

Reconstrucción del paisaje arqueológico por muestreo bayesiano

E. Eugenio¹, V. Aldazabal² y D. Macchi³

¹Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas (IMHICIHU-CONICET). Saavedra 15 - C1083 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. emieuge56@gmail.com

²Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas (IMHICIHU-CONICET). Saavedra 15 - C1083 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. varalda2@gmail.com

³Integrante del Proyecto Arqueología del Tuyú. diegomacchi@fibertel.com.ar

RESUMEN. En este trabajo se analiza un sector del Humedal costero de la Bahía de Samborombón que fue ocupado por cazadores-recolectores-pescadores durante el Holoceno tardío. En una superficie aproximada de 5 km², en un ambiente caracterizado por la presencia de canales de régimen estuarial, montes de tala y pastizal pampeano, se realizó un diseño de muestreo de carácter regional utilizando estadística bayesiana. El muestreo tuvo por objetivo localizar la totalidad de las posibles ocupaciones en los montes de tala dentro del área. La incorporación de información previa al análisis permitió la determinación de la distancia entre puntos de muestreo con una mayor eficacia, minimizando el trabajo requerido para cubrir un área de grandes dimensiones, como así también el riesgo de pérdida de probables hallazgos. La realización de un muestreo probabilístico en un sector con baja visibilidad arqueológica, ha permitido en un tiempo razonable y a bajo costo contar con información sobre la ocupación del área y las características del registro arqueológico en relación a las tecnofacturas, y la posible distribución espacial de diferentes actividades.

Palabras clave: *Muestreo Regional, Análisis Bayesiano, Uso del Espacio, Cazadores Recolectores.*

ABSTRACT. In this paper we analyze a wetland section of the Samborombon Bay coast, occupied by hunter-gatherers-fishermen during the late Holocene. In an area of approximately 5 km², characterized by the presence of channels of estuarine regime, *tala* forest vegetation and grasslands, we conducted a sampling design using Bayesian resolution. The sampling aimed to find all possible occupations in the area. Incorporating information prior to analysis allowed defining the distance between sampling points with greater efficiency, minimizing the work required to cover a large area, as well as the risk of loss of potential findings. We summarize the methodology used, provide the results of this sampling methodology and discuss the intensity of human space use. The applied methodology in a sector with low archaeological visibility allowed us to have information about human occupation of the area, the characteristics of the archaeological record and the probable spatial distribution of different activities, in a reasonable time and low cost.

Keywords: *Regional Sampling, Bayesian Analysis, Landscape Use, Hunter-gatherers.*

Introducción

Nuestro trabajo considera el paisaje como una construcción social, que involucra las formas bajo las cuales fue pensado y utilizado el entorno por las sociedades. Para su estudio, se hacen necesarios planteos metodológicos que permitan el análisis del registro arqueológico en diferentes niveles espaciales a fin de poder interpretar los patrones de organización espacial (Criado Boado 1999). Solo un abordaje en espacios amplios, a nivel macro espacial nos permitirá acceder al registro arqueológico en su conjunto para luego comprender las escalas menores y así llegar a construir modelos de paisaje y uso de ese espacio. Dentro de este contexto, la prospección es una metodología idónea para alcanzar este acercamiento.

Una prospección arqueológica forma parte del diseño de la investigación que busca establecer la presencia de restos culturales no conocidos y definir de alguna manera, áreas sensibles de ser investigadas en mayor profundidad. No obstante, dentro de un área de análisis siempre existe la posibilidad de que la evidencia arqueológica se presente con diferentes distribuciones y sea recuperada con distintas técnicas. Esta diversidad hace que la estimación que se pueda realizar sobre la cantidad de sitios arqueológicos (*sensu* Plog *et al.* 1978) con una determinada característica sea complicada. Otros inconvenientes también se pueden observar si la cantidad de sondeos que se deben realizar en grandes superficies se calculan por métodos tradicionales (Orton 2000) u otros más específicos (Eugenio & Macchi 2007, 2009) y que en la práctica no son ideales. En ese sentido, la aplicación de un marco bayesiano permitió diseñar una estrategia de muestreo que integra datos de diversos orígenes y factible de realizar sobre el terreno mediante sondeos (Nicholson *et al.* 2000).

En este trabajo se describe sumariamente el diseño utilizado en la prospección, el número de sondeos que se realizaron y el control del riesgo de pérdida de información que reduce los costos de recuperación de restos culturales con el fin de generar información de base para discutir la intensidad de uso del espacio en el pasado por las sociedades cazadoras-recolectoras. Esta metodología permitió la recuperación de información significativa en grandes áreas, con mínima pérdida de información; y complementariamente, realizar observaciones sobre tafonomía regional.

El ambiente del área de trabajo

El área de estudio se ubica en el Humedal costero de la Bahía de Samborombón. Es una llanura de origen marino que se originó durante el episodio transgresivo-regresivo del Holoceno (Figura 1). Entre 3000 y 1500 años AP, una marisma, crestas de playa y cheniers caracterizaban el paisaje (Violante *et al.* 2001). Posteriormente se desarrollaron suelos del tipo vertisoles y en sectores más restringidos, molisoles y entisoles (INTA s/f). Es una zona con muy escasa pendiente, con canales de marea fluvializados de régimen estuarial y con cotas menores a los 3 m.s.n.m, donde se distinguen sectores bajos inundables y pequeñas lomas cuya génesis se vincula a crestas de playa, cheniers y medanos edafizados. La cubierta vegetal está formada por una pradera salada (*Distichlis spicata* y *Hordeum stenostachys*); en las zonas inundables y cangrejales, el pajonal de spartina; y en las lomas arenosas, crestas de playa y cheniers se desarrollan los bosques de tala (*Celtis tala*) (Vervoorst 1967). La fauna es rica en elementos autóctonos: se han relevado más de 300 especies que comprenden peces, mamíferos, aves, anfibios y reptiles (Fernández *et al.* 2004). En el sitio El Divisadero que se ubica en el área que nos ocupa se ha registrado el consumo de diversas especies de peces, roedores, venado, aves y reptiles (Aldazabal *et al.* 2007). La oferta de recursos para las poblaciones cazadoras recolectoras que ocuparon el área fue más variada respecto a sectores más hacia el interior ya que aparte de los recursos terrestres cabe agregar la alta disponibilidad de peces, la oferta de leña y de frutos comestible de los montes de tala (Aldazabal & Eugenio 2008).

