

INDICADORES DE TASAS DE DEPOSITACION RELATIVAS EN EL REGISTRO ARQUEOLOGICO, SU APLICACION EN SITIOS DE FUEGO PATAGONIA

CRISTIAN M. FAVIER DUBOIS*

INTRODUCCION

Estos estudios se enmarcan en el proyecto Magallania (Conicet), y se desarrollan desde una perspectiva geoarqueológica. La geoarqueología es una disciplina que Butzer (1982:35) define como *Investigación arqueológica utilizando métodos y conceptos de las ciencias de la tierra*. La unidad de análisis de este enfoque es la matriz sedimentaria que contiene al registro arqueológico, y entre sus objetivos centrales está el estudio de los procesos que le dieron origen (Waters 1992).

Un aspecto clave de estos procesos formacionales es el de estimar las tasas de depositación que afectaron a la evidencia cultural, ya que, de acuerdo con Binford (1981), tanto la integridad como la resolución del registro son dependientes de las mismas. Es así que, por ejemplo, con tasas de sedimentación muy bajas difícilmente podamos discriminar ocupaciones; y asimismo podrían ser muchos los agentes representados en la formación de ese registro.

La matriz de un sitio arqueológico está formada por sedimentos y/o suelos (Waters *op. cit.*), el solo hecho de hablar de suelos aporta información acerca de las tasas de sedimentación involucradas, ya que un suelo se desarrolla cuando una superficie se encuentra estabilizada (esto es, mínimas tasas de erosión/depositación).

* Sección Arqueología. Instituto de Ciencias Antropológicas. U.B.A., 25 de Mayo 217. piso 3 (1002); y Programa de Estudios Prehistóricos (PREP-CONICET). Bartolomé Mitre 1970. piso 5 (1039). Buenos Aires.

Una forma de evaluar las tasas de depositación prevalecientes en un depósito puede consistir en seleccionar muestras datables (hueso, carbón, valvas, etc.) de arriba y de abajo del mismo y determinar su edad. El intervalo servirá para estimar, en promedio (considerando que no hay inversiones en la estratigrafía y que la incorporación de estos materiales fue sinsedimentaria), si la depositación fue rápida o lenta. Pero podemos buscar indicadores independientes, que tengan relación con el efecto de las condiciones ambientales sobre los conjuntos que permanecen en superficie. De esta manera, la mayor o menor permanencia de los materiales en superficie puede actuar como indicador indirecto de las tasas de depositación ya que dicha permanencia se verá reflejada en materiales sensibles que podemos utilizar como indicadores relativos de tiempos de exposición.

Por otra parte, en vistas de la presencia de numerosos conjuntos arqueológicos en superficie, es importante establecer la antigüedad relativa del sustrato para comprender mejor la historia de los materiales que involucra. Aquí también pueden utilizarse indicadores de exposición.

En este trabajo vamos a caracterizar indicadores de exposición relativos provenientes tanto de los materiales arqueológicos, como del contexto sedimentario; y vamos a ejemplificar el uso de algunos de ellos en las investigaciones geoarqueológicas que se están desarrollando en Fuego Patagonia.

INDICADORES POTENCIALES DE TASAS DE DEPOSITACION

El siguiente es un listado preliminar de algunos indicadores que pueden ser de utilidad en la estimación de tasas de depositación relativas.

En los materiales arqueológicos:

- Costras y anillos de meteorización (oxidación, hidratación) en artefactos.
- Barnices del desierto.
- Pulido de aristas.
- Meteorización, corrosión y calcinación en huesos, dientes y valvas.

En el contexto sedimentario:

- Costras y anillos de meteorización en clastos.
- Barnices del desierto.
- Ventifactos.

- Termoclastismo/crioclastismo.
- Proporción de materiales autóctonos/alóctonos en cuevas y aleros.
- Expresión de procesos pedogenéticos.

