

Estudio comparativo de sitios arqueológicos en contextos eólicos del centro y sur de Argentina: procesos de formación y propiedades del registro cultural

Cristian Mario Favier Dubois *
Agustina Massigoge **
Jimena Oría ***
Daniela Storchi Lobos ****

FAVIER-DUBOIS, C.M.; MASSIGOGE, A.; ORÍA, J.; STORCHI LOBOS, D. Estudio comparativo de sitios arqueológicos en contextos eólicos del centro y sur de Argentina: procesos de formación y propiedades del registro cultural. *R. Museu Arq. Etn.* 44: 100-123, 2025.

Resumen: La presencia de depósitos arqueológicos en contextos dominados por la sedimentación eólica es frecuente en áreas costeras y en algunos sectores continentales. La dinámica de esta sedimentación presenta algunas características recurrentes y otras disímiles de acuerdo al marco geomorfológico del que se trate, pero en cada caso se verá expresada, junto a otros factores, en los procesos de formación del registro. En este estudio se comparan conjuntos arqueológicos en formas eólicas móviles y fijas, procedentes de localidades del centro y sur de la Argentina, con el fin de obtener un panorama de las semejanzas y diferencias involucradas. Tal comparación se efectúa a partir de siete variables geoarqueológicas que afectan propiedades espaciales y temporales del registro arqueológico, entre ellas, la génesis y dinámica de la acumulación eólica, los procesos de incorporación al sustrato de la evidencia cultural, el desarrollo de suelos y discontinuidades erosivas, las condiciones geoquímicas de preservación y los factores de perturbación. Como resultado, el trabajo avanza en una caracterización comparativa que permite generar expectativas respecto a algunas propiedades que presentará el registro arqueológico en los sitios ubicados en esos contextos, lo cual colabora en su estudio e interpretación.

Palabras clave: Geoarqueología; Ambiente eólico; Propiedades espaciales y temporales del registro arqueológico; Procesos de formación de sitios; Localidades del centro y sur de Argentina.

*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Fundación Azara, Hidalgo 775, CABA. cfavier3@gmail.com. Autor de correspondencia.

**Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUAPA-CONICET-UNCBA), Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Olavarria.amassigo@soc.uncen.edu.ar

***Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), Houssay 200, Ushuaia, Tierra del Fuego. jimenaoria@hotmail.com

****Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Puán 480, CABA. dstorchilobos@gmail.com

Introducción

Una serie de factores son necesarios para que el viento actúe como agente geomorfológico. Debe disponer de partículas de tamaño adecuado para el transporte por ese medio (limo grueso a arena mediana principalmente), las cuales deben estar secas y desprovistas de vegetación protectora, a lo que se suma la necesidad de flujos de relativa

intensidad para elevarlas y transportarlas. Estas circunstancias no se restringen a ambientes áridos o semiáridos, sino que también se verifican en fajas costeras, planicies aluviales y orillas de lagunas bajo diversas condiciones climáticas, siempre y cuando haya sedimentos disponibles para ser movilizados por la acción eólica. Su posterior depositación dará lugar a diversas formas de acumulación (fijas y móviles) en diferentes escalas.

Muchos de esos contextos geomorfológicos también han sido utilizados recurrentemente por las poblaciones prehispánicas para desarrollar diversas actividades en el pasado. En consecuencia, los depósitos generados por el viento constituyen matrices relativamente frecuentes para el registro arqueológico, tanto en áreas continentales como costeras. Sin embargo, la dinámica y las características de esos sedimentos resultan muy variables en función de cada contexto, lo cual condiciona de manera disímil las propiedades de este registro. La granulometría puede variar de limo-arcillosa a arenosa mediana-gruesa, y las tasas de sedimentación suelen ser muy lentas o muy rápidas. La pedogénesis puede resultar activa o no, y los procesos erosivos tienen diversa representación.

Asimismo, las condiciones geoquímicas de preservación o los procesos de perturbación pueden ser diversos. Es por ello que las expectativas arqueológicas respecto a los procesos de formación del registro en este tipo de depósitos son diferentes en cada caso. Las variables ambientales locales (p. ej. temperatura y humedad, intensidad de vientos) también influyen en algunos de los factores mencionados.

No obstante, el fin de esta contribución es aportar a la búsqueda de tendencias y procesos que puedan ser recurrentes y provean

información novedosa para comprender mejor la evidencia arqueológica preservada en los variables ambientes de dominio eólico, evaluando semejanzas y diferencias. Con ese objetivo, se analizan en forma comparativa sitios localizados en depósitos eólicos del centro y sur de Argentina (Fig. 1). En cada caso se consideran variables geoarqueológicas vinculadas con factores contextuales que dan cuenta de propiedades espaciales (*i.e.* distribución vertical y horizontal, densidad) y temporales (*i.e.* resolución temporal, cronología) del registro, así como referidas a la preservación de la evidencia cultural que contienen.

Se buscó contar con casos que representen diferentes dinámicas geomorfológicas pero que al mismo tiempo tengan cierta representatividad regional, es decir, apliquen a varios sitios en cada uno de esos contextos. Para ejemplificar la variedad de situaciones, se analizan sitios en dunas costeras y continentales móviles, así como en formas eólicas fijas localizadas en bordes de lagunas, bajo condiciones ambientales diferentes. Se hace referencia asimismo a casos que resultan comparables y proveen información adicional, presentes en la literatura arqueológica argentina.

Desde el punto de vista del uso humano de estos espacios, cabe destacar que los depósitos eólicos suelen generar reparos topográficos en áreas abiertas y muchos de ellos constituyen reservorios de agua dulce (*i.e.* dunas arenosas) o se desarrollan próximos a cuerpos de agua brindando acceso a este recurso y a especies asociadas (p. ej. animales y vegetales). Además, representan relieves positivos con ventajas panorámicas y en ocasiones con valor simbólico, en los cuales a menudo se realizan inhumaciones facilitadas también por la textura friable que frecuentemente los caracteriza.

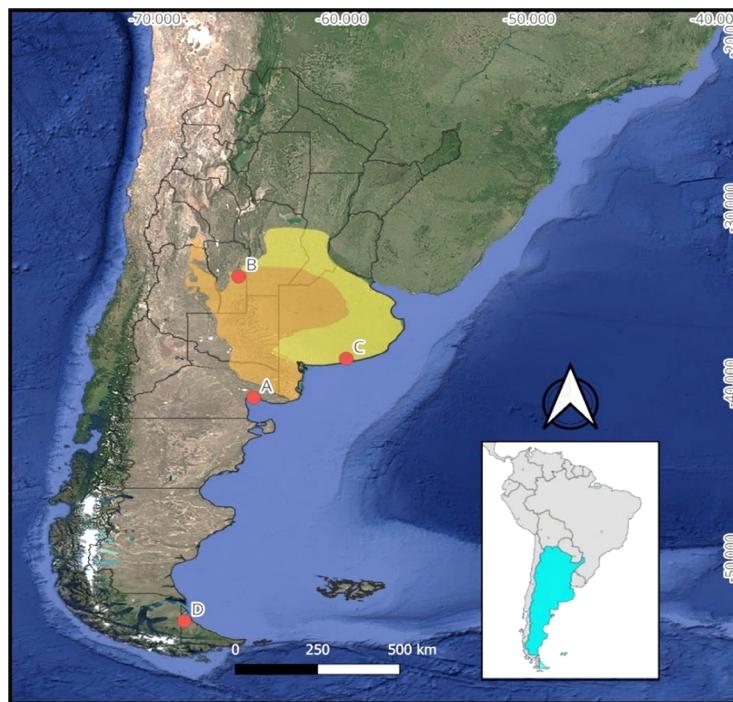


Fig. 1. Mapa con la ubicación de los casos de estudio analizados. Se indica también la extensión del Sistema Eólico Pampeano: en amarillo depósitos de loess; en naranja depósitos arenosos

Fuente: Tomado y modificado de Garzanti et al. (2022).

Notas: A) Faro San Matías, B) Sayape, C) Las Toscas 5, D) Yowen Ko.

Metodología

Las variables comparativas consideradas en cada contexto geomorfológico son: *Área fuente de los sedimentos y dinámica de la acumulación eólica*; Períodos de estabilidad y desarrollo de suelos; Procesos de incorporación al sustrato (restos óseos, artefactos líticos y otros materiales); Presencia de discontinuidades erosivas; Condiciones geoquímicas de preservación; Factores de perturbación; y Espesor del depósito y cronología representada en la secuencia.

Área fuente de los sedimentos y dinámica de la acumulación eólica

Esta variable se evalúa a partir del contexto y dinámica geomorfológica, de las características texturales del sedimento y de estructuras sedimentarias depositacionales presentes.

Períodos de estabilidad y desarrollo de suelos

Se definen de acuerdo con la presencia y tipo de horizontes de suelo registrados en la estratigrafía, así como en función de sus características morfológicas (desarrollo relativo, rasgos pedológicos).

Procesos de incorporación al sustrato (restos óseos, artefactos líticos y otros materiales)

En vinculación con los puntos anteriores, se evalúa si los materiales se sepultaron relativamente rápido o no, durante períodos de sedimentación (tasas de sedimentación) o de pedogénesis. Se incluye información referida a variables tafonómicas principalmente registradas en restos óseos (estadios de meteorización *sensu* Behrensmeyer, 1978, fragmentación, abrasión, etc.) que colaboran en la estimación.

Presencia de discontinuidades erosivas

En algunos casos se observan discontinuidades erosivas en la forma de límites discordantes, o se infieren discontinuidades por los saltos temporales en la cronología de una secuencia. Sin embargo, este aspecto puede no ser evidente y difícil de evaluar de manera visual en algunas ocasiones dada la homogeneidad de los sedimentos.

Espesor del depósito y cronología representada en la secuencia

Se mide la potencia de los depósitos sedimentarios que contienen al registro arqueológico y las dataciones obtenidas en diferentes profundidades. A partir de estos datos y considerando las discontinuidades estratigráficas se logran estimar, en algunos casos, las tasas de sedimentación promedio.

