comunidades vegetales están constituidas por estepas arbustivas de Zigofiláceas que se organizan según pisos altitudinales, donde arbustales de *Larrea cuneifolia* dominan los lugares más secos, hasta una altura de aproximadamente los 1100 msnm. Ésta se encuentra acompañada de especies arbóreas claves en el desierto como *Bulnesia retama* y *Prosopis flexuosa*; los pisos superiores hasta los 1500 mnsn se hallan colonizados por *Larrea* (Roig, 1976; De Marco et al., 1993; Martínez Carretero, 2012). Entre la singularidad de la flora del piedemonte se encuentran comunidades de bromeliáceas que alcanzan aquí el límite austral de su dispersión y cumplen un rol esencial como elemento contenedor de laderas (Alessandro, 1992). En las zonas de laderas por donde transcurren los ríos secos temporarios y sus áreas riparias se localizan comunidades vegetales dominadas por *Eupatorium buniifolium* se que se ubican en pendientes sombreadas, donde la escorrentía superficial esporádica proporciona humedad y desencadena una mayor cobertura y riqueza vegetal (Martínez Carretero, 1999). La degradación del ecosistema por diversos procesos y eventos (Dalmasso et al., 1995; Passera et al., 1996; Méndez, 2006) como tala (Méndez, 2007), incendios (Martínez Carretero,

1984), contaminantes, procesos de urbanización, basurales, extracción de minerales (Drack y Vázquez, 2018), ha ocurrido de forma intensa y prolongada afectando principalmente al piso inferior de *L. cuneifolia* en estrecho contacto con el área urbana. A modo de ejemplo, el impacto en la biodiversidad vegetal en un área desmontada por un evento de urbanización conduce a la pérdida total de las comunidades vegetales (84 especies, 34% de ellas especies endémicas), entre las que se encuentran comunidades asociadas a los cauces de ríos secos temporarios, como bosques riparios de *Acacia furcatispina*, arbustales de *L. cuneifolia* en el interfluvio y vegetación efímera localizada en el lecho del cauce (Méndez, 2007).

El avance urbano sobre el espacio de los ecosistemas naturales genera los dos mayores impactos reportados a nivel mundial que son: la fragmentación del hábitat y la pérdida de conectividad ecológica. El AMM se alinea en este contexto, ya que a pesar de los escasos estudios que reportan la evolución del paisaje urbano en relación al ecosistema de desierto del cual se nutre, las evidencias son suficientemente indicadoras de un creciente desacoplamiento de la matriz nativa del paisaje (Figura 5). El aislamiento progresivo del AMM respecto de los ecosistemas nativos se observa en forma de gradiente creciente desde los bordes hacia el centro del AMM. Así, por ejemplo, la pérdida de cobertura vegetal en el piedemonte a causa de la superficie urbanizada ocurre a una tasa promedio de 1 km por año desde 1986 (Torrejón et al., 2017). La pérdida equivalente en especies animales no se halla documentada suficientemente en estos ecotonos, sin embargo, estudios paleo-ambientales (4000 años Ap) han demostrado que la fauna de mamíferos del piedemonte ha registrado una disminución de su diversidad, riqueza y equitatividad comparado con las comunidades animales actuales (López et al., 2016; López y Chiavazza, 2020; López y Chiavazza, 2021).

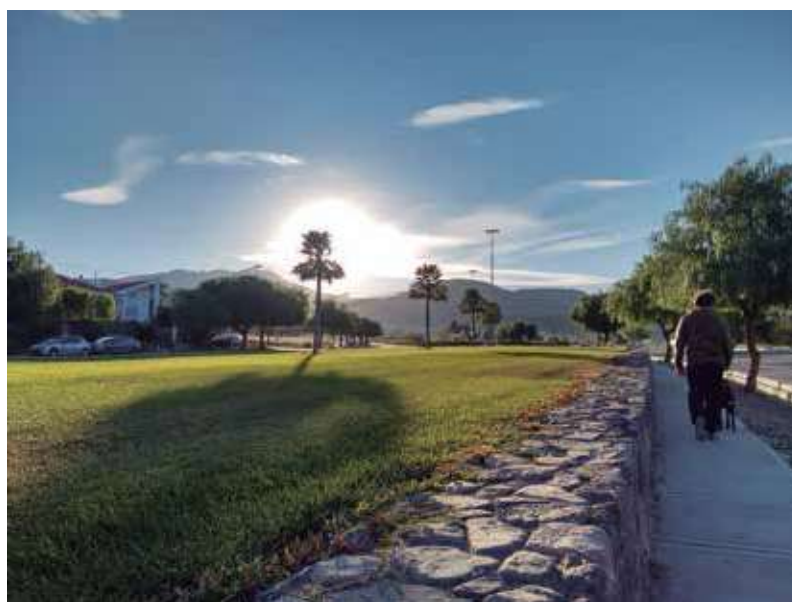


Figura 5. Urbanización por enclaves residenciales. Fuente: Las Autoras, 2020.