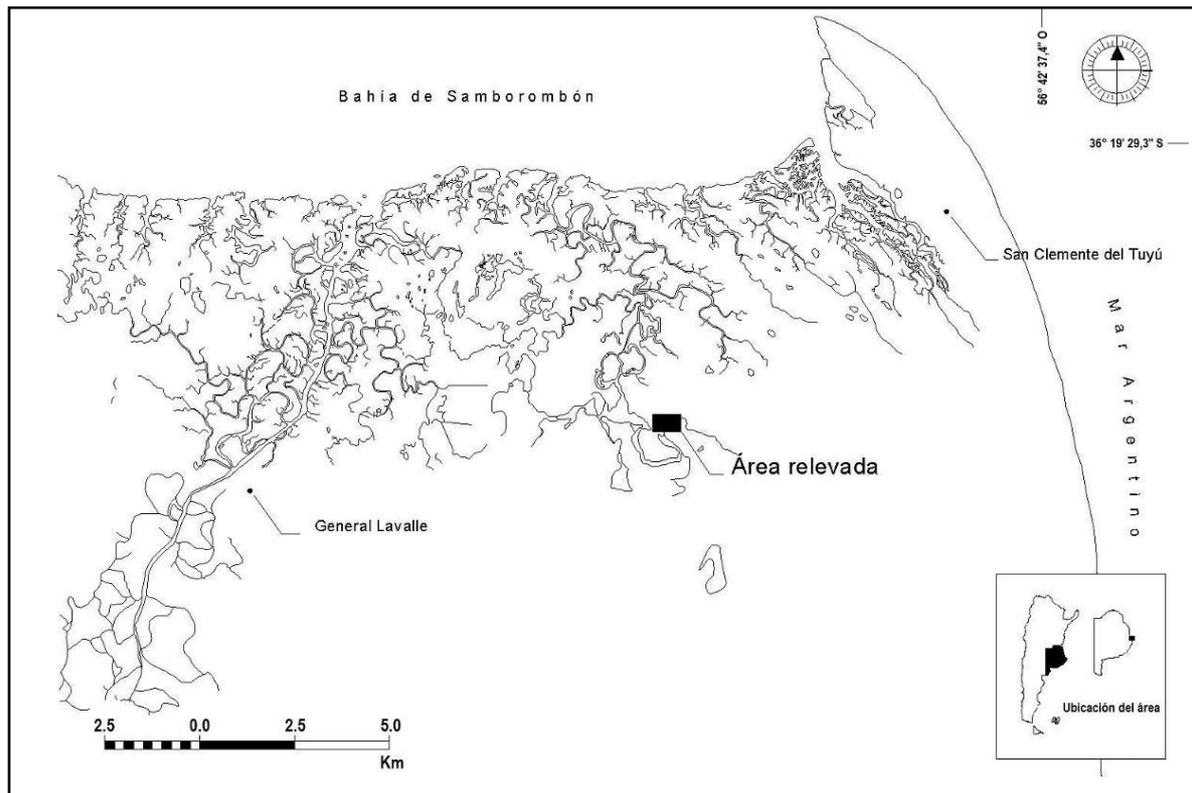


Figura 1. Localización del área de investigación.

Metodología

Las estrategias de prospección están vinculadas en su gran mayoría a consideraciones económicas y supuestos implícitos acerca de la arqueología del área de estudio (Verhagen 2005). La metodología de Bayes hace explícitos esos supuestos y en este caso permite incluir el tipo de sitio buscado y la estimación de la cantidad de sitios que habría dentro de esta zona. Sobre esta base y la integración del registro arqueológico previo, se puede determinar el marco matemático dentro del cual se establezcan las condiciones necesarias para llevar adelante una prospección exitosa. Una variante de este tipo de muestreo se ha utilizado con éxito en biología (Nicholson & Barry 1995, 1999), aunque no es común su aplicación en arqueología (Nicholson *et al.* 2000). De esta manera, se puede calcular la cantidad de sondeos que se deben realizar en un muestreo, en función de la precisión que se decide obtener y un riesgo de pérdida de información.

La perspectiva bayesiana modela estadísticamente utilizando la probabilidad como una forma de cuantificar los supuestos del observador acerca de los parámetros del modelo en base a los datos observados (Buck *et al.* 1996). La estadística bayesiana cuantifica la probabilidad de que el parámetro o hipótesis del modelo sea cierto en función de la información disponible. La estimación de un parámetro específico de la población por medio de estadística bayesiana permite incorporar formalmente al análisis evidencia empírica conocida que se actualiza a medida que surjan nuevos datos. El objetivo es llegar a un valor posterior que se encuentra más cercano al valor verdadero y de esta forma, a una varianza y error standard más pequeños (Robertson 1999). En nuestro caso, se considera como constante la información que se posee de la población, y es uno de los datos de entrada con los que se cuenta. Por otra parte, el parámetro poblacional que se desea evaluar es considerado variable y para la estimación de este parámetro es necesario un conocimiento previo de su distribución.