Condiciones geoquímicas de preservación

Se refiere a las mediciones o estimaciones de acidez-alcalinidad en la matriz (pH) y a las condiciones de drenaje (óxido-reducción o Eh). Existen algunos indicadores indirectos como la presencia de carbonatos para el pH y la textura o la presencia de rasgos hidromórficos para el Eh. Esta variable cobra relevancia particularmente para la preservación de huesos, valvas de moluscos y otros materiales orgánicos (Retallack, 1990).

Contextos geomorfológicos y casos de estudio

Amplias regiones del territorio argentino se encuentran afectadas por la morfogénesis eólica (Zárate & Tripaldi, 2012; Gutiérrez & Rodríguez, 2017), por lo que un gran número de sitios arqueológicos en este país se encuentran en tales contextos. En este trabajo exemplificaremos algunas de esas regiones. En el centro del país se desarrolla el Sistema Eólico Pampeano, con una extensión de aproximadamente 600.000 km² (Zárate & Tripaldi, 2012). En el litoral marino pampeano y patagónico-fueguino se desarrollan extensas fajas medianas, mientras que en sectores continentales del sur del país se registran variadas morfologías eólicas. Los casos de estudio corresponden a sitios arqueológicos en tales contextos (Tabla 1) que han sido analizados con una perspectiva geoarqueológica.

Factores de perturbación

Se refiere a la acción de raíces, roedores, armadillos, escarabajos, lombrices, hormigas u otros agentes perturbadores, con efectos visibles o inferidos en la estratigrafía.

Contexto Geomorfológico	Morfología	Movilidad	Textura	Localidad	Sitios
A. Terrazas costeras	Dunas barjanoides	Móviles	Arenosa (fina)	Bahía San Antonio (Río Negro)	Faro San Matías 2 y 5/6
B. Mar de arena interior	Dunas complejas	Móviles	Arenosa (muy fina)	Sayape (San Luis)	Hoyadas 1 a 6
C. Bordes de lagunas	Luneta	Fija	Arenolimosa	Laguna Las Toscas (Buenos Aires)	Las Toscas 5
D. Reparo de farallones	Asimétrica (dunas montadas)	Fija	Arenolimosa	Laguna Amalia (Tierra del Fuego)	Yowen Ko

Tabla 1. Contexto geomorfológico y características generales de los casos de estudio analizados

Fuente: elaborado por los autores.

A. Terrazas costeras (norte de Patagonia continental, costa atlántica): Se trata de terrazas de acumulación marina constituidas por cordones litorales sobre los que se desarrollaron dunas arenosas. Estas dunas varían en su morfología de acuerdo con la dirección de los vientos predominantes y factores locales, pero consisten en formas móviles de arena fina a media que eventualmente se vegetan y estabilizan. En ese contexto se han estudiado sitios representativos en la localidad arqueológica Faro San Matías (provincia de Río Negro). Esta región posee condiciones ambientales semiáridas (precipitaciones de unos 250 mm al año) y temperaturas medias anuales de 15°, donde son frecuentes los fuertes vientos del cuadrante oeste (Capitoli, 1973).

B. Mar de arena interior (centro de Argentina): La dinámica eólica que actuó durante el Pleistoceno sobre las amplias fajas aluviales de los grandes ríos norpatagónicos (i.e. Negro y Colorado) ha dado lugar en el centro del país al Sistema Eólico Pampeano, en la forma de un extenso mar de arena proximal y de amplios mantos loessicos distales (Zárate & Blasi, 1993; Iriondo & Kröhling, 1995). En este mar de arena, que sufrió reactivaciones durante el Holoceno, se manifiestan diversas morfologías eólicas, siendo predominantes en la provincia de San Luis las dunas fijas parabólicas y lineales y los bajos de deflación con dunas activas en su interior (Tripaldi & Forman, 2007; Zárate & Tripaldi, 2012). La granulometría es de arena muy fina, acorde con la distancia de las áreas fuentes. En este contexto se ha estudiado el registro arqueológico presente en las hoyadas de deflación en la localidad Sayape (provincia de San Luis). Las condiciones climáticas en esta región son semiáridas, con un promedio de precipitaciones anuales entre los 600 y 700 mm, una temperatura media anual de 15.6° C y vientos predominantes procedentes del noreste-nornoreste (Peña Zubiate & D'Hiriart, 2000).

C. Bordes de lagunas (sudeste pampeano): Los márgenes expuestos de las lagunas pampeanas, labradas sobre los mantos loessicos del Sistema Eólico Pampeano, resultan proveedores de sedimentos de grano fino (arenolimosos) pasibles de ser removilizados por el viento

y redepositados en forma de medialunas (lunetas) a soavento de las mismas. Tal depositación suele verse favorecida por la presencia de vegetación que entrampa los sedimentos. La geoforma resultante es fija y agrada verticalmente en pulsos vinculados con la dinámica particular de cada cuerpo de agua, que responde a cambios ambientales de diferentes escalas (p. ej. fluctuaciones estacionales y episódicas). En este contexto se encuentra el sitio Las Toscas 5 (provincia de Buenos Aires). En esta porción de la región pampeana, el clima es templado-húmedo, con promedios anuales de 14.5° C de temperatura y 800 mm de precipitación, y vientos predominantes del noroeste (Aliaga *et al.*, 2017).

D. Reparo de farallones (Tierra del Fuego): En el norte estepario fueguino existen numerosas lagunas semipermanentes labradas sobre sustratos marinos del Terciario. Al reparo de los acantilados rocosos formados en las costas de estas lagunas, los fuertes vientos depositan sedimentos arenolimosos procedentes de los propios acantilados y de los fondos lagunares expuestos en períodos de déficit hídrico (Coronato *et al.*, 2019; Oría *et al.*, 2021). Los depósitos resultantes no migran y pueden alcanzar grandes dimensiones, bajo una dinámica que, como en el caso anterior, depende de la fluctuante disponibilidad de sedimentos para su retrabajo eólico. Estos contextos son frecuentes en el norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego (provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur) en donde se analiza el sitio Yowen Ko. El clima en esta región es frío-subhúmedo con un promedio de precipitaciones anuales de 340 mm, una temperatura media anual de 5,2°C y vientos predominantes del cuadrante sudoeste y oeste-sudoeste (Tuhkanen, 1992).

Resultados en cada contexto

A. Terrazas costeras – Faro San Matías (FSM, Río Negro)

En esta localidad el registro arqueológico más conspicuo consiste en acumulaciones discretas, en forma lenticular, de valvas de

moluscos (Mytilidae) de origen antrópico, denominadas concheros. Estas acumulaciones suelen incluir carbones, restos óseos y escasos artefactos líticos. Las lentes afloran entre las dunas y tienen un desarrollo vertical acotado en la matriz arenosa (unos 30 cm en promedio). Su superposición es baja, pero se hallan concentradas en determinados sectores vinculados a la disponibilidad natural de moluscos, entre

otros factores (Favier Dubois & Borella, 2007). También es frecuente la presencia de enterratorios humanos en este y otros sectores medanosos del litoral rionegrino. En FSM las dunas que contienen los concheros son de tipo barjanoide, formas que manifiestan una elevada movilidad a favor de una dirección predominante del viento (Thomas, 2005), aunque eventualmente pueden vegetarse y estabilizarse.

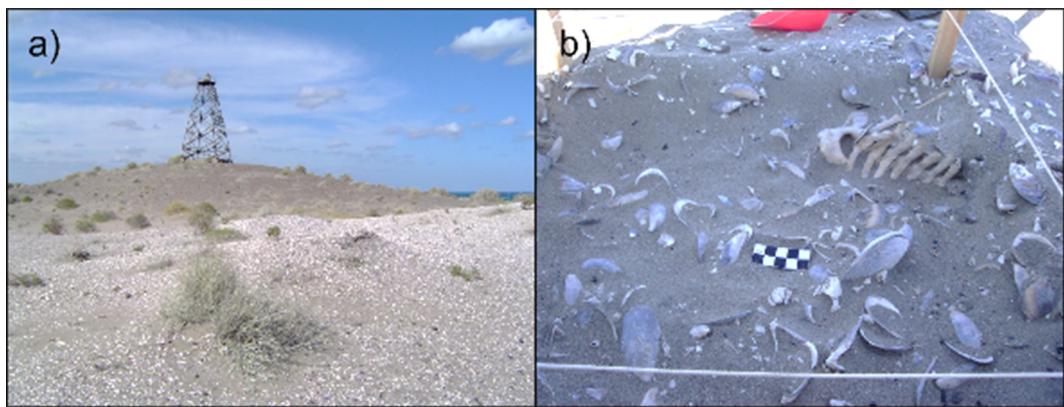


Fig. 2. Vista de la localidad arqueológica Faro San Matías (a) y detalle del sondeo 5/6 (b).

Fuente: Cristian M. Favier Dubois

Área fuente de los sedimentos y dinámica de la acumulación eólica

El área fuente de los sedimentos que moviliza el viento, principalmente procedente del cuadrante SO, son las playas arenosas y terrazas de acumulación marina (cordones litorales gravoarenosos). Estos depósitos proveen arenas finas medianas que se depositan en la forma de dunas móviles o de mantos eólicos de variable extensión, que han sepultado al registro arqueológico. Los depósitos son masivos o, en el caso de los más recientes, presentan una tenue estratificación horizontal. La sedimentación ha sido rápida y favorable a la preservación de la evidencia arqueológica (Favier Dubois & Borella, 2007). Con posterioridad las dunas se han estabilizado por vegetación, lo cual evitó su removilización o erosión.

Períodos de estabilidad y desarrollo de suelos

Se registra un suelo incipiente en el tope de las secuencias en FSM (erosionado en la actualidad en muchos sectores, Fig. 2a), se trata de un suelo de poco desarrollo (perfils A-C o A-AC-C).

Procesos de incorporación al sustrato

Los materiales arqueológicos se han incorporado al sustrato por pulsos de sedimentación eólica. Las tasas de sedimentación habrían sido elevadas, ya que los indicadores más sensibles, como las valvas y los restos óseos recuperados, se encuentran bien preservados, sin evidencias de blanqueamiento solar, meteorización, fragmentación o abrasión. Estos indicadores son claramente visibles en

aquellos materiales arqueológicos que en la actualidad sufren exposición subaérea por procesos erosivos recientes.