Todos estos indicadores son de calibración local, es decir se ajustan a las variables ambientales locales y no pueden extrapolarse sin tener en cuenta estas limitaciones. Por otra parte son de distinta sensibilidad temporal, aspecto que aún debe profundizarse y sobre el que, en algunos casos, sólo se cuenta con generalizaciones. Cuando los indicadores están presentes sólo en los materiales arqueológicos o sólo en el contexto sedimentario matriz, la asociación entre unos y otros debe ser defendible desde el análisis de los procesos de formación, ya que la evidencia antrópica podría estar recontextualizada.

La lista no los agota (podrían agregarse la termoluminiscencia, los nucleidos cosmogénicos, algún indicador específico del ambiente bajo estudio, etc.), esta selección se refiere a procesos frecuentes y a indicadores de uso factible por parte de cualquier equipo de investigación.

CARACTERÍSTICAS Y PERSPECTIVAS DE CADA INDICADOR

Costras y anillos de meteorización:

Se los puede encontrar tanto en los artefactos como en los clastos del contexto sedimentario. Constituyen el resultado de la meteorización química (principalmente oxidación) de los materiales rocosos, vehiculizada por la presencia de agua. De esta manera se originan costras y anillos decolorados que evolucionan hacia el interior de la roca, y que mantienen proporcionalidad con el tiempo transcurrido desde el inicio de este proceso.

Según Kneupfer (1994) la tasa de descomposición variará de un lugar a otro de acuerdo a variables semejantes a las que intervienen en un perfil de suelo (es decir clima, biota, relieve, material parental, y tiempo). Asimismo la formación de anillos será más rápida en las rocas que permanecen expuestas que en aquellas ubicadas por debajo de la superficie estabilizada; esta sensibilidad diferencial hace que las primeras sean útiles para estimar antigüedades relativas en superficies Holocenas, mientras que las segundas se utilicen para superficies Pleistocenas, o previas aún (Kneupfer *op. cit.*).

La susceptibilidad a la meteorización de los minerales que componen las rocas ígneas (de representación frecuente en guijarros y artefactos) responde, en términos generales, a la secuencia de estabilidad de Goldich (inversa a la serie de cristalización

de Bowen) aunque en ambientes particulares pueden existir excepciones (Wasklewicz 1994). De acuerdo con ello minerales formados a muy elevadas presiones y/o temperaturas serán física y químicamente inestables en superficie, y a mayor diferencia de parámetros mayor susceptibilidad. Es así que, en un mismo ambiente, se meteorizarán más rápido aquellas rocas que presenten minerales que ocupen los primeros lugares en la serie (minerales oscuros o máficos, como olivino, piroxenos y anfíboles) que las que contengan predominantemente minerales que cristalizan a menores presiones y temperaturas (minerales claros o félsicos, como el cuarzo o los feldespatos potásicos). A manera de ejemplo, bajo las mismas condiciones, un basalto es más susceptible a la meteorización que una riolita.

Rocas como andesitas, basaltos, y areniscas de grano fino a medio suelen desarrollar anillos bien definidos que pueden ser medidos con precisión, mientras que en rocas graníticas no se forman anillos tan delimitados (Kneupfer 1994). Los depósitos de grano grueso como gravas fluviales, abanicos aluviales o depósitos glaciarios son los más aptos para el estudio del desarrollo de los anillos de meteorización; los casos en que estos materiales presentan anillos heredados son muy raros (Colman y Pierce 1981; Kneupfer *op. cit.*). En artefactos expuestos suelen asimismo desarrollarse costras de meteorización (dependiendo su evolución del tipo de litología), mientras que las “cortezas” usualmente constituyen costras heredadas de la materia prima.

El desarrollo de anillos de hidratación en obsidiana es un proceso de meteorización diferente al que produce los anillos y costras de oxidación. En este caso es la progresiva hidratación por difusión la que genera el crecimiento de un anillo, cuya tasa dependerá de la composición química de la obsidiana, y de la temperatura y humedad relativa del ambiente en el que se desarrolla el proceso (Beck y Jones 1994).

Temporalmente los anillos de oxidación e hidratación suelen formarse en lapsos de miles de años, aunque eventualmente puedan ser cientos, de acuerdo a las variables ambientales intervinientes.