La técnica de trabajo comprendió dos etapas. En la primera, se recopiló toda la información sobre el área a fin de estratificar el espacio analizado y se hizo un compendio de la información arqueológica disponible. En la segunda etapa, la información obtenida se utilizó para realizar un diseño de muestreo a una escala espacial más amplia que la de sitio, aplicando una perspectiva bayesiana con el propósito de recuperar la casi totalidad de los potenciales sitios que podrían existir con un mínimo riesgo de pérdida de información.

La información ambiental

La superficie en la que se realizó el estudio es un área de 5 km² (Figura 1) que se estratificó en tres secciones claramente diferenciadas de acuerdo a lo observado en imágenes satelitales, fotos aéreas y trabajos de campo. El primer sector -Estrato 1- comprende los bosques de tala situados en lomadas de no más de 2 m de altura y cercanos a cursos de agua. Por otro lado, el segundo sector -Estrato 2- corresponde a bosques de la misma especie situada a más de 150 m de la línea de canales, generalmente más reciente de acuerdo a la altura de su copa y diámetro troncal y en los que en particular, no se había llevado a cabo ningún análisis. Finalmente, la tercera sección -Estrato 3- comprende los bajos inundables por acción de las mareas y cubiertas por el típico pastizal pampeano de praderas saladas. La superficie del primer sector abarca 300.300 m² y la superficie del segundo sector es de 95.700 m² (Figura 2). El Estrato 3 no se analizó por estimar que este espacio no habría sido ocupado por tratarse mayormente de áreas bajas e inundables.

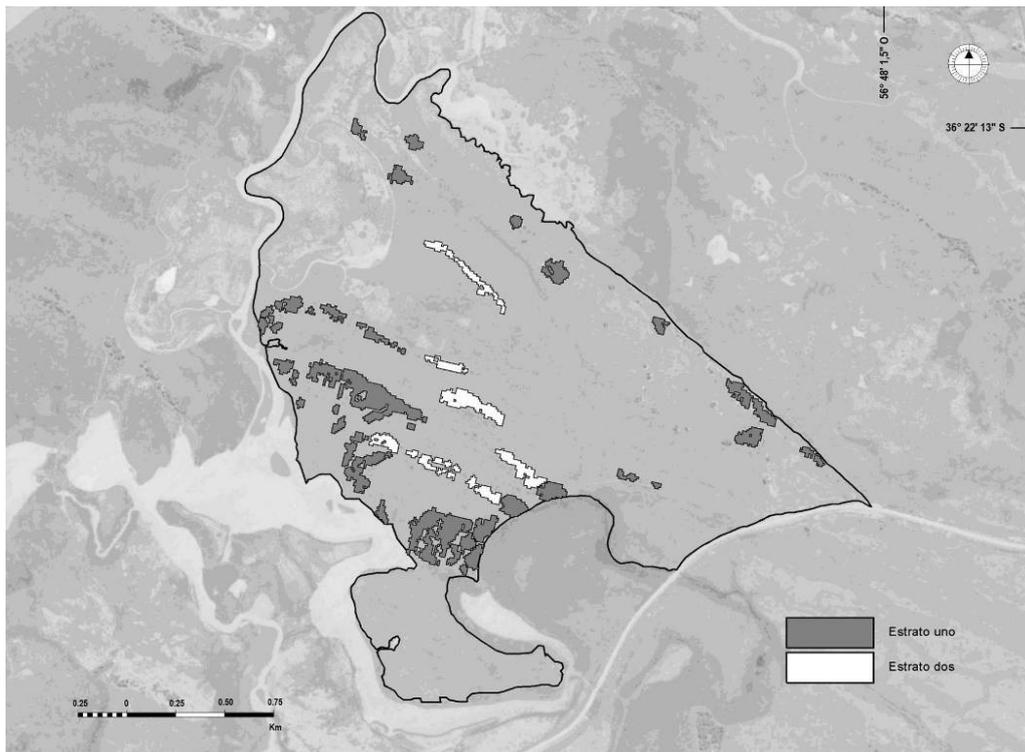


Figura 2. Estratificación del área. Referencia: Gris claro, estrato dos. Gris oscuro, estrato uno.

La información teórica y arqueológica

Trabajos previos realizados en el área permitieron contar con información relevante para el presente estudio:

a- Modelo predictivo sobre potencialidad de sitios de cazadores-recolectores en Gral. Lavalle (Macchi 2009, 2010). Mediante un sistema de información geográfica, e integrando esquemas de

decisión anidados, sumatorias lineales y áreas de forrajeamiento simuladas, se definieron puntos elegibles de ocupación humana, considerando los extremos del espectro estacional invierno-verano y sobre la base de criterios que determinaban si un espacio es adecuado para el asentamiento. Estos estudios permitieron establecer puntos potenciales de ocupación que se encuentran correlacionados con probabilidades de asentamiento en el área solamente en invierno. De acuerdo a estos resultados, habría un uso diferencial entre los estratos. En este trabajo, para simplificar los cálculos se consideró la probabilidad promedio como uno de los parámetros iniciales.

b- Estimación de la superficie circular mínima del sitio más cercano (Eugenio & Macchi 2007, 2009). Estudios intensivos en el área del sitio arqueológico El Divisadero Monte 6, el sitio más cercano, sustentan la hipótesis de un sitio teórico de 25 m² de diámetro -superficie 962 m²- estableciéndose como los parámetros de sitio buscado.

c- Material cultural recuperado en excavaciones, sondeos sistemáticos y hallazgos aislados recuperados en seis puntos dentro del área a prospectar.