Los hábitats pedemontanos albergan interacciones planta-animal claves en desiertos como la dispersión de semillas por aves y mamíferos y la polinización por abejas (Vitale et al., 2020) que aseguran la regeneración de especies arbustivas y arbóreas y sus múltiples funciones como estabilización del suelo, control hídrico y prevención de erosión. Algunas especies de mamíferos del piedemonte como el roedor subterráneo *Ctenomys mendocinus* proporcionan recursos a otras especies a través de la aireación e incorporación de nutrientes al suelo y la germinación y supervivencia de plantas (Madoery, 1993; Rosi et al., 1992; Rosi et al., 1996 a, b; Tort et al., 2004). A nivel de las comunidades animales diversos estudios han enfatizado la importancia de preservar a distintas escalas espaciales los pisos altitudinales del ecosistema de piedemonte, abarcando así la multiplicidad de requerimientos ecológicos de las especies y la riqueza y abundancia que se incrementa en altitudes intermedias (Gonnet y Ojeda, 1998; Novillo y Ojeda, 2018). Desde el punto de vista de los desafíos en conservación, los ecosistemas pedemontanos evidencian la presencia reciente de especies no nativas en sus comunidades. Las invasiones biológicas reportadas incluyen a comunidades de *Rosa rubiginosa* y *R. canina* que ocurren a lo largo de los valles donde la humedad y los nutrientes favorecen su expansión (Mazzolari et al., 2020). La colonización de nuevas áreas por estas especies se ha visto favorecida por interacciones biológicas con aves y mamíferos nativos y exóticos (Bobadilla et al., 2020) que al consumir sus frutos actúan como dispersores de sus semillas.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Los recorridos efectuados en los acápites anteriores revelan la magnitud de los desacoples acontecidos entre el sistema natural y las transformaciones derivadas de la construcción del hábitat humano a través de la urbanización, fundamentalmente residencial, en el piedemonte metropolitano. Proceso que se inició sobre finales del XIX y cuyo devenir fue cobrando mayores bríos en la conquista de nuevos territorios cada vez en cotas más altas impactando de diversa manera en los ecosistemas nativos. Se observa que, frente a la ocupación humana dispersa asociada a las surgentes y quebradas con ríos permanentes y temporarios, los modelos de urbanización recurrieron a formas que hicieron caso omiso a esos tempranos modelos. Pero también lo hicieron frente a los usos rurales, a las condiciones de fragilidad y vulnerabilidad respecto de los movimientos sísmicos y amenazas aluvionales, incluso del carácter del mismo paisaje que traccionó el despliegue de la urbanización residencial.

El análisis de la literatura científica analizada pasa de considerar el agua como insumo relevante para la construcción del hábitat humano, particularmente urbano (Bodenbender, 1897) a constituirse en un componente de las representaciones sociales asociadas al paisaje hídrico (Bernabeu y Martín, 2019). Algunos autores centran sus preocupaciones en relación a la sostenibilidad en términos de comportamiento térmico y energético de las formas construidas (Castillo et al., 2017, 2019, 2020, 2021). Otros, indagan en problemáticas asociadas a casos de pequeña escala como los estudios sobre las explotaciones mineras (Sironi, 2018) o los que