Si bien los trabajos referenciados destacan el uso de estos indicadores para establecer cronologías de superficie, interesa explorar asimismo su potencial desde el punto de vista de la dinámica sedimentaria, ya que su desarrollo indica el predominio de la meteorización sobre la sedimentación en una superficie o paleosuperficie determinada.

Barnices del desierto:

A diferencia de lo que ocurre con la formación de costras y anillos, producidos por la progresiva meteorización de la superficie de un clasto o artefacto, la presencia de barnices o pátinas se debe a procesos de acreción, y por tanto no involucran al material infrayacente (Dorn 1994). La mayoría de las “cubiertas” desarrolladas sobre las superficies rocosas tienen un origen biogénico, estando compuestas por una matriz inorgánica que incluye elementos de origen orgánico. Este es el caso de los denominados “barnices”, cuya formación está catalizada por bacterias concentradoras de manganeso; se generan así cubiertas oscuras (entre 2.0-5.0 μm y 0.5-1 mm de espesor) de apariencia lustrosa compuestas por minerales arcillosos cementados a la superficie rocosa por óxidos de manganeso y hierro (cuyas proporciones relativas darán colores negros, marrones, grises, o naranjas) (Dorn 1994; Watson 1992). Son frecuentes en ambientes áridos a semiáridos, por lo que se los denomina “barnices del desierto”; suelen cubrir rocas expuestas, petroglifos, e incluso artefactos.

De acuerdo con Dorn (1994) los barnices formados subaéreamente serán diferentes en cuanto a estructura y elementos traza a los desarrollados en grietas de rocas o, eventualmente, en el contacto suelo-roca (cara inferior de guijarros). A firma que estos ambientes protegidos favorecen la concentración de manganeso por lo que sus barnices pueden presentar mejor apariencia (más oscura y brillante) que los de origen exclusivamente subaéreo (caras expuestas); debe tenerse en cuenta esta circunstancia al realizarse un estudio. Usualmente son duros (6.5 Mohs) aunque pueden ser eliminados por acción de vientos cargados con partículas de arena (Watson 1992).

Por el método de la tasa de cationes pueden datarse barnices en forma relativa o calibrada; por otra parte pueden obtenerse fechas radiocarbónicas (AMS) de la materia orgánica que preservan. Se ha sugerido que hay barnices que pueden desarrollarse en unas pocas décadas, pero usualmente se forman a lo largo de cientos y miles de años de exposición, tendiendo a ser más oscuros y brillantes con el tiempo (Watson *op. cit.*).

Ventifactos, pulido de aristas:

Se producen como resultado de la acción del viento cargado de partículas, sobre las caras expuestas de artefactos o clastos que permanecen en superficie. Esta acción mecánica se denomina corrosión (abrasión eólica).

Los ventifactos (o cantos facetados) pueden presentar desde bien perfiladas formas poliédricas, hasta configuraciones irregulares. En rocas muy compactas y de

grano fino el limado y pulido crea superficies lisas y satinadas, untuosas al tacto; si en cambio los componentes minerales presentan una resistencia diferenciada, la corrosión selectiva genera alvéolos, hoyos y cinceladuras (Coque 1984). De acuerdo con Breed *et al.* (1992) no es la arena el agente más importante en el proceso sino las partículas más finas en suspensión (limos y arcillas) que actúan incluso con vientos de velocidad moderada y pueden generar facetas, orificios o estriaciones en direcciones distintas a las del viento predominante. Ello ocurre por la acción de pequeños torbellinos y remolinos (corrientes subsidiarias de vorticidad) originados por la topografía local.

A mayor tamaño de las partículas en movimiento mayor velocidad del pulimento. Breed *et al.* (1992) mencionan que los ventifactos ubicados en la zona de saltación serán erosionados primordialmente por la arena, y presentarán superficies pulidas sin los detalles que caracterizan la acción de las partículas finas (como la presencia de estriaciones en la cara ubicada hacia el viento); mientras que vientos moderados que transporten partículas tamaño limo y arcilla, operando en largos períodos de tiempo, darían cuenta del pulimento característico de muchos ventifactos, y podrían constituir el proceso dominante en regiones pedregosas pobres en depósitos psamíticos. Entonces, en presencia de arena y fuertes vientos, la corrosión es máxima, mientras que con partículas más finas y menores velocidades del viento el proceso se lentifica. Otras variables a tener en cuenta son la concentración y dureza de las partículas abrasivas, la densidad y distribución de la vegetación, y la naturaleza de la topografía (Waters 1992: 208).