Implementación de la metodología de muestreo

En base a la información previa disponible y descrita en los puntos anteriores, sobre cada estrato se superpusieron cuadrículas y se cuantificó la presencia o ausencia de hallazgos dentro de cada una de ellas (Figura 3). Como las características en general de los dos estratos son distintas y solamente en uno de ellos hay evidencia de restos culturales, los datos se trataron de diferente manera.

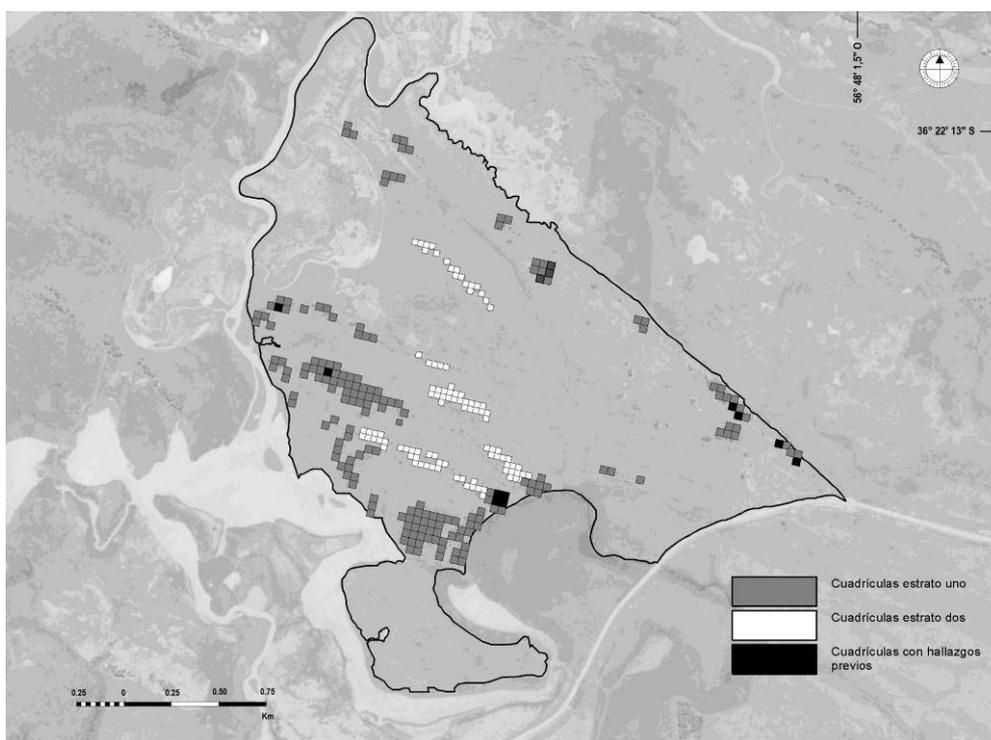


Figura 3. Cuadrículas con hallazgos previos a los sondeos bayesianos.
Referencia: En gris oscuro las cuadrículas donde se localizaron hallazgos previos.

Teniendo en cuenta las probabilidades de intersección y detección de un sitio (en relación con la superficie de la cuadrícula y el tamaño del sitio teórico; la visibilidad y obstrusividad de los artefactos) y el conocimiento arqueológico previo, se estableció el número de sondeos necesarios para evitar la pérdida de sitios. Para el sector definido como *estrato dos*, del cual no se tiene ningún dato disponible antes de comenzar la prospección, se estimó un riesgo de pérdida del 20%. El concepto de los pasos

que se siguieron en la aplicación de la resolución bayesiana para este estrato de 95.700 m², se resume en la Figura 4. Este procedimiento es actualizable con nueva información y modificable hasta alcanzar la probabilidad teórica establecida.

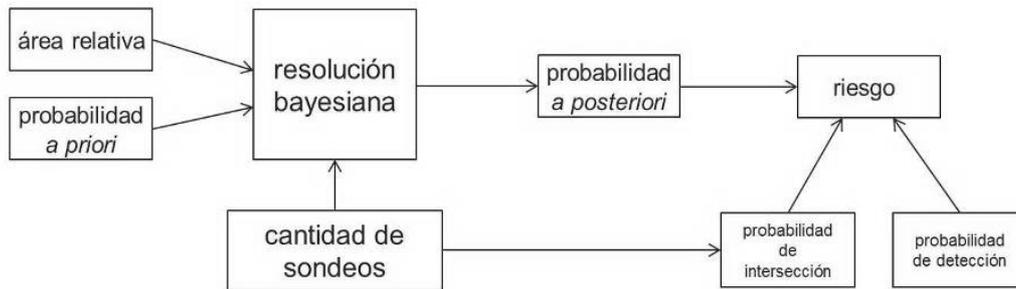


Figura 4. Diagrama de cálculo de la cantidad de sondeos para el estrato secundario.

De manera similar al caso anterior, aplicamos los pasos metodológicos que se muestran en la Figura 5, para el *estrato uno*, que cubre una superficie de 300.300 m² y del que sí se tiene información arqueológica previa. Dado que se cuenta con datos, el riesgo de pérdida es sensiblemente menor, estableciéndose en 2%. En este estrato, también como dijimos, el procedimiento es actualizable a medida que se obtiene nueva información y se puede modificar hasta alcanzar la probabilidad teórica establecida.