Discontinuidades erosivas

No se han detectado discordancias erosivas al interior de los concheros relevados. No obstante, éstas podrían estar presentes en las secuencias arenosas de duna por encima o por debajo de ellos.

Condiciones geoquímicas de preservación

El pH medido en los sitios de FSM ha proporcionado valores alcalinos, entre 7,5 y 8,5. Debido a la textura arenosa, las condiciones de drenaje han sido buenas, lo cual propicia a la vez un ambiente oxidante. Sobre algunos huesos hay evidencias de precipitación de óxidos de manganeso y carbonato de calcio, posiblemente relacionadas con las oscilaciones freáticas, dado que estas sustancias precipitan a partir del agua bajo las referidas condiciones oxidantes y alcalinas (Courty *et al.*, 1989).

Factores de perturbación

Existen evidencias de la acción de raíces en algunos concheros, que indican el desarrollo de vegetación arbustiva sobre ellos. A este respecto se registra la presencia de marcas de raíces sobre algunas valvas en FSM (Favier Dubois *et al.*, 2015). Otros agentes perturbadores fueron los animales fosoriales, como armadillos y roedores. Se observó la presencia de cuevas actuales de estos mamíferos, pero no de cuevas llenas, aunque quizás pasen desapercibidas por la friabilidad de la arena y homogeneidad del depósito. Tales procesos perturbadores pudieron generar el desplazamiento vertical (y posiblemente horizontal) de algunos materiales y la mezcla de eventos de descarte en ciertos casos, aunque no se han registrado alteraciones destacables en la estratigrafía de los concheros (Favier Dubois *et al.*, 2015).

Espesor del depósito y cronología representada en las secuencias

La evidencia arqueológica presenta poco desarrollo vertical, las lentes de valvas no superan los 40 cm. Esta evidencia se encuentra en la estratigrafía de dunas de entre 6 y 8 m de altura. De acuerdo con la ausencia de meteorización ósea y los estudios sobre contemporaneidad realizados en la localidad FSM (i.e. análisis antracológicos y de estacionalidad de captura), las tasas de sedimentación habrían sido muy elevadas, incorporándose rápidamente los huesos y valvas. La resolución temporal resultante es consecuentemente elevada, lo cual podría representar posiblemente para algunos concheros un único evento de descarte (Favier Dubois *et al.*, 2015). Las dunas en FSM, si bien apoyan sobre una terraza marina pleistocena (Kokot & Favier Dubois, 2017), corresponden al Holoceno tardío, con dataciones obtenidas en los concheros entre ca. 2900 y 1280 años AP (Borella, 2016).

B. Mar de arena interior (Mar de Arena Pampeano) – Localidad Sayape (San Luis)

Este sector, en el centro-sur de la provincia de San Luis, se caracteriza por la presencia de dunas parabólicas compuestas (tanto activas como vegetadas), entre las que se destacan lagunas de diverso tamaño y morfología, que forman parte del Mar de Arena Pampeano (Iriondo & Kröhlung, 1995). Allí se estudió la localidad Sayape, que presenta bajos de deflación (geoformas de erosión eólica de gran extensión areal) en los que afloran lagunas de agua dulce y se desarrollan dunas con dirección noreste-sudoeste (Fig. 3). Entre esas dunas suele registrarse abundante material arqueológico y tafonómico, altamente fragmentado, en el fondo de hoyadas de deflación (geoformas de erosión de mediana a baja extensión ubicadas entre las dunas). En todos los casos, los materiales se encuentran concentrados en superficie y forman palimpsestos acumulativos (Bailey, 2007). Se han registrado también algunos pocos materiales alineados en niveles topográficos más elevados, indicativos de antiguas superficies de deflación, que

aportan materiales a hoyadas activas en niveles inferiores. Se identificó además la migración de materiales de tamaños muy

pequeños (*i.e.* microlascas) entre hoyadas de deflación siguiendo la dirección de los vientos predominantes (Storchi Lobos, 2017).



Fig. 3. Vista panorámica de la localidad Sayape (a) y de una hoyada de deflación con materiales en superficie (b)
Fuente: D. Storchi Lobos

Área fuente de los sedimentos y dinámica de la acumulación eólica

Los sedimentos proceden mayoritariamente de la planicie aluvial del río Colorado, y su acumulación principal se produjo durante el Pleistoceno tardío, cuando se desarrolla el Mar de Arena Pampeano (Zárate & Blasi, 1993; Iriondo & Kröhling, 1995). Estos depósitos son masivos o presentan laminación horizontal a entrecruzada de bajo ángulo. Los estudios texturales indican que se trata de arena muy fina, muy bien seleccionada (Tripaldi & Forman, 2007; Storchi Lobos, 2018). Durante el Holoceno se registraron eventos de reactivación morfogenética evidenciados por cronologías

OSL obtenidas por Forman y colaboradores (2014) en el sector de dunas ubicado hacia el este de Sayape. Estas reactivaciones se expresan en discordancias estratigráficas que registran saltos temporales en las columnas datadas. Existió asimismo una última reactivación muy importante a principios del siglo XX en la región, responsable de muchas de las formas actuales (Tripaldi & Forman, 2007).

Períodos de estabilidad y desarrollo de suelos

En la actualidad gran parte del campo de dunas de Sayape se halla vegetado (Fig. 3a). En las hoyadas de deflación que concentran los

materiales arqueológicos (Fig. 3b) se observan rizoconcreciones (algunas aún verticales), que evidencian la presencia de suelos y/o paleosuelos deflacionados. El registro de materiales óseos con marcas superficiales por disolución por raíces suma evidencia en este sentido.

Procesos de incorporación al sustrato

Respecto a la incorporación original al sustrato de los materiales que hoy se encuentran en superficie, pueden postularse dos vías: (1) sepultamiento directo por sedimentación eólica, y (2) incorporación desde una superficie estabilizada (suelo) por procesos principalmente biomecánicos (acción de raíces, invertebrados, pisoteo, etc.). En el segundo caso puede esperarse un sepultamiento más lento, que incluya algunos procesos de modificación (fragmentación, meteorización, etc.), mientras que en el primero una rápida sedimentación daría lugar a una mejor preservación. Dado el estado de los materiales en este sector, no es posible evaluar qué mecanismo de incorporación actuó.

Presencia de discontinuidades erosivas

Forman y colaboradores (2014) detectaron varias discontinuidades erosivas en el Holoceno a partir de las mencionadas dataciones obtenidas por OSL en los perfiles de dunas. Con base en esta técnica de datación, Storchi Lobos (2018) detectó que en Sayape la erosión afectó toda la secuencia holocena en las hoyadas, apoyando los materiales directamente sobre sedimentos eólicos datados en el Pleistoceno. Además, pudo constatarse la presencia de materiales en estratigrafía, en líneas discretas, con las mismas características de aquellos hallados en superficie (*i.e.* alto grado de fragmentación, meteorización). Esto permitió postular la recurrencia de eventos de deflación y concentración de materiales en superficie (anteriores hoyadas de deflación), que luego fueron sepultados por las dunas

y posteriormente re-expuestos por un nuevo proceso erosivo (Storchi Lobos, 2017).

Condiciones geoquímicas de preservación

En Sayape las muestras de arena eólica proporcionaron valores alcalinos de pH, 8.7 y 8.8. Algunos materiales recuperados presentaban costras carbonáticas (tiestos cerámicos) y óxidos de manganeso (restos óseos), testigos asimismo de condiciones alcalinas y oxidantes que habrían prevalecido en la matriz sedimentaria original. No obstante, los materiales arqueológicos se registran en la actualidad en superficie, por lo que los procesos que evidencian son principalmente aquellos relacionados con la intemperización que los afectó una vez expuestos (*p. ej.* fragmentación, meteorización, abrasión eólica, blanqueamiento solar, entre otros, Storchi Lobos, 2018).

Factores de perturbación

Los materiales pudieron sufrir perturbaciones previas a su exposición por deflación. Entre los rasgos observados en estos materiales se evidencia la acción de raíces y las marcas de roedores sobre algunos huesos (éstas últimas podrían ser pre- o postexposición). Al excavarse las hoyadas de deflación, los materiales reptaron por las superficies inclinadas de sus paredes y se concentraron en el fondo, modificándose sus relaciones espaciales (horizontales y verticales) originales. Luego, la fragmentación por pisoteo y/o la meteorización afectó a muchos de los materiales óseos, cerámicos y líticos.

Espesor del depósito y cronología representada en la secuencia

Como se ha mencionado, este sector se caracteriza por la presencia de bajos de deflación de gran extensión areal, que en su sector sudeste presentan dunas activas producto de la dirección actual de los vientos. La unidad

basal del bajo de deflación próximo a Sayape tiene cronologías del Pleistoceno tardío (Storchi Lobos, 2018). Las dunas formadas a expensas de esta unidad deflacionada alcanzan alturas de entre 12 y 15 m, y constituyen la secuencia estratigráfica holocena aquí presente. No obstante, el depósito arqueológico consiste en una delgada concentración de materiales en superficie. A partir de la presencia de cerámica, es posible inferir para parte de la evidencia cultural una cronología del Holoceno tardío. Sin embargo, al tratarse de palimpsestos acumulativos que apoyan sobre sedimentos pleistocenos, no es posible determinar fehacientemente la profundidad temporal que puedan alcanzar otros materiales de este registro en el Holoceno.

C. Bordes de lagunas – Sitio Las Toscas 5 (Buenos Aires)

El sitio Las Toscas 5 (TO5) se ubica en una luneta desarrollada en la margen sudeste de la

laguna Las Toscas, en la Llanura Interserrana de la región pampeana. En la secuencia estratigráfica se reconocieron tres unidades litológicas arenolimosas separadas por discordancias. Los materiales arqueológicos provienen en su gran mayoría de la unidad 2, la cual se extiende entre los 50 y 175 cm de profundidad. Consisten en artefactos líticos, fragmentos de pigmento mineral y restos óseos. Este conjunto fue asignado al Holoceno medio sobre la base de dos fechados radiocarbónicos obtenidos sobre huesos de guanaco -*Lama guanicoe*- (4688 ± 43 y 4578 ± 52 años AP). Además, se obtuvo un tercer fechado sobre un hueso de caballo extinto (*Equus cf. E. neogeus*), también procedente de la unidad 2, el cual arrojó una edad de 12.510 ± 110 años AP. Se considera que este último elemento, así como otros restos de fauna extinta, fue incorporado al depósito sedimentario por procesos naturales antes de las ocupaciones humanas holocenas (Massigoge et al., 2021).