abordan las transformaciones territoriales desde la escala barrial (Molina, 2019; Bernabeu, 2019). Estos hallazgos resultan relevantes ya que parecerían indicar que las problemáticas del hábitat humano que constituyen las preocupaciones científicas actuales se condensan en factores que progresivamente se fueron alejando de las relaciones con los cursos de agua que dieron origen a los patrones de ocupación del suelo. Como aquí se ha explicado, existe un importante avance en la producción de conocimiento sobre el hábitat humano, la biodiversidad y el agua, pero también, se identifican vacíos que resultan significativos no sólo para comprender las problemáticas actuales sino también, para contextualizar las decisiones que operan sobre el territorio. Se advierte además, que los avances en el conocimiento vinculado al hábitat humano encuentran dificultades en su articulación con los emanados de las ciencias que estudian los fenómenos ambientales y biológicos del territorio. En este sentido se observa que las estrategias de conservación de la vida silvestre en sistemas urbanizados son prácticamente inexistentes. Históricamente estos esfuerzos se han concentrado en áreas protegidas por fuera de las áreas metropolitanas, sin corredores o espacios de conexión que aseguren la continuidad y el flujo natural de especies y sus funciones ecológicas a través del paisaje. En particular dos áreas naturales protegidas se localizan en el sector norte del piedemonte mendocino, la Reserva Natural Divisadero Largo (inserta en el AMM) y la Reserva Privada Villavicencio, ambos sitios incluyen recursos hídricos junto a su diversidad florística y faunística como valores de conservación. Si bien la implementación de las áreas protegidas es una estrategia útil para la conservación de la biodiversidad, sería necesario considerar otros aspectos a ser incorporados en la protección de los ecosistemas pedemontanos; como los requerimientos de hábitats de las especies y la permeabilidad de los contextos urbanos y naturales que promuevan la conectividad estructural y funcional del paisaje a escala regional.

Finalmente señalar que frente al estado de situación caracterizado a partir del análisis de la literatura científica y con el fin de avanzar en torno a los vacíos detectados, cabe pensar el diseño de estrategias que permitan mitigar los efectos de la desarticulación entre los ecosistemas nativos y los construidos. Para ello entendemos que se requiere repensar la concepción del territorio y el uso público de los bienes y servicios ecosistémicos que contiene, que permita integrar la bio y sociodiversidad a través de un cambio de rumbo en el proceso de urbanización. La implementación de estrategias de renaturalización del territorio del piedemonte metropolitano del AMM a partir de la conservación de los cuerpos de agua existentes - ya sea temporarios o permanentes- emerge como una posible vía para lograr estos objetivos y favorecer la reproducción de la vida en su conjunto.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alessandro Rodríguez, M. (1992). Carta de la vegetación paranatural de los alrededores de la ciudad de Mendoza: escala 1: 100.000. Boletín de estudios geográficos, 88, 115-151.

Bernabeu, M. M. (2019). La urbanización del agua en el Área Metropolitana de Mendoza. Estudios Sociales Contemporáneos, 21, 176-197.