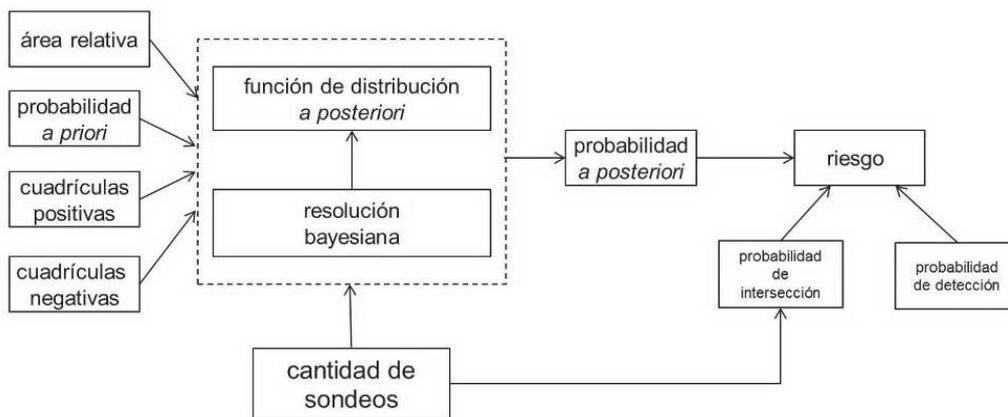


Figura 5. Diagrama de cálculo de la cantidad de sondeos para el estrato primario.

Para efectuar los distintos pasos que componen el cálculo bayesiano se utilizó una planilla de cálculo. Sin embargo, teniendo en cuenta que los resultados de algunos cálculos arrojan valores muy grandes y que exceden el rango de la mayoría de las planillas de cálculo comerciales, en este caso específico, de Excel, se utilizó el complemento Xnumbers 6.0.4.5 que permite superar esta restricción (Beyers 2011).

En general, la información previa es dejada de lado en el diseño de una estrategia de muestreo (Orton 2000). Los estudios realizados sobre distintas maneras de calcular la cantidad de sondeos arrojan que, en un muestreo aleatorio, el riesgo de pérdida de restos culturales alcanza valores más altos que la metodología empleada en este trabajo (Nicholson *et al.* 2000). Por lo tanto, se constituye en una herramienta válida, más precisa y de menor costo para evaluar grandes superficies. En un trabajo posterior (Macchi *et al.* 2011, 2012), se describen en detalle los pasos metodológicos y la implementación en forma ampliada.

La implementación del cálculo bayesiano entregó como resultado la necesidad de realizar 98 sondeos de 0,5 x 0,5 m dentro de cuadrículas de 31 x 31 m, en el estrato dos y 184 sondeos de 0,5 x 0,5 m dentro de cuadrículas de 40 x 40 m, en el estrato uno que se efectuaron por medio de un muestreo sistemático alineado. Los sondeos alcanzaron una profundidad de 0,4 m teniendo en cuenta los perfiles de suelo relevados y además, la profundidad en la que se registraron los hallazgos en excavaciones y prospecciones anteriores. Se excavaron a pala y el sedimento extraído se revisó minuciosamente sin zarandear.

Resultados

El resultado de los muestreos permite avanzar en la identificación del paisaje arqueológico del área investigada, en tanto pudo observarse la variabilidad en la conformación del registro arqueológico y su distribución espacial, consecuencias de la actividad humana, y diferenciar los restos no antrópicos y sus agentes de alteración.

La realización de los sondeos dio como resultado el hallazgo de restos arqueológicos que permitieron evaluar la distribución espacial de los sondeos con y sin hallazgos culturales, y su dispersión diferencial en relación a los datos previos con los que se contaba al inicio de la prospección. Complementariamente se realizaron observaciones tafonómicas que mostraron una distribución espacial diferencial entre los restos óseos de origen cultural y no cultural. La Figura 6 ilustra las cuadrículas con sondeos que entregaron restos culturales y resume la información de hallazgos previos, comparando con los resultados de la estrategia de muestreo implementada.