Fig. 4. a) Vista de la margen sudeste de la laguna donde se emplaza el sitio TO5 (la flecha indica la ubicación del sitio); b) Excavación de TO5 en octubre de 2013.

Fuente: A. Massigoge

Área fuente de los sedimentos y dinámica de la acumulación eólica

La luneta donde se encuentra el sitio se formó como resultado de la deflación de las márgenes de la laguna (o eventualmente de su

fondo en períodos muy secos) y la acumulación posterior de estos sedimentos en su borde sudeste. La depositación en estas márgenes debió verse favorecida por la presencia de vegetación. Los procesos de sedimentación y erosión resultan variables en los contextos

lagunares de la región pampeana, debido a la elevada dinámica de estos cuerpos de agua (Dangav, 2005), alternándose pulsos de sedimentación (o de eventual erosión por las crecidas) con períodos de estabilidad y pedogénesis.

Periodos de estabilidad y desarrollo de suelos

En la actualidad, el depósito se encuentra estabilizado por el desarrollo de vegetación arbórea, resultado de la forestación histórica. En este sentido, se registra un suelo incipiente en el tope de la secuencia (unidad 1), que consiste en un horizonte A de suelo, algo cumúlico (acrecional) y bastante perturbado. En la unidad 2, que constituye la matriz del registro arqueológico, la tasa de pedogénesis parece haber sido muy baja o nula, ya que no se observan horizontes de suelo diferenciados y el contenido de materia orgánica obtenido en muestras sedimentarias es ≤ 1%.

Procesos de incorporación al sustrato

Los materiales arqueológicos se habrían incorporado a la unidad 2 por sedimentación eólica, predominantemente lenta, dado que el conjunto óseo se encuentra altamente meteorizado y fragmentado (Massigoge *et al.*, 2021). Otros restos faunísticos –especialmente correspondientes a roedores (*Ctenomys sp.*) y armadillos (*Chaetophractus villosus*)– pudieron introducirse en el depósito sedimentario por causas naturales (*i.e.* cuevas). La bioturbación por parte de estos animales fosoriales también pudo favorecer la incorporación de otros materiales al sustrato.

Presencia de discontinuidades erosivas

Se observan dos discordancias erosivas, indicadas por límites abruptos e irregulares. La primera entre las unidades 1 y 2 y la segunda entre las unidades 2 y 3. La superior indicaría un salto temporal desde unos 4600 años AP

hasta el período posthispánico (evidenciado por la presencia de restos óseos de oveja y vidrio en la unidad 1). La ausencia de fechados para la unidad 3 no permite hacer una estimación del tiempo representado por la discordancia inferior.

Condiciones geoquímicas de preservación

El pH medido en la unidad 2 proporcionó valores de 8,22 a 9,46, alcalinos, favorables a la preservación de huesos. Debido a la textura arenolimosa las condiciones de drenaje resultan buenas. Sobre los restos óseos hay evidencias de precipitación de óxidos de manganeso y carbonato de calcio como resultado de fluctuaciones de la capa freática (Massigoge *et al.*, 2021). En la unidad 2 se registran motas de carbonato de calcio. De esta manera, puede caracterizarse como un ambiente de preservación oxidante y alcalino.

Factores de perturbación

Existen claras evidencias de la acción de raíces en toda la secuencia. Sobre la luneta donde se encuentra el sitio, crecen tamariscos (*Tamarix sp.*) y eucaliptos (*Eucalyptus sp.*) de gran porte, ambas especies exóticas. Durante la excavación, se observaron las raíces de estos árboles a lo largo de toda la secuencia, de entre 2 y 4 cm de diámetro. En forma consecuente, son abundantes las marcas de raíces sobre los huesos. Otros agentes perturbadores fueron los animales fosoriales, como armadillos y roedores. Se observó tanto la presencia de cuevas actuales y cuevas llenas de armadillos, como marcas de dientes de roedores en algunos restos óseos. Tales procesos perturbadores produjeron el desplazamiento vertical (y posiblemente horizontal) de materiales. Ello podría explicar la separación de 75 cm entre los dos restos de guanaco datados en ca. 4600 años AP. También darían cuenta de la presencia de restos de distinta cronología en la unidad 2, esto es, materiales arqueológicos del Holoceno medio y restos faunísticos del Pleistoceno final que procederían de la base de

la unidad 2 o de la unidad 3 infrayacente. En ese sector basal se encuentran muchos restos óseos de *Ctenomys* sp. que podrían indicar procesos de mezcla, aunque no se observan allí cuevas; no obstante, el sedimento es friable y pudo homogeneizarse frente a una intensa bioturbación (Durán, 1991).

Espesor del depósito y cronología representada en la secuencia

Se excavó el sitio hasta los 2 m de profundidad desde la superficie, no obstante, la secuencia holocena de luneta estaría representada por las unidades 1 y 2 (hasta 1,75 m de profundidad), siendo la 3 de edad pleistocena. Como se mencionó, dos discordancias erosivas separan las tres unidades estratigráficas reconocidas. Una corresponde al Holoceno (con una antigüedad máxima de ca. 4600 años AP) y la otra posiblemente al Pleistoceno (previa a 12.500 años AP). De acuerdo con la elevada meteorización ósea registrada en los huesos de la unidad 2, las tasas de sedimentación habrían sido bajas, al menos durante el período inmediatamente posterior a la ocupación humana. La elevada perturbación del depósito no permite determinar si el conjunto arqueológico recuperado en la unidad 2 corresponde a un único evento de

ocupación humana o a múltiples ocupaciones breves superpuestas (baja resolución temporal). Además, hace difícil estimar cuánto tiempo representa la unidad 2 y las posibles variaciones en las tasas de sedimentación.

D. Reparo de farallones – Sitio Yowen Ko (Tierra del Fuego)

Entre los valles de los ríos Chico y Grande (norte de Tierra del Fuego), se destaca un conjunto lagunar conformando por cuencas endorreicas, de tamaño variable, labradas sobre sustrato terciario. Se trata de cubetas, definidas como pans (Villarreal & Coronato, 2017), que dan lugar a lagunas salobres, someras y semipermanentes en períodos húmedos. En temporadas áridas el fondo seco ofrece una gran superficie de sedimento adecuado para la deflación eólica. Algunas costas de estas lagunas presentan acantilados, y el viento deposita los sedimentos deflacionados en el tope de los mismos, al chocar con ellos, lo cual da lugar a la acumulación de dunas limoarenosas de tipo *perched* o montadas (Coronato & Villarreal, 2014, Coronato *et al.*, 2019). Estas dunas también fueron reconocidas en relación con las planicies de inundación de los ríos Grande y Chico (como es el caso del sitio Hurr 1, Oría *et al.*, 2019). El caso de estudio seleccionado, Yowen Ko, se ubica en la localidad arqueológica Laguna Amalia (Fig. 5).

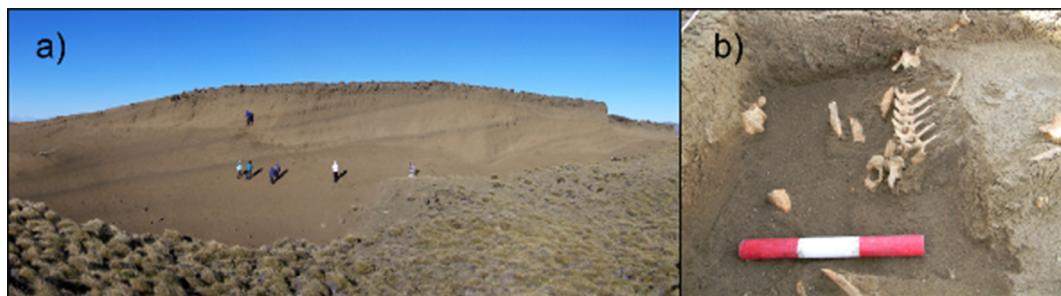


Fig. 5. Vista panorámica del sitio Yowen Ko (a) y detalle de la excavación de YKC3 (b).

Fuente: J. Oría

Área fuente de los sedimentos y dinámica de la acumulación eólica

La deflación de la cuenca lagunar seca genera el mayor aporte de sedimentos complementados por los de la erosión del acantilado sobre el cual se desarrolla la duna que constituye el sitio. Los depósitos limoarenosos resultantes son de consistencia dura a muy dura en seco, no evidencian estructuras sedimentarias y se alternan con el desarrollo de horizontes de suelo (Fig. 5). Entre dos de esos niveles basales edafizados, se observa una tefra (aporte piroclástico a la secuencia) cuyo estudio geoquímico la adjudica a una erupción del Monte Burney (Chile).

Períodos de estabilidad y desarrollo de suelos

En la secuencia del sitio Yowen Ko se identificaron nueve eventos de estabilidad representados por horizontes A de suelo sepultados (Coronato *et al.*, 2019). La base de la secuencia no está expuesta, por lo tanto, podrían existir más. Sobre la base de su coloración, contenido orgánico y estructura son interpretados como paleosuelos de muy escaso desarrollo generados durante períodos de mayor humedad y/o estabilidad ambiental, sepultados al reactivarse la formación de la duna con el incremento de la aridez y la actividad eólica.

Procesos de incorporación al sustrato

El proceso de incorporación de evidencias arqueológicas se dio bajo dos situaciones ambientales distintas, pero en ambos casos las evidencias apuntan a un sepultamiento relativamente rápido por sedimentación eólica y a una resolución elevada. Se identificaron cuatro contextos en estratigrafía (YKC1 a YKC4): dos están incluidos en paleosuelos y dos en depósitos eólicos masivos. Los materiales recuperados se componen principalmente de restos óseos. En el caso de los depósitos, los hallazgos incluyen la presencia de microlascas y un fogón (Franch & Oría, 2024). El estado

de preservación es bueno, los perfiles de meteorización muestran principalmente estadios 0 y 1 en los cuatro contextos (Oría & Vázquez, 2023), lo que permite evidenciar una tasa de sedimentación elevada.