Meteorización, corrosión y calcinación, en huesos, dientes y valvas : (arqueológicos y tafonómicos)

La meteorización ósea, referida a los estadios de Behrensmeyer (1978), es un indicador útil a la hora de evaluar tasas de sedimentación. Teniendo en cuenta que existen distintas tasas de meteorización en superficie para distintos huesos (de acuerdo a su densidad) y que hay factores tafonómicos involucrados, es un indicador que con una adecuada calibración permite realizar estimaciones confiables de las tasas predominantes. La meteorización en valvas es un proceso menos conocido y requiere estudios adicionales.

La corrosión (abrasión eólica) es producida *in situ* por acción del viento cargado de partículas (fenómeno frecuente en Patagonia). Se expresa en el redondeamiento de las aristas y en un pulido general de las superficies expuestas de huesos o valvas, que evoluciona con el tiempo.

La calcinación constituye una reacción fotoquímica debida a exposición prolongada a la radiación solar. Produce en los huesos un blanqueamiento característico, e incrementa su fragilidad por pérdida del colágeno. La diferencia entre superficies expuestas y no expuestas es evidente, y permite reconstruir la posición de un hueso durante el período de exposición (Ubelaker 1989). Los efectos de la calcinación en valvas son externamente similares.

La meteorización, corrosión y calcinación afecta también a los dientes, pero debido a su elevada densidad y menor porosidad resultan menos sensibles que los huesos y valvas.

Termoclastismo/crioclastismo:

El termoclastismo se refiere a la fragmentación de rocas en superficie por efecto de los cambios de temperatura. Estos provocan una alternancia de fenómenos de dilatación y contracción que se traducen en tensiones mecánicas que pueden manifestarse en una desagregación granular, en una descamación (disyunción de placas), o en un cuarteamiento (fragmentación en clastos cuadrangulares) (Muñoz Jiménez 1993). De acuerdo a Coque (1984) su accionar es dependiente de factores como el color, la textura y la naturaleza del material afectado, ya que tanto su capacidad de absorción calorífica como su conductividad dependen de ello. El proceso es generalmente lento, pudiendo definirse como la introducción de un efecto de fatiga como consecuencia de oscilaciones térmicas muy numerosas que a medio o largo plazo dan lugar a los fenómenos de fragmentación (Muñoz Jiménez *op. cit.*). En la mayor parte de los casos actúa en combinación con otros procesos de meteorización más rápidos y eficaces, como lo es la expansión del hielo en las grietas cuando las variaciones térmicas involucran el punto de congelación del agua, fenómeno que se denomina crioclastismo. Como fenómenos superficiales son indicadores relativos de tiempos de exposición más eficaces en rocas sedimentarias y metamórficas.

Respecto a sensibilidad temporal, es muy poco conocida. Particularmente hemos observado en las márgenes del Lago Roca (Santa Cruz) que en sectores donde se evidencia el retroceso erosivo de perfiles con bloques y guijarros de origen glaciario estos procesos se manifiestan antes del desarrollo de barnices o costras de meteorización (y su frecuencia va en aumento a medida que nos alejamos del perfil de proveniencia), por lo que consideramos su sensibilidad mayor, por lo menos frente a las variables predominantes en esta zona.

Proporción de materiales autóctonos/alóctonos en cuevas y aleros:

La representación relativa de materiales autóctonos (provenientes de la pared y techo) y alóctonos (que vienen del exterior acarreados por el viento, corrientes hídricas, etc.) en secuencias de abrigos puede utilizarse como un indicador de las tasas predominantes de depositación.

La estabilidad del paisaje circundante (no hay erosión ni acumulación de sedimentos) favorecería la representación de materiales endógenos