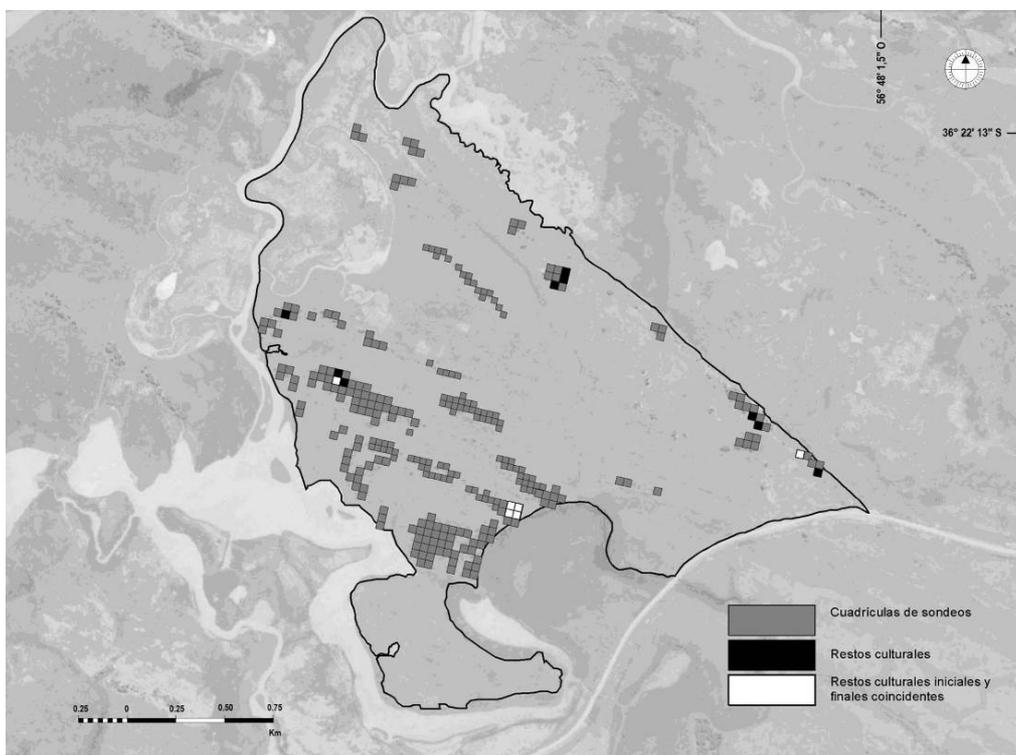


Figura 6. Cuadrículas con sondeos con hallazgos culturales. En gris, cuadrículas planteadas; en negro, cuadrículas con hallazgos culturales; en blanco, cuadrículas con hallazgos resultantes del muestreo coincidentes con hallazgos previos.

De la totalidad de los 282 sondeos, solamente ocho de ellos, que fueron realizados en el estrato uno, entregaron restos culturales (Figura 7). En el monte 11 un sondeo con un hallazgo, en el monte 3, tres sondeos dieron un total de 30 hallazgos y en el monte 6, donde se ubica el sitio El Divisadero,

cuatro sondeos con un total de 95 restos. El resultado de los sondeos realizados en el monte 6, que por definición son independientes de la excavación previamente realizada, valida de alguna manera los resultados globales de la estrategia de muestreo aplicada. Los hallazgos por categoría se resumen en la Tabla 1.

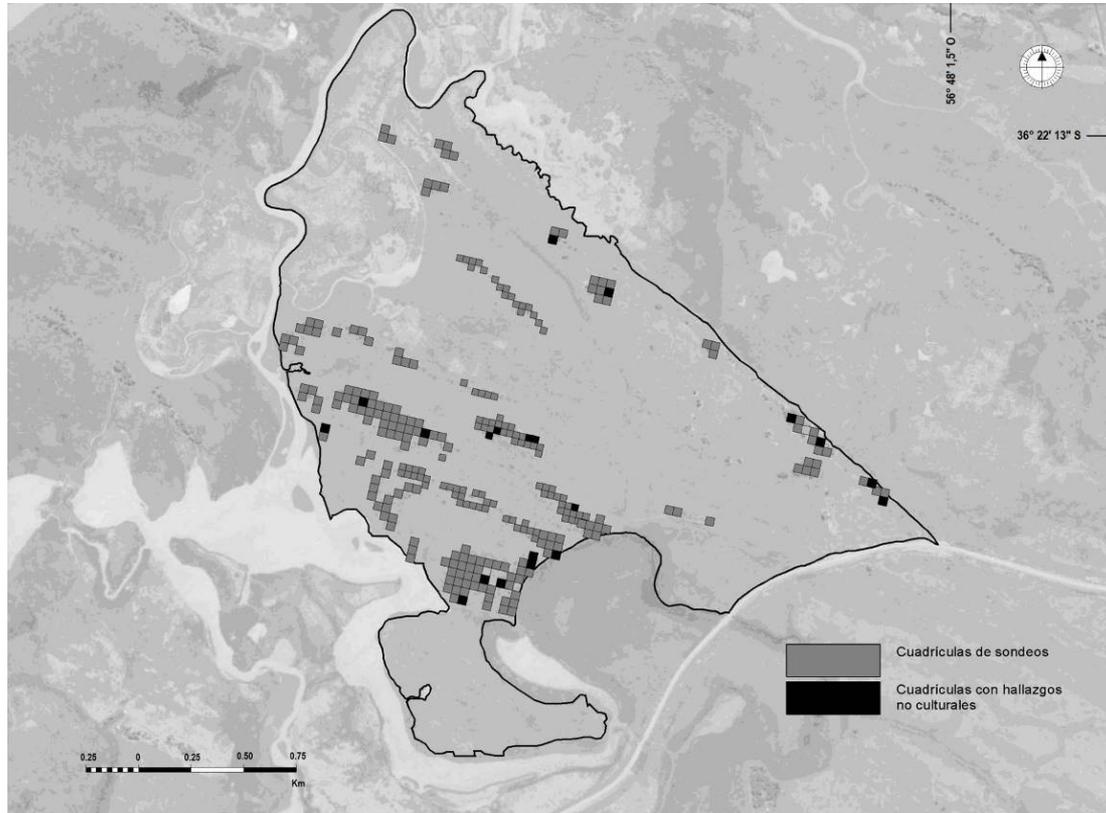


Figura 7. Sondeos con restos óseos no culturales. En gris, cuadrículas planteadas. En negro, cuadrículas con sondeos con hallazgos.

Tabla 1. Cantidad de hallazgos culturales.

Tipo de hallazgo	cantidad
Cerámica	35
Ocre	1
Carbón	7
Lascas	2
Guijarros	1
Peces	5
Placas de edentados	34
Mamífero mediano	30
Mamífero pequeño	11
Total	126

La cerámica incluye fragmentos lisos, con decoración incisa y pintada, y piezas corrugadas. El material lítico dos lascas de calcedonia y un guijarro de basalto. Los restos óseos se asignaron a mamífero mediano -peso entre 3 a 50 kg- entre los que hemos identificado venado y nutria. De la totalidad de los restos, dos de ellos estaban quemados. Los restos de mamífero pequeño -peso menor a 3 kg- son de roedores. Los restos de peces comprenden vértebras y escamas.