Presencia de discontinuidades erosivas

No son evidentes las discontinuidades erosivas en el sitio Yowen Ko, aunque pueden estar presentes, ya que son difíciles de detectar en muchos contextos eólicos debido a la homogeneidad textural de los depósitos.

Condiciones geoquímicas de preservación

Respecto a las condiciones geoquímicas, se obtuvieron valores entre 7.84 y 8.7 en los paleosuelos; y entre 7.45 y 7.9 en los depósitos eólicos. Estos valores son coherentes con un medio alcalino favorable para la conservación de restos óseos. Solamente en uno de los contextos de Yowen Ko (YKC2) se observó con frecuencia la presencia de manchas de manganeso en los restos óseos, lo cual fue interpretado como condiciones locales de mayor humedad en momentos posteriores a su depositación (Oría & Vázquez, 2023).

Factores de perturbación

En los cuatro contextos del sitio Yowen Ko son muy frecuentes las improntas de raíces independientemente de la existencia de procesos pedológicos, lo que indicaría cierta persistencia en la cobertura vegetal aún sin desarrollar un claro horizonte A. Respecto a las perturbaciones por la actividad de animales fosoriales, en los contextos 2¹, 3 y 4 se recuperaron huesos de roedores sin evidencias de consumo. En estos mismos contextos se registraron marcas de los incisivos

¹ La presencia en este contexto se registró tras ampliar la excavación con posterioridad a la publicación del trabajo citado.

de estos animales en restos de guanacos (Oría & Vázquez, 2023). Si bien no se detectaron cuevas, durante la excavación de YKC3 varios huesos se encontraban en posición oblicua y hasta vertical, lo que permite sugerir movilización postdepositacional. Los carnívoros también dejaron evidencias de su accionar sobre las arqueofaunas recuperadas en los contextos de Yowen Ko.

Espesor del depósito y cronología representada en la secuencia

El depósito eólico alcanza 12 metros de potencia en Yowen Ko, lo que permite proponer una tasa de deposición elevada en promedio, con lapsos de estabilidad poco prolongados para el desarrollo pedogenético. Se cuenta con fechados radiocarbónicos sobre huesos de guanaco de los cuatro contextos arqueológicos, con edades entre 4090 ± 90 (YKC1 paleosuelo) y 940 ± 60 (YKC4 depósito) años AP (Oría & Mari, 2019) y sobre materia orgánica de los nueve horizontes pedológicos (Coronato *et al.*, 2019). Cabe destacar que los fechados procedentes de muestras pedológicas no guardan coherencia cronológica con los obtenidos sobre restos óseos (diferencias entre 1000 y 1800 años) probablemente debido a los procesos de formación de las dunas que incluyen la erosión y redepositación de sedimentos, tanto de la propia duna como de la cuenca lagunar seca, que pueden incluir materia orgánica antigua. Una estimación aproximada de las tasas de deposición en Yowen Ko, considerando las edades de los contextos 1 y 4 separados por 8,4 metros en proyección vertical, arroja un promedio de deposición de unos 2,66 mm al año, tasa que puede considerarse elevada. En relación con la capa de cenizas volcánicas asignada al Monte Burney (Montes & Rodríguez, com. pers.), se conoce para este volcán una erupción ocurrida hace aproximadamente 4254 años cal. AP (Kilian *et al.*, 2003; Stern, 2008). Las fechas de la primera ocupación del sitio, 4090 ± 90 años AP (4420-4800 cal. AP), inmediatamente por debajo de las cenizas, son coherentes con este dato e

indican que el registro de ocupaciones en este lugar se remonta a fines del Holoceno medio.

Discusión

En esta sección se discute el aporte de cada caso de estudio al conocimiento de la dinámica eólica. Asimismo, el impacto de las variables analizadas en las propiedades espaciales (*i.e.* distribución vertical y horizontal, densidad), temporales (*i.e.* resolución temporal, cronología) y en la preservación del registro arqueológico en cada uno de los contextos geomorfológicos analizados y entre contextos. Se hace referencia además a casos publicados en la bibliografía que aportan información comparativa relevante en relación con los sitios presentados.

A. Terrazas costeras: se trata de sectores que han recibido un importante aporte de arenas de playa durante el Holoceno tardío, por lo que es frecuente en ellas la presencia de dunas móviles con elevadas tasas de sedimentación (Thomas, 2005) que dan lugar a registros generalmente bien preservados y con buena resolución temporal, como ilustra el caso de FSM. La distribución vertical y horizontal que presentan las valvas y los materiales que se depositan junto a ellas se halla modelada por la propia dinámica del descarte previa al sepultamiento (lentes) y por la dinámica ambiental anterior a la cobertura por sedimentación eólica, que resulta por lo general rápida. Al vegetarse las dunas, el depósito se estabiliza y, luego, sufre modificaciones por factores postdepositacionales de impacto variable (*i.e.* raíces, animales cavadores, condiciones geoquímicas). En algunos casos, las lentes se ven re-expuestas por deflación y al erosionarse adquieren la morfología de montículos. De esta forma, las valvas y otros elementos del conchero se dispersan lateralmente, a veces mucho, y llegan a coalesce con los materiales dispersos de otras acumulaciones cercanas (Fig. 2a). Bajo esta situación, la evidencia sufre procesos de deterioro y pérdida de resolución espacial y temporal. No obstante, el entramado de valvas genera cierta protección a la deflación y permite que los montículos mantengan su

morfología por algunos años lo cual facilita su detección y excavación. Esta dinámica general (depositacional y postdepositacional), que participa en la formación del registro arqueológico en dunas arenosas móviles, resulta similar en muchos sectores litorales a lo largo de la costa atlántica patagónico-fueguina, entre ellos la costa norte de Chubut (Gómez Otero, 2006), la costa norte de Santa Cruz (Zubimendi, 2012; Hammond, 2019), así como las costas sur de Santa Cruz y norte de Tierra del Fuego (Favier Dubois, 2001; Cruz *et al.*, 2017). En contraste, en las barreras medianas de la faja costera bonaerense es difícil hallar evidencia preservada en estratigrafía. Allí se observa el predominio de conjuntos de artefactos líticos en la superficie de hoyadas de deflación (Bonomo, 2005). Con muy pocas excepciones (Bayón *et al.*, 2012; Frontini *et al.*, 2019), estos materiales con frecuencia apoyan directamente sobre sedimentos carbonatados de tipo loéssico pleistocenos. Una causa de ello podría ser los procesos de reactivación erosiva de los cuerpos de dunas durante el Holoceno. Isla y colaboradores (2001) reconocen una reactivación ocurrida en las barreras medianas bonaerenses entre 1600 y 500 años AP.

B. *Mar de arena interior*: en el caso de Sayape fue posible registrar materiales en superficie en los campos de dunas, con muy baja resolución, mala preservación y redistribución espacial en respuesta a la dinámica geoambiental (concentración en fondos de hoyadas de deflación y migración de materiales entre hoyadas). Resulta interesante señalar que en otros sectores del mar de arena en San Luis, las edades OSL dan cuenta de la presencia de depósitos correspondientes a distintos momentos del Holoceno (Forman *et al.*, 2014). Esto posibilita, eventualmente, el hallazgo de materiales arqueológicos en estratigrafía con mejor resolución y preservación que los registrados en los trabajos de campo. Sin embargo, no debe descartarse la posibilidad de que se encuentren materiales en paleosuperficies de deflación sepultadas (con las características antes mencionadas), ya que es evidente que los procesos de concentración, exposición y sepultamiento han

sido recurrentes en esta área. Otras localidades ubicadas hacia el sudeste en el mar de arena, en el denominado Campo de Dunas del Centro Pampeano (Zárate & Tripaldi, 2012), evidencian hallazgos con mejor resolución y preservación. Allí se desarrollan lagunas entre grandes dunas parabólicas y longitudinales en las que se han recuperado abundantes materiales arqueológicos (incluso fogones en cubeta), así como numerosos restos óseos humanos bien preservados. Se trata de sitios con dataciones en el Holoceno temprano, medio o tardío, entre ellos Huencú Nazar, La Susana 1, Laguna Cabeza de Buey 2 y Laguna de Los Pampas (Politis *et al.*, 2012; Scheifler *et al.*, 2017; Messineo *et al.*, 2018; González *et al.*, 2023). En estas secuencias de arenas finas a limosas se desarrollan en ocasiones horizontes A cumúlicos, al combinarse la pedogénesis con una baja sedimentación, lo que no es obstáculo para una preservación adecuada (p. ej. sitio Cabeza de Buey 2). Resulta relevante mencionar, asimismo respecto a la continuidad estratigráfica de estas secuencias, un caso en el sector austral del mar de arena pampeano (cuenca inferior del río Colorado, provincia de Buenos Aires). En el sitio La Modesta, Martínez y colaboradores (2023) dataron por OSL la estratigrafía eólica de varios perfiles que evidencian discontinuidades estratigráficas y temporales importantes (hiatos erosivos) que han afectado de manera disímil a cada sector, sesgando diferentes lapsos desde el Holoceno medio en cada uno de ellos. Esto ejemplifica, en un marco temporal, la elevada dinámica de las dunas y el variable impacto de las reactivaciones erosivas que afectan diferencialmente al registro arqueológico en esos contextos.