- Bernabeu, M. M. y Martín, F. (2019). El periurbano recreado. Urbanizaciones cerradas como nuevos híbridos en el paisaje hídrico del Área Metropolitana de Mendoza, Argentina. *Quid 16: Revista del Área de Estudios Urbanos*, (11), 55-85.
- Bobadilla, S.Y., Marchetta, A., Dacar, M.A., Ojeda, R.A. y Cuevas, M.F. (2020). Food habits of European rabbit and its role as seed dispersal of two Mosqueta roses: Facilitation among non-native species in a semi-arid protected area of Argentina? *Biological Invasions*, 22, 1565-1571.
- Bodenbender, G. (1897). El suelo y las vertientes de la ciudad de Mendoza y sus alrededores. *Separata del Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba*, 18:203-264.
- Boninsegna, J. y Llop, A. (2015). Impactos y vulnerabilidad al cambio climático de los principales ríos de Mendoza y San Juan a partir de la evolución de los glaciares cordilleranos. *La economía del cambio climático. CEPAL - Serie Medio Ambiente y Desarrollo*, 161. ISSN 1564-4189.
- Castillo, A. L., Correa, E. N., y Cantón, M.A. (2017). Regulación urbanística de áreas de piedemonte en ciudades latinoamericanas. Análisis crítico de la normativa internacional y el marco regulatorio de la ciudad de Mendoza. *ACE: architecture, city and environment*, 12 (35), 39-70.
- Castillo, A. L., Correa, E., y Cantón, M. (2019). Geomorfología y forma urbana. Comportamiento térmico de distintas tramas en áreas de piedemonte: el caso de Mendoza, Argentina. *EURE (Santiago)*, 45(136), 183-207.
- Castillo, A. L., Correa, E. N. y Cantón, M. A. (2020). Valoración microclimática de propuestas de urbanización sustentable. El caso del piedemonte del área metropolitana de Mendoza. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 24, 41-50.
- Castillo, A. L., Correa, E., y Cantón, M.A. (2021). Impacto del diseño de modelos urbanos públicos y privados sobre la respuesta térmica del sector de piedemonte. El caso del Área Metropolitana de Mendoza, Argentina. *Cuaderno urbano*, 30(30), 161-191.
- Chiavazza, H., Frías, C., Puebla, L., Acosta, A. (2007). Cazadores Recolectores Del Piedemonte Mendocino En El 3.000 Ap (Puesto Lima, Quebrada de Papagayos). *Anales de Arqueología y Etnología*, 61-62, 203-243. <http://bdigital.uncu.edu.ar/9302>
- Costa, C. H., Gardini, C. E., Diederix, H. y Cortés, J. M. (2000). The Andean orogenic front at Sierra de Las Peñas-Las Higueras, Mendoza, Argentina: *Journal of South American Earth Sciences*, 13(3), 287-292.
- Dalmasso, A. D., Colomer, J. S., Diblasi, A. M. y Borsetto, O. (1995). Dieta del caprino en el piedemonte de los Andes, Mendoza, Argentina. *Multequina*, 4, 17-28.
- De Marco, G., Roig, F.A. y Wuilloud, C. (1993). Vegetación del piedemonte andino en el centro oeste de Mendoza (68°32'-69°22' de Long. W y 33°42'-34°40' de Lat. S) *Multequina*, 2, 201-241.
- Drack, J. M. E. y Vázquez, D. P. (2018). Morphological response of a cactus to cement dust pollution. *Ecotoxicology and environmental safety*, 148, 571-577.
- Gómez, V., Faggi, A. y Martínez Carretero, E. (2021). Influencia de la urbanización en la similitud y homogeneización biótica de áreas céntricas y del piedemonte circundante a la ciudad de Mendoza. *V Workshop Red Iberoamericana de Observación Territorial* ISSN 2314-1093.
- Gonnet, J. M. y Ojeda, R.A. (1998). Habitat use by small mammals in the arid Andean foothills of the Monte Desert of Mendoza, Argentina. *Journal of Arid Environments*, 38, 349-357.
- Gudiño, M. E. et al. (2010). Expansión urbana hacia la zona oeste del Gran Mendoza. En: Vich, A. y Gudiño, M.E. (Editores). *Amenazas naturales de origen hídrico en el centro-oeste árido de*

Argentina. Diagnóstico y estrategias para su mitigación y control en el Gran San Juan y Gran Mendoza (Cap 11: 211-231). San Juan, Fundación Universidad de San Juan.

INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2010). Censo Nacional de Población y Vivienda.

INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica). (1986). Características principales del sismo del 26 de enero de 1985. Publicación técnica N° 11, Instituto Nacional de Prevención Sísmica, 43 p.

López, J. M., Chiavazza, H. y Rosi, M. I. (2016). Small mammal remains recovered from two archaeological sites in northwestern Mendoza (Late Holocene, Argentina): Taxonomic composition, taphonomic issues and paleoenvironmental implications. *Quaternary International*, 391, 26-37.

López, J. M. y Chiavazza, H. (2020). Micromamíferos recuperados en sitios arqueológicos de precordillera en los Andes del Centro-Occidente Argentino (Holoceno tardío): Aspectos tafonómicos y paleoambientales. *Latin American Antiquity*, 31, 409-429.

López, J. M. y Chiavazza, H. (2021). Ancient wetlands in the arid environments of Central Western Argentina: a palaeoecological perspective based on archaeological small mammal remains. *Journal of South American Earth Sciences*, 106, 103023.

Madoery, L. (1993). Composición botánica de la dieta del tuco-tuco (*Ctenomys mendocinus*) en el piedemonte precordillerano. *Ecología Austral*, 3, 49-55.

Marchionni, F., Torres, L., Pastor, G. y Agneni, E. (2019). Orden y desorden territorial: discusiones de la ciencia en los bordes del campo y la ciudad. *Revista Quid*, 16 (40), 244-268.

Martínez Carretero, E. (1984). El incendio de la vegetación en la Precordillera mendocina III. Los pastizales disclimáticos de la Quebrada de Villavicencio. *Parodiaria*, 3, 175-183.