Si tenemos en cuenta la cantidad de restos por sondeo, observamos que sólo en un sondeo se hallaron 64 restos y en otro 26. Los restantes muestran una baja densidad de hallazgos por sondeo: en 3 sondeos se recuperaron de 1 a 3 hallazgos y en otros 3 sondeos de 8 a 13 hallazgos. Por otra parte,

veinte sondeos entregaron restos óseos no culturales (Figura 8), tanto en el estrato primario como en el secundario. Comprenden de uno a tres piezas óseas por sondeo. Se observa un predominio de restos de vacuno y de fragmentos óseos de mamífero grande que podrían asignarse también a vacuno y en menor porcentaje restos de *Ovis* sp. Hay que tener en cuenta que en el área de trabajo ingresan anualmente más de 1000 vacunos a pastar durante el verano.



Figura 8. Materiales arqueológicos recuperados en el muestreo.

La fauna nativa está presente en bajo porcentaje y se registró la presencia de *Rhea* sp., restos de mamífero mediano, mamífero pequeño y ave. No se han recuperado restos de peces en estos sondeos. Los restos antrópicos modernos también aparecen en bajo porcentaje y se trata mayormente de restos de carbón posiblemente vinculados a pequeños fogones que realizan los pescadores actuales. La distribución espacial de estos restos óseos no culturales, en el espacio, es más homogénea (ver Figura 7). Por otra parte, se observó que los restos de vacuno, oveja y carbón aparecen más superficialmente - a menos de 10 cm de profundidad- y en cambio los restos de fauna nativa, en algunos casos se registraron a mayor profundidad (hasta 25 cm). La Tabla 2 resume la especie o el tipo de resto y la cantidad de sondeos en que fue registrada.

Tabla 2. Restos óseos modernos.

Tipo de hallazgo	cantidad
Vacuno	10
Oveja	3
<i>Rhea</i> sp.	1
Mamífero grande + mamífero mediano	1
Mamífero grande + mamífero mediano + ave	1
Mamífero grande + m. mediano + m. pequeño	1
Mamífero mediano + carbón	1
Carbón	2

Conclusiones

La características del registro arqueológico de un sitio sobre la base de datos recuperados en prospecciones tiene sus inconvenientes y es necesario una estrategia sistemática que se encuentre dentro del análisis de la investigación (Eugenio & Macchi 2007, 2009). La reconstrucción del uso del paisaje por parte de grupos humanos con gran movilidad constituye un problema si no se cuenta con una gran cantidad de datos distribuidos en una escala espacial amplia. Los cálculos estadísticos bayesianos utilizados en este modelo de prospección, facilitaron el muestreo en una superficie de grandes dimensiones y arrojaron resultados que son importantes para caracterizar el paisaje arqueológico. La aplicación de esta metodología ha permitido, en un tiempo razonable y a bajo costo, contar con información sobre la ocupación del área y las características del registro arqueológico en relación a las tecnofacturas y la posible distribución espacial de diferentes actividades.

El modelo predictivo (Macchi 2009, 2010), utilizado como uno de los datos de entrada en el análisis, indicaba la presencia de nueve puntos elegibles para la ocupación humana en el estrato uno y tres en el dos. Si se considera a esos puntos como potenciales sitios arqueológicos, podemos calcular la significancia de los resultados por una prueba de chi-cuadrado (Conolly & Lake 2006). De esta manera, si $\chi^2_{\text{cal}} \geq \chi^2_{\alpha}$ habría un uso diferencial del espacio y en este caso ($\chi^2_{\text{cal}}=7$, $\chi^2_{\alpha}=3,84$, $gl=1$ y $\alpha=0,05$) se cumple la condición, por lo que valida formalmente los resultados obtenidos. Por otra parte, la densidad de sitios para el invierno que plantea el modelo predictivo es de uno a tres sitios por km^2 , mientras que el muestreo ha permitido localizar un sitio por km^2 , valor que cae dentro del intervalo estimado. El contraste entre el modelo predictivo y los resultados del muestro indica que en general, habría baja intensidad de uso del espacio y poca redundancia de ocupación, en concordancia con el modelo.

En relación a la ocupación diferencial del espacio podemos decir que los materiales recuperados en los montes 3, 6 y 11, podrían interpretarse como bases residenciales. En el monte 6 es donde se registró la mayor cantidad de sondeos positivos y con mayor densidad de restos por sondeo. En otros montes, se contaba con la información de hallazgos aislados en tres puntos, recuperados en prospecciones anteriores que, junto con los resultados negativos del muestreo bayesiano en todas las cuadrículas contiguas, sugeriría que se trata de localizaciones.

Todos los hallazgos culturales fueron realizados en el estrato primario caracterizado por montes de tala próximos a cursos de agua. En el estrato secundario, con bosques más jóvenes y a distancia mayor a 150 m de cursos de agua, no se registraron restos culturales. Es posible que las ocupaciones en el primer estrato se deban a la proximidad de los cursos de agua que permitieron explotar los recursos acuáticos y por otro lado, también hay que considerar la posibilidad de que, en el pasado, el estrato secundario no tuviera la cobertura arbórea actual.