C. *Bordes de lagunas*: el contexto de formación de dunas fijas arenolimosas, las lunetas, se exemplifica con el sitio pampeano Las Toscas 5. La sedimentación no resulta rápida en estos casos y se genera por pulsos que fluctúan de acuerdo con la dinámica hidrológica de la laguna adyacente. La estratigrafía puede verse afectada paralelamente por pausas en la sedimentación o discordancias erosivas de variado origen (*i.e.* deflación eólica o por escorrentía fluvial, bajo situaciones de

pérdida de cobertura vegetal). También se ven afectados los depósitos por agentes de perturbación variados (principalmente raíces de árboles o arbustos y animales cavadores). Estos procesos afectan la resolución y la preservación del registro arqueológico. Contextos similares con evidencias de faunaturbación (así como de enterratorios humanos) y consecuente dispersión vertical y mezcla de materiales arqueológicos de distinta cronología se observan en otros sitios del sudeste pampeano. Estos se ubican en márgenes de lagunas o bajos y también se hallan constituidos por sedimentos loessicos retrabajados, como es el caso de los sitios de la localidad El Guanaco y del sitio Arroyo Seco 2 (Bayón *et al.*, 2004; Gutiérrez, 2006, Politis *et al.*, 2016). Por otro lado, en los mantos loessicos no retrabajados de la región pampeana es frecuente la formación de suelos longevos, con gran desarrollo de horizontes, dado que se ubican en posiciones estables del paisaje (interfluvios). En ellos la evidencia arqueológica se concentra en los horizontes A de suelo, que constituye lo que se denomina sitios someros de acuerdo con Zárate y colaboradores (2000-2002). Se trata de verdaderos palimpsestos en los que pueden superponerse evidencias de muy distantes momentos del Holoceno. Estos contextos eólicos edafizados ocurren a escalas espaciales muy amplias, lo cual coincide con los suelos zonales de producción agrícola, y son afectados frecuentemente por el arado que expone los materiales arqueológicos.

D. *Reparo de farallones*: se trata de otra forma fija de mayores dimensiones, con áreas extensas de aporte sedimentario, lo que probablemente favorezca una sedimentación más rápida, que se traduce en una mejor preservación y resolución temporal. No obstante, la erosión eólica e hídrica (cárcavas) sobre estos depósitos genera la presencia de abundantes materiales en superficie. La potencia estratigráfica vertical de los depósitos eólicos al reparo de Tierra del Fuego es notable y mucho mayor que aquellos generados por el viento en otros contextos. En Yowen Ko se observa una estratigrafía holocena de unos 12 m, que incluye períodos de estabilidad representados por horizontes A de

suelo sepultados. Tanto los depósitos como los suelos han evidenciado registro arqueológico, por lo general bien preservado, con interesante potencial para estudios paleoambientales dada su continuidad temporal, superior a la de otros contextos.

Otras dunas montadas al reparo se desarrollan en relación con acantilados marinos, como aquellas que se registran en algunos sectores de las costas bonaerenses y patagónicas (Gelós *et al.*, 1988; Bértola & Cortizo, 2005; Toffani, 2020). En el golfo San Matías (Río Negro) el caso se halla ejemplificado en los sitios Promontorio Belén 1 y 2 (Favier Dubois & Borella, 2007; Favier Dubois, 2013) ubicados en cordones de dunas arenosas alineadas al reparo de un elevado acantilado marino (30 m). Se trata de dos concheros bien preservados (PB1 y PB2), que han sufrido un sepultamiento rápido, datados en el Holoceno tardío y Holoceno medio, respectivamente (Favier Dubois, 2013). No obstante, estas dunas no son muy elevadas (4-6 m) y tampoco presentan la continuidad temporal ni los paleosuelos registrados en los depósitos al reparo que ejemplifica el sitio Yowen Ko.

Conclusiones

Las variables analizadas (numeradas de 1 a 7, ver Metodología) permitieron caracterizar de manera comparativa los depósitos eólicos en los que se han preservado los sitios reseñados. En función de estas variables se reconocen varias similitudes y patrones, así como algunas diferencias entre los contextos analizados. A esta comparación se suma el aporte de algunos casos bibliográficos.

Similitudes

1. Área fuente y sedimentos representados: texturas finas y permeables. Esto tiene que ver con la capacidad de transporte del viento desde las áreas fuente y los tipos de partículas transportadas, arenolimosas a arenosas. Las arenosas son más frecuentes en fajas costeras

y aluviales (dunas móviles), mientras que las arenolimosas o limoarenosas lo son en contextos lagunares (formas fijas). Tales matrices generan condiciones generales de buen drenaje. Las texturas arenosas son friables y fáciles de excavar, no obstante, cuando predomina el limo los depósitos se hacen más consistentes y menos permeables, como es el caso en Yowen Ko. En el extremo textural se encuentran las denominadas “dunas de arcilla” (limoarcillosas), descriptas en la pampa deprimida y norte de Tierra del Fuego (Dangav, 1979; Arche & Vilas, 1986-1987, respectivamente), algunas de ellas con evidencia arqueológica (Favier Dubois, 2001). En estos casos el viento no levanta partículas individuales sino agregados limoarcillosos, generados por la desecación de sedimentos muy finos originados en antiguas planicies mareas (Arche & Vilas, 1986-1987; Dangav, 1979). Estos sedimentos se agrietan en pequeños fragmentos que pueden ser levantados por el viento y se acumulan como dunas fijas de arcilla al coalesce los pequeños agregados movilizados. Las matrices resultantes son muy poco permeables, compactas (no friables) y favorecen condiciones de mal drenaje, aunque preservan bien los materiales óseos (Favier Dubois, 2001).

Respecto a la dinámica de la acumulación eólica: son ambientes de deposición de baja energía. Debido a que el viento normalmente moviliza partículas hasta tamaño arena, se trata de contextos en los que los materiales no sufren transporte o erosión, salvo las fracciones muy pequeñas (por ejemplo microlascas en Sayape). En casos particulares, como algunos registrados en Tierra del Fuego, los fuertes vientos pueden llegar a movilizar restos óseos, pero no es lo más frecuente. En la mayoría de los casos, los materiales permanecen *in situ* respetando sus relaciones espaciales originales al sepultarse y dando lugar a contextos primarios en función de esta dinámica geomorfológica. A manera de ejemplo, en los sitios FSM 5/6 y Yowen Ko se registraron elementos óseos articulados (vértebras) y otros en posición anatómica (ver Figs. 2b y 5b). Sin embargo, esta situación puede modificarse por la acción de los procesos

postdepositacionales de perturbación (ver a continuación) o a consecuencia de la deflación, que afectan sus propiedades originales.

2. Períodos de estabilidad y desarrollo de suelos: los diversos contextos registran procesos pedológicos de baja intensidad. La estabilidad ambiental episódica y relativamente breve en lo temporal da lugar a perfiles de suelo de escaso desarrollo relativo (horizontes A-C o A-AC-C). Hecho también registrado en la estratigrafía de sitios en dunas en la cuenca inferior del río Colorado (Martínez *et al.*, 2019). En ocasiones, la ocurrencia de muy bajas tasas de sedimentación, que permiten una pedogénesis continuada, puede dar lugar a horizontes A de tipo cumúlico (espesos y poco melanizados), como se observa en la estratigrafía de algunas dunas y lunetas (p. ej. Politis *et al.*, 2012; Messineo *et al.*, 2018). La ausencia de períodos de estabilidad prolongados mejora la resolución temporal en las secuencias eólicas, en las que pueden sucederse numerosos paleosuelos de corta duración y elevada resolución, como lo exemplifica el caso de Yowen Ko.

3. Procesos de incorporación al sustrato: la incorporación *in situ* por sepultamiento eólico resulta más frecuente en estos contextos, ya sea con bajas o elevadas tasas de sedimentación. En algunos casos podrían colaborar (*i.e.* suelos cumúlicos) o predominar (*i.e.* suelos no acrecionales) los factores biomecánicos y/o antrópicos en el sepultamiento de los materiales, a partir de la superficie de los horizontes A. Bajo tasas de sedimentación elevadas la resolución temporal puede resultar excepcional, pudiendo acotarse eventos de descarte puntuales, como es el caso de algunos concheros en FSM (Favier Dubois *et al.*, 2015). En cualquier caso, la incorporación de los materiales arqueológicos en depósitos eólicos es fundamental para su preservación. Más aún, en muchos ambientes semiáridos o costeros donde el viento predomina como agente de sedimentación, la falta de depósitos eólicos que preserven materiales orgánicos datables puede traducirse en aparentes “silencios arqueológicos” o hiatos de ocupación humana (García, 2005; Favier Dubois, 2019). Por otro lado, la sobreabundancia de depósitos eólicos

para un período determinado induce a una mayor preservación de sitios y a la idea de un aumento demográfico en ese entonces, aspecto analizado en la costa norte del golfo San Matías donde se ubica la localidad FSM (Favier Dubois, 2013).

4. Presencia de discontinuidades erosivas: contextos normalmente afectados por procesos erosivos, con variable presencia de discordancias erosivas. La contracara de la deposición son los frecuentes procesos de deflación que actuaron en el pasado y actúan en el presente. Las texturas más arenosas resultan mayormente sensibles a la deflación, porque disminuye la cohesión en el sedimento. Por ello, este proceso afecta en mayor grado a las formas móviles que a las fijas, en particular cuando hay pérdida de vegetación, lo cual genera procesos reiterados de reactivación que sesgan la estratigrafía o llegan a eliminar toda o casi toda la secuencia holocena (*i.e.* Sayape, barreras medanosas bonaerenses). No obstante, la deflación resulta clave para la visibilidad de los sitios arqueológicos en contextos eólicos, haciéndolos detectables a gran distancia por su concentración, así como por el color blanco y elevada reflectancia de los huesos o valvas que asoman a la superficie. Ello hace que al exponerse amplias superficies horizontales en los paisajes dominados por la acción del viento los sitios sean muy visibles. Tal escala de exposición es menos frecuente en otros ambientes sedimentarios (p. ej. aluvial, coluvial o lacustre).

5. Condiciones geoquímicas de preservación: tendientes a oxidantes y alcalinas. Esto ocurre, por un lado, por la textura del sedimento (permeable) y la topografía, dado que tienden a formar montículos o relieves positivos. Por otro, dado que se trata de depósitos en ambientes semiáridos (que favorecen la precipitación de carbonatos) o bien derivados de sedimentos carbonatados (casos pampeanos), predominan condiciones alcalinas en los sitios analizados y en otros ubicados en similares contextos. Tales condiciones favorecen la preservación de la fracción inorgánica (mineral) de huesos y valvas, pero pueden atentar contra la fracción orgánica de los huesos (colágeno) y la preservación del polen u otros restos vegetales (Retallack, 1990;

Nielsen-Marsh *et al.*, 2000). Vale mencionar que es probable que la pérdida de colágeno que ocurre en estos contextos alcalinos contribuya a la fragmentación ósea una vez expuestos los restos a las condiciones superficiales (Fernández Jalvo & Andrews, 2016).