Martínez Carretero, E. (1999). Saxicolous and riparian vegetation of a piedmont in central-western Argentina. *Journal of Arid Environments* 42, 305-317.

Martínez Carretero, E. (2012). La Vegetación del Piedemonte de la Precordillera de Mendoza y San Juan. En: Amenazas naturales de origen hídrico en el centro-oeste árido de Argentina. (Vich, I.A. y M. E. Gudiño Eds.) p. 111-122. Editorial Fundación Universidad Nacional de San Juan.

Maza, J., Burgos, V., López, P. y Benegas V. (2004). Sustentabilidad hidrológica de urbanizaciones en pedemonte. Informe Técnico INA. IT N° 51-CRA.

Mazzolari, A. C., Millán, E. N., Bringa, E. M. y Vázquez, D. P. (2020). Modeling habitat suitability and spread dynamics of two invasive rose species in protected areas of Mendoza, Argentina. *Ecological Complexity*, 44:100868.

Méndez, E. (2006). *Opuntia sulphurea*, un indicador de sobrepastoreo en matorrales de *Larrea divaricata*. Oeste de Mendoza (Argentina). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 1, 27-34.

Méndez, E. (2007). Pérdidas de biodiversidad vegetal en ambientes de cerrilladas pedemontanas de Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 1, 107-116.

Molina, E. E. (2019). Proceso de construcción territorial del barrio Flores Oeste. *Estudios Sociales Contemporáneos*, 21, (12), 163-175.

Moreiras, S., Giambiagi, L., Spagnotto, S., Nacif, S., Mescua, J. y Toural, R. (2014). Caracterización de fuentes sismogénicas en el frente orogénico activo de los Andes Centrales a la latitud de la ciudad de Mendoza (32°50'-33° S). *Andean Geology*, 41(2), 342-361.

- Moreiras, S. M. y Páez, S. M. (2015). Historical damage and earthquake environmental effects related to shallow intraplate seismicity of Central Western Argentina. *Geological Society of London*, 399, 369-382.
- Moreiras, S. M., Toural Dapoza, S., Junquera Torrado, S., Gomez, L., Euillades, P., y Lenzano, L. (2021). Deformación cuaternaria en el piedemonte mendocino (32° 50' S), Argentina. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 73(2), A160221.
- Morello, J., (1958). La provincia fitogeográfica del Monte. *Opera Lilloana*, 2, 1-155.
- Novillo, A. y Ojeda, R. A. (2018). Ecological biogeography of small mammal assemblages in the central Andes of Argentina. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat.*, 20, 137-149.
- Pastor, G., Torres, L. y Marchionni, F. (2020). Paisajes y fronteras de ruralidades metropolitanas de Mendoza (Argentina). *Andamios*, 17(44), 227-244.
- Passera, C. B., Allegretti, L. I., Borsetto, O. (1996). Respuesta de la vegetación excluida al pastoreo en una comunidad de *Larrea cuneifolia* del piedemonte mendocino. *Multequina*, 5, 25-31.
- Patterson, B. D. y Costa, L. P. (2012). Introduction to the history and geography of Neotropical mammals. En B. D. Patterson & L. P. Costa (eds). *Bones, Clones and Biomes. The History and Geography of Recent Neotropical Mammals*, pp. 1-50. The University of Chicago Press.
- Perrigo, A., Hoorn, C. y Antonelli, A. (2020). Why mountains matter for biodiversity. *Journal of Biogeography*, 47, 315-325.
- Ponte, R. (2005). De los caciques del agua a la Mendoza de las acequias. Cinco siglos ed historia de acequias, zanjones y molinos. Ediciones Ciudad y Territorio. INCIHUSA – CONICET, Mendoza, Argentina.
- Prieto, M. del R. (1985). Relación entre clima, condiciones ambientales y asentamientos humanos en la provincia de Mendoza en los siglos XVI, XVII y XVIII. *Revista de Historia de América*, (100), 79-118. <http://www.jstor.org/stable/20139571>.
- Prieto, M. D. R. (1989). Historia de la ocupación del espacio y el uso de los recursos naturales en el piedemonte de Mendoza. En: Roig, F. Detección y control de la desertificación. Conferencias, trabajos y resultado del Curso Latinoamericano. (139-153). CONICET-IADIZA-CRICYT. Mendoza, Argentina.
- Prieto, M. D. R., Abraham, E. y Dussel, P. (2008). Transformaciones de un ecosistema palustre. La gran ciénaga del Bermejo-Mendoza, siglos XVIII y XIX. *Multequina*, (17), 147-164.
- Prieto, M. del R., Rojas, F., Castrillejo, T. y Hernández, F. (2012). Procesos ambientales y construcción del territorio a partir de un estudio de caso. *Revista de historia americana y argentina*, 47:1-29.
- Roig, F. A. (1976). Las comunidades vegetales del piedemonte de la precordillera de Mendoza. *Ecosur*, 3, 1-45.
- Rosi, M. I., Scolaro, J. A. y Videla, F. (1992). Distribución y relaciones sistemáticas entre poblaciones del género *Ctenomys* (Rodentia, Ctenomyidae) de la provincia de Mendoza (Argentina). *Miscellanea Zoologica*, 207-222.
- Rosi, M. I., Puig, S., Videla, F., Cona, M. I., Roig, V. G. (1996 a). Ciclo reproductivo y estructura etaria de *Ctenomys mendocinus* (Rodentia, Ctenomyidae) del Piedemonte de Mendoza, Argentina. *Ecología Austral*, 6, 87-93.
- Rosi, M. I., Cona, M. I., Puig, S., Videla, F. y Roig, V. G. (1996 b). Size and structure of burrow systems of the fossorial rodent *Ctenomys mendocinus* in the piedmont of Mendoza province, Argentina. *Z. Säugetierkunde*, 61, 352-364.

- Sepúlveda, E. y López, H. (1998). Descripción geológica de la Hoja 3369-II Mendoza, provincia de Mendoza. Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), Boletín 252, 75. Buenos Aires.
- Sepúlveda, E. (2001). Hoja Geológica 3369-II. Mendoza, provincias de Mendoza y San Juan. Servicio Programa de Cartas Geológicas de la República Argentina. Esc. 1:250.000. Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR).
- Sironi, O. H. (2018). Arqueología industrial en mina "La Atala" (Reserva Natural Divisadero Largo, Mendoza). Revista de Arqueología, Histórica Argentina y Latinoamericana, 12 (3): 835-861.
- Torrejón, A., López, C. A., Lo Vecchio, A. y Lenzano, L. E. (2017). Evolución temporal de la cubierta vegetal en el piedemonte mendocino en contraste con la expansión urbana (1986-2017). Jornadas Cuyanas de Geografía, Mendoza.
- Tort, J., Campos, C. M. y Borghi, C. E. (2004). Herbivory by tuco-tucos (*Ctenomys mendocinus*) on shrubs in the upper limit of the Monte desert (Argentina). Mammalia, 68, 15-21.
- Toural-Dapoza, R., Moreiras, S.M. (2018). Aplicación de índices geomorfológicos en el piedemonte neotectónicamente activo de Mendoza (32°S). GeoActa, 42(2), 45-63.
- Toural-Dapoza, R., Moreiras, S.M., Euillades, P. y Balbarini, S. (2019). Geomorphologic index validation by DINSAR technique in the Andean orogenic front (32° - 33°S). Quaternary International, 512, 35-44.
- Vitale, N., Torretta, J. P., Durante, S., Basilio, A. y Vázquez, D. P. (2020). Similarities and differences in the realized niche of two allopatric populations of a solitary bee under environmental variability. Apidologie, 51, 439-454.
- Vich, A. I. J. (2010). Estado actual del conocimiento de los aspectos naturales y antrópicos del piedemonte de la precordillera de Mendoza y San Juan. En: Amenazas naturales de origen hídrico en el centro-oeste árido de Argentina. Ed.: Zeta editores. Capítulo 1: 15-26.
- Vich, A. I., Pasquali, E. L. V., Otta, S. A., Lauro, C., Bastidas, L. B. (2021). Morphometric analysis of basins located in the piedmont of central western Argentina. Cuadernos Geográficos, 60(1), 295-312. <http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v60i1.9639>
- Videla, E., Pastor, G., Tonda, M., Román, L., Fioretti, S., Alaria, A., Gutiérrez, M.T. y Pacaccio, C. (2017). Paisaje y paisajismo metropolitano. Aproximaciones metodológicas para el estudio de las percepciones y el diseño de espacios libres públicos en tierras secas. Actas I Jornadas y III Congreso Argentino de Ecología de Paisajes. UNSE, Santiago del Estero.