Por último y en relación a los aspectos metodológicos del muestreo bayesiano, cabe destacar la importancia de las recolecciones superficiales e incluso de los sondeos no sistemáticos ya que son la fuente inicial de datos para el cálculo bayesiano. Otro punto importante en nuestro caso fue la estratificación del área de investigación con respecto a la probabilidad inicial dada su variabilidad ambiental. El tiempo que insumió la realización de los 282 sondeos en el campo fue de 11 días y trabajaron 4 personas.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de las investigaciones desarrolladas dentro del proyecto Arqueología del Tuyu, financiado por el Conicet. Agradecemos la colaboración de la Municipalidad de General Lavalle, a la familia Castillo, al Dr. Bogani y al Gpe. M. Beade.

Referencias

- Aldazabal, V. & Eugenio, E. 2008. La colonización humana en el Holoceno Tardío del humedal de la Bahía Samborombón. En: L. Borrero & N. Franco (comps.): *Arqueología del extremo sur del continente americano. Resultados de nuevos proyectos*, pp. 55-80. IMHICIHU, CONICET, Buenos Aires.
- Aldazabal, V., Silveira, M. & Eugenio, E. 2007. Zooarqueología del sitio El Divisadero Monte 6, Gral. Lavalle, Buenos Aires. *Actas del XVI Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Tras las Huellas de la Materialidad 3*: 241-246, Jujuy.
- Beyers, J. 2011. Xnumbers version 6.0. <http://www.thetropicalevents.com/Xnumbers60.htm>. (acceso 11 de julio de 2012).
- Buck, C. E., Cavanagh, W. G. & Litton, C. D. 1996. *The Bayesian Approach to Interpreting Archaeological Data*. Willey, Chichester. 402 pps.
- Conolly, J. & Lake, M. 2006. *Geographical Information Systems in Archaeology*. University Press, Cambridge. 358 pps.
- Criado Boado, F. 1999. *Del terreno al espacio. Planteamientos y perspectivas para la Arqueología del Paisaje*. CAPA 6, Santiago de Compostela. 82 pps.
- Eugenio, E. & Macchi, D. 2007. Muestreo de sitios arqueológicos. El caso de El Divisadero Monte 6 (Gral. Lavalle - Pcia. de Buenos Aires). *Actas del XVI Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Tras las Huellas de la Materialidad 3*: 293-299, Jujuy.
- Eugenio, E. & Macchi, D. 2009. Los límites del sitio. Una estrategia de muestreo para casos de baja o nula visibilidad arqueológica. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología 34*: 103-122.
- INTA. s/f. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3757-10 y 4 Gral. Lavalle. Buenos Aires. 60 pps.
- Fernández, G. Beade, M., Pujol, M. & Mermoz, M. 2004. *Plan de manejo de la Reserva de Vida Silvestre "Campos del Tuyú"*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires. 141 pps.
- Macchi, D. 2009. Análisis sistemático de potenciales ocupaciones de cazadores-recolectores en ambientes litorales homogéneos. Partidos de General Lavalle y de la Costa - Pcia. de Buenos Aires Tesis de licenciatura. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras. Buenos Aires, 120 pps. (Inédito).
- Macchi, D. 2010. Modelos predictivos en arqueología: un ejemplo práctico (partidos de General Lavalle y de la Costa, pcia. de Buenos Aires). En: R. Bárcena & H. Chiavazza (eds.): *Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de mayo. XVII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Tomo 5, pp. 1787-1792. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
- Macchi, D., Aldazabal, V. & Eugenio, E. 2011. Determinación de áreas de muestreo en un sector del humedal costero de la bahía de Samborombón mediante análisis bayesiano. *Cuadernos de Antropología*, en prensa.
- Macchi, D., Aldazabal, V. & Eugenio, E. 2012. Aplicación de técnicas de estadística bayesiana a la resolución de problemas arqueológicos. Ms. en archivo, Biblioteca del IMHICIHU-CONICET, Buenos Aires.
- Nicholson, M. & Barry, J. 1995. Inferences from spatial surveys about the presence of an unobserved species. *Oikos 72*: 74-78.
- Nicholson, M. & Barry, J. 1999. Inferences from spatial surveys about the distribution of patch size of an unobserved species. *The Statistician 49*(3): 327-337.
- Nicholson, M., Barry, J. & Orton, C. 2000. Did the Burglar Steal my Car Keys? Controlling the Risk of Remains Being Missed in Archaeological Surveys. Trabajo presentado en Institute of Field Archaeologists Conference, Brighton. UCL Eprints, University College London. <http://discovery.ucl.ac.uk/2738/1/2738.pdf> (acceso 28 de agosto de 2012).
- Orton, C. 2000. *Sampling in Archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge. 276 pps.
- Plog, S., Plog, F. & Wait, W. 1978. Decision Making in Modern Surveys. En: M. Schiffer (ed.): *Advances in Archaeological Method and Theory*, Volume 1, pp. 383-421. Academic Press, New York.
- Robertson, I. 1999. Spatial and Multivariate Analysis, Random Sampling Error, and Analytical Noise: Empirical Bayesian Methods at Teotihuacan, Mexico. *American Antiquity 64*(1): 137-152.

- Verhagen, P. 2005. Prospection Strategies and Archaeological Predictive Modelling. En: M. van Leusen & H. Kamermans (eds.): *Predictive Modelling for Archaeological Heritage Management: A research agenda*, pp. 109-122. Nederlandse Archeologische Rapporten (NAR) 29, ROB, Amersfoort.
- Vervoorst, F. 1967. *Las comunidades vegetales de la depresión de Salado*. La Vegetación de la República Argentina. Serie fitogeográfica 7, Buenos Aires. 260 pps.
- Violante, R., Parker, G. & Cavallotto, J. 2001. Evolución de las llanuras costeras del este bonaerense entre la bahía Samborombón y la laguna Mar Chiquita durante el Holoceno. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56(1): 51-66.