6. Factores de perturbación: son matrices que favorecen la bioturbación mecánica. Al tratarse de sedimentos friables y bien drenados son frecuentemente utilizados por mamíferos fosoriales (*i.e.* roedores y armadillos) para la excavación de sus madrigueras. Asimismo, son matrices adecuadas para invertebrados cavadores como escarabajos, hormigas y termitas. La evidencia de la acción de los mamíferos cavadores es frecuente en los sitios, lo que genera la movilización de la evidencia, la pérdida de su contexto estratigráfico original y problemas o dudas con las cronologías obtenidas en algunos casos, como se vio en Laguna Las Toscas 5. Allí la gran separación vertical (75 cm) entre las dos muestras que proporcionaron la misma edad radiocarbónica se explica mejor por la movilización por animales cavadores que por una muy rápida sedimentación.

Diferencias

1. Procesos de incorporación al sustrato: si bien se ha mencionado que la sedimentación eólica es el proceso de incorporación más frecuente, en función de la dinámica geomorfológica de cada contexto resultan muy diferentes las tasas de sedimentación y con ello la resolución y potencial preservación de los conjuntos, que va desde muy buena (dunas de arena móviles o grandes formas fijas) a variable (lunetas). Finalmente, la resolución se hace mala o nula en aquellos contextos donde predomina el registro en hoyadas de deflación.

2. Espesor del depósito y cronología representada en la secuencia: se registra una muy diversa potencia y representación temporal de las secuencias estratigráficas, situación que resulta esperable, ya que se halla vinculada con la dinámica sedimentaria-erosiva de cada contexto eólico particular y con la evolución del

paisaje local. A este respecto sería esperable una mayor continuidad temporal en algunos tipos de formas fijas (p. ej. Yowen Ko) y una menor en las móviles, con más hiatos, ejemplificada en las dataciones obtenidas por Forman y colaboradores (2014) y Martínez y colaboradores (2023) en las dunas del Mar de Arena Pampeano, a causa de procesos de erosión-sedimentación recurrentes en estos casos. Por otro lado, la evolución geomorfológica local podrá acotar las cronologías de los depósitos eólicos. Un claro ejemplo de esto es el caso costero, donde las terrazas de acumulación marina posteriores al máximo transgresivo del Holoceno medio limitan la cronología de los depósitos que las cubren (dunas litorales) y, por tanto, la de la evidencia arqueológica que puedan albergar, en función de los períodos de acreción costera (Favier Dubois, 2013).

En síntesis, a partir de los diferentes casos de estudio analizados y del aporte de

casos bibliográficos, se ha presentado una primera caracterización comparativa de contextos eólicos que resultan frecuentes en diversas regiones de Argentina y en los que puede hallarse evidencia arqueológica. Estos contextos, pese a las distintas dinámicas geomorfológicas que manifiestan, presentan varias similitudes y algunos contrastes respecto a las variables geoarqueológicas analizadas, resumidas precedentemente. La importancia de estas variables es que se relacionan en forma directa con procesos de formación del registro arqueológico. De esta manera, los resultados obtenidos permiten generar expectativas *a priori* acerca de algunas propiedades espaciales y temporales, así como de preservación, que poseerá la evidencia recuperada en diversos contextos eólicos, lo cual colabora en el desarrollo de las prospecciones en esos espacios, así como en la interpretación de los conjuntos allí localizados.

FAVIER-DUBOIS, C.M.; MASSIGOGE, A.; ORÍA, J.; STORCHI LOBOS, D. Comparative Study of Archaeological Sites in Aeolian Contexts of Central and Southern Argentina: Formation Processes and Properties of the Archaeological Record. *R. Museu Arg. Etn.* 44: 100-123, 2025.

Abstract: The presence of archaeological deposits in contexts dominated by aeolian sedimentation is common in coastal areas as well as in some continental regions. The dynamics of this sedimentation display certain recurring characteristics, while others vary depending on the geomorphological framework. In each case, these dynamics, alongside other factors, influence the formation processes of the archaeological record. This study compares archaeological assemblages from mobile and fixed aeolian landforms from localities in central and southern Argentina, aiming to provide an overview of the similarities and differences involved. This comparison is based on seven geoarchaeological variables that affect the spatial and temporal properties of the archaeological record, including the genesis and dynamics of aeolian accumulation, the processes through which cultural evidence becomes incorporated into the substrate, soil development, erosive discontinuities, geochemical preservation conditions, and disturbance factors. As a result, the work advances a comparative characterization that allows us to generate expectations about certain properties the archaeological record will present in sites located in these contexts, aiding in their study and interpretation.

Keywords: Geoarchaeology; Aeolian environments; Spatial and temporal properties of the archaeological record; Site formation processes; Localities in central and southern Argentina.

Referencias bibliográficas

- Aliaga, V.S.; Ferrelli, F; Piccolo, M.C. 2017. Regionalization of climate over the Argentine Pampas. *International Journal of Climatology* 37/ S1: 1237-1247. <<https://doi.org/10.1002/joc.5079>>
- Arche, A.; Vilas, F. 1986. Depósitos eólicos de grano fino, Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego, Argentina. *Acta Geológica Hispánica* 21-22/1: 261-266.
- Bailey, G. 2007. Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time. *Journal of Anthropological Archaeology* 26/2: 198-223. <<https://doi.org/10.1016/j.jaa.2006.08.002>>
- Bayón, C. et al. 2004. "...Y vendrán los arqueólogos en busca de un hueso"... Sitio El Guanaco, partido de San Cayetano. In: Martínez, G.; Gutiérrez, M.A.; Curtoni, R.; Berón, M.; Madrid P. (Eds.), *Aproximaciones Contemporáneas a la Arqueología Pampeana. Perspectivas teóricas, metodológicas, analíticas y casos de estudio*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Olavarría, pp. 247-258.
- Bayón, C.; Frontini, R; Vecchi, R. 2012. Middle Holocene settlements on coastal dunes, southwest Buenos Aires Province, Argentina. *Quaternary International* 256: 54-61. <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.07.014>>
- Behrensmeyer, A.K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology* 4: 150-162.
- Bértola, G.R.; Cortizo, L.C. 2005. Transporte de arena en médanos litorales activos y colgados del sudeste de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60/1: 174-184.
- Bonomo, M. 2005. Costeando las llanuras: Arqueología del litoral marítimo pampeano. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo; Argentina. *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*; Argentina, Buenos Aires.
- Borella, F. 2016. Antes del Faro. La explotación de mamíferos marinos en la localidad de arqueológica Faro San Matías durante el Holoceno tardío (Nordpatagonia, Argentina). In: Mena, F. (Ed.), *Arqueología de Patagonia: de Mar a Mar*. Ediciones CIEP, Río Negro, pp. 295-304.
- Capitoli, R. 1973. El golfo San Matías en el Ámbito del mar argentino. En: *Relevamiento Ecológico y tipificación de las comunidades del Litoral Marítimo de la Provincia de Río Negro, con especial referencia al establecimiento de áreas de cultivo para especies de interés comercial*. Instituto de Biología Marina. Asesoría de desarrollo de Río Negro. Consejo Federal de Inversiones. Director del programa: Santiago R. Olivier. Disponible en: Biblioteca del Consejo Federal de Inversiones, Capital Federal, pp. 1-10.
- Coronato, A. et al. 2019. Perched dunes in the Fuegian steppe, southern Argentina: archaeological reservoirs of Holocene information. En: Collantes, M.; Perucca, L.; Niz, A.; Rabassa, J. (Eds.) *Advances in Geomorphology and Quaternary Studies in Argentina*. Springer Earth System Sciences. Springer, Cham, pp. 58-91. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-22621-3_3>
- Coronato, A; Villarreal, M.L. 2014. Modelado eólico en ambientes lagunares de la estepa fueguina, Argentina. *Actas del XIX Congreso Geológico Argentino*. Asociación Geológica Argentina, Córdoba, pp. 13-46.
- Courty, M.A.; Goldberg, P; Macphail, R. 1989. *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cruz, I. et al. 2017. Procesos de formación del registro arqueológico en dunas costeras: el caso de Punta Entrada (Santa Cruz, Argentina). *Actas del XIX Congreso Nacional De Arqueología Argentina. Serie Monográfica y Didáctica* 54: 1610-1615. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.

- Dangavs, N.V. 1979. Presencia de dunas de arcilla fósiles en la pampa deprimida. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* XXXIV/1: 31-35.
- Dangavs, N.V. 2005. Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires. In: Barrio, R.E.; Llambias, E.J. Etcheverry, R.O.; Caballé, M.F. (Eds.), *Relatorio del XIV Congreso Geológico Argentino*. Asociación Geológica Argentina, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, pp. 219-236.
- Durán, N.V. 1991. Estudios de perturbación por roedores del género *Ctenomys* en un sitio arqueológico experimental. *Revista de Estudios Regionales* 7: 7-31. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina
- Favier-Dubois, C.M. 2001. *Análisis geoarqueológico de los procesos de formación del registro, cronología y paleoambientes, en sitios arqueológicos de Fuego-Patagonia*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Favier-Dubois, C.M. 2013. Hacia una cronología del uso del espacio en la costa norte del golfo San Matías (Río Negro, Argentina): sesgos geológicos e indicadores temporales. In: Zangrandó, A.; Barberena, R.; Gil, A.; Neme, G.; Giardina, M. L. Luna; Otaola, C.; Paulides, S.; Salgán, L.; Tívoli, A. (Eds.), *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de Patagonia*. Editorial Altuna, Buenos Aires, pp. 87-96.
- Favier-Dubois, C.M. 2019. Human occupation chronologies modeled by geomorphological factors: a case study from the Atlantic coast of north Patagonia (Argentina). In: Inda Ferrero, H.; García Rodríguez, F. (Eds.), *Advances in Coastal Geoarchaeology in Latin America*. The Latin American Studies Book Series. Springer, Londres, pp. 1-15.
- Favier-Dubois, C.M.; Borella, F. 2007. Consideraciones acerca de los procesos de formación de concheros de la costa norte del Golfo San Matías, Río Negro. *Cazadores Recoletores del Cono Sur* 2: 151-165. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata.
- Favier-Dubois, C.M. et al. 2015. Aporte al estudio de la contemporaneidad en las acumulaciones de valvas de origen antrópico en ambientes litorales. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales* 4/2: 1-12.
- Fernández-Jalvo, Y.; Andrews, P. 2016. Atlas of Taphonomic Identifications. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series. Springer Nature. <<https://doi.org/10.1007/978-94-017-7432-1>>
- Forman, S.L.; Tripaldi, A.; Ciccioli, P.L. 2014. Eolian sand sheet deposition in the San Luis palaeodune field, western Argentina as an indicator of semi-arid environment through the Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 411: 122-135. <<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.05.038>>
- Franch Bach, A.; Oría, J. 2024. Estudio antracológico en la estepa fueguina: Primeros resultados de la localidad Laguna Amalia. *Mundo De Antes* 18/e313. <<https://doi.org/10.59516/mda.v18.313>>
- Frontini, R. et al. 2019. Abrasion in archaeological fish bones from sand dunes. An experimental approach. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11: 4891-4907. <<https://doi.org/10.1007/s12520-019-00834-3>>
- García, A. 2005. Human occupation of the Central Andes of Argentina (32°–34°S) during the mid-Holocene. *Quaternary International* 132/1: 61-70. <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2004.07.015>>
- Garzanti, E. et al. 2022. Andean retroarc-basin dune fields and Pampean Sand Sea (Argentina): Provenance and drainage changes driven by tectonics and climate. *Earth-Science Reviews* 231: 104077. <<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104077>>
- Gelós, E.M.; Spagnuolo, J.O.; Schillizzi, R.A. 1988. Las unidades morfológicas de la costa norte de Golfo San Matías y su evolución. *Revista del Museo de La Plata - Sección Geología* 14/117. <<https://doi.org/10.24215/25456377e209>>

- Gómez Otero, J. 2006. Dieta, uso del espacio y evolución en poblaciones cazadoras-recolectoras de la costa centro-septentrional de Patagonia durante el Holoceno. Tesis de doctorado. FILO Digital. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires.
- González, M.E. et al. 2023. Modalidad de entierro, edad, cronología y dieta de los cazadores-recolectores del campo de dunas del centro pampeano: el sitio Laguna de los Pampas (Región Pampeana, Argentina). *Chungará (Arica)* 55/2: 297-320. <<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562023005000801>>
- Gutiérrez, M.A. 2006. Efectos, agentes y procesos tafonómicos en el área Interserrana Bonaerense. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 31/XXXI: 201-228.
- Gutiérrez, M.; Rodríguez, B. 2017. Depósitos eólicos arenosos. En: E. Fucks; M. F. Pisano (Coord.) *Cuaternario y Geomorfología de Argentina* IX:141-160. Colección Libros de cátedra, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, La Plata.
- Hammond, H. 2019. Síntesis de los estudios arqueomalacológicos en concheros de la costa norte de Santa Cruz, Patagonia Argentina. *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 23/1: 221-251. <https://doi.org/10.37603/2250.7728.v23.n1.25967>
- Iriondo, M.; Kröhling, D. 1995. El sistema eólico pampeano. *Comunicaciones (Nueva Serie)* 5/1: 5-45. Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino". Santa Fe, Argentina.
- Isla, F.I.; Cortizo, L.C.; Turno Orellano, H.A. 2001. Dinámica y evolución de las barreras medanosas, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 2/1: 73-83. <<https://doi.org/10.20502/rbg.v2i1.9>>
- Kilian, R. et al. 2003. Holocene peat and lake sediment tephra record from the southernmost Chilean Andes (53°-55°S). *Revista Geológica de Chile* 30: 23-37. <<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-02082003000100002>>
- Kokot, R.R.; Favier-Dubois, C.M. 2017. Evolución geomorfológica de la bahía de San Antonio, Provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 74/3: 315-325.
- Martínez, G.A. et al. 2019. Geoarchaeology and taphonomy: Deciphering site formation processes for late Holocene archaeological settings in the eastern Pampa-Patagonian transition, Argentina. *Quaternary International* 511: 94-106 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.09.020>>
- Martínez, G.; Martínez, G.A.; Owen, L.A. 2023. Human occupation, site formation, and chronostratigraphy of a mid-Holocene archaeological site at the eastern Pampa-Patagonia transition, Argentina. *Quaternary Research* 114: 52-68. <<https://doi.org/10.1017/qua.2023.8>>
- Massigoge, A. et al. 2021. Technology, subsistence, and mobility of Middle to Late Holocene hunter-gatherers in the southern Pampas: new archaeological data from Las Toscas shallow lake (Argentina). *Archaeological and Anthropological Sciences* 13/69: 1-27. <<https://doi.org/10.1007/s12520-021-01314-3>>
- Messineo, P.G. et al. 2018. Human occupation strategies and related environmental-climate during the middle and late Holocene in central Pampas of Argentina. *The Holocene*, 29/2: 244-261. <<https://doi.org/10.1177/0959683618810407>>
- Nielsen-Marsh, C.M., et al. 2000. The chemical degradation of bone. In: Cox, M.; Mays, S. (Eds.), *Human osteology in archaeology and forensic science*. Greenwich Medical Media, Londres, pp. 439-454.
- Oría, J., et al. 2019. A la vera del río. Sitio Hurr 1, Tierra del Fuego, Argentina. In: Bonnin, M., A. Laguens y Marconetto, M. B. (Comp.), *Libro de Resúmenes del XX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, pp. 306-309.
- Oría, J.; Mari, F. 2019. Cronología y resolución temporal y espacial en el sitio Yowen Ko. Laguna

- Amalia (Tierra del Fuego). In: Gómez Otero, J.; Svoboda, A.; Banegas, A. (Eds.), *Arqueología de la Patagonia: el pasado en las arenas*. Instituto de Diversidad y Evolución Austral, pp. 409-420.
- Oría, J. et al. 2021. Integridad, resolución y obstrusividad del registro arqueológico en el norte de Tierra del Fuego, *Revista del Museo de La Plata* 6/2: 256-274. <<https://doi.org/10.24215/25456377e152>>
- Oría, J.; Vázquez, M. 2023. Yowen Ko – Amalia 6. Análisis zooarqueológico y reocupación del espacio en la estepa fueguina. *Magallania* 51:1-28. <<https://doi.org/10.22352/MAGALLANIA202351007>>
- Peña Zubiate, C.; D'Hiriart, A. 2000. *Carta de suelos de la República Argentina, Hoja Villa Mercedes, Provincia de San Luis*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), San Luis.
- Politis, G.G. et al. 2012. Primeros resultados de las investigaciones en el sitio Laguna de los Pampas (Partido de Lincoln, Provincia de Buenos Aires). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXXVII/2: 463-472
- Politis, G.G. et al. 2016. The Arrival of Homo sapiens into the Southern Cone at 14,000 Years Ago. *PLOS ONE*, 11/9: e0162870. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162870>>
- Retallack, G.J. 1990. Soils of the Past. An Introduction to Paleopedology. *Harper Collins Academic*, Londres. <<https://doi.org/10.1007/978-94-011-7902-7>>
- Scheifler N.; Messineo, P.G.; Antiñir, A. 2017. Cazadores-recolectores en el sistema lagunar Hinojolas Tunas (Región Pampeana-Área Oeste) durante el Holoceno temprano/medio y tardío. Primeros resultados de las investigaciones arqueológicas. *Comechingonia. Revista de Arqueología* 21/1: 287-314. <<https://doi.org/10.37603/2250.7728.v21.n1.19396>>.
- Stern, C. 2008. Holocene tephrochronology record of large explosive eruptions in the southernmost Patagonian Andes. *Bulletin of Volcanology* 70:435-454. <<https://doi.org/10.1007/s00445-007-0148-z>>
- Storchi Lobos, D. 2019. Estudio Geoarqueológico de Palimpsestos en las Dunas de la Localidad Sayape (San Luis, Argentina). *Arqueología* 25/1: 261-265. <<https://doi.org/10.34096/arqueologia.t25.n1.6019>>
- Thomas, D.S.G. 2005. Dune Mobility. In: Goudie, A.S. *Encyclopedia of Geomorphology*. Routledge, Londres, pp. 295-297.
- Toffani, M. 2020. Estudio morfodinámico de las dunas del campo eólico de Bahía Creek, Río Negro, Patagonia argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 27/1: 55-79.
- Tripaldi, A. Forman, L.S. 2007. Geomorphology and chronology of Late Quaternary dune fields of western Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 251/2: 300-320. <<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.04.007>>
- Tuhkanen, S. 1992. The climate of Tierra del Fuego from a vegetation geographical point of view and its eco-climatic counterparts elsewhere. *Acta Botánica Fennica* 145: 1-64.
- Villarreal, M.L.; Coronato, A. 2017. Characteristics and nature of pans in the semiarid temperate-cold steppe of Tierra del Fuego. En J. Rabassa (Ed.), *Advances in Geomorphology and Quaternary Studies in Argentina. Springer Earth System Sciences*. 203-224. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54371-0_8>
- Zárate, M.A. Blasi, A. 1993. Late Pleistocene and Holocene eolian cycle of the southern Buenos Aires province, Argentina: a preliminary model. *Quaternary International* 17: 15-20. <[https://doi.org/10.1016/1040-6182\(93\)90075-Q](https://doi.org/10.1016/1040-6182(93)90075-Q)>
- Zárate, M., et al. 2000. Sitios arqueológicos someros: El concepto de sitio en estratigrafía y sitio de superficie. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 19: 635-653.

- Zárate, M. Tripaldi, A. 2012. The aeolian system of central Argentina. *Aeolian Research* 3/4: 401-417. <<https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2011.08.002>>
- Zubimendi, M.A. 2012. La variabilidad del registro arqueomalacológico en la costa norte de Santa Cruz (Patagonia Argentina): resultados exploratorios a partir de estudios estratigráficos. *Intersecciones en Antropología* 13: 359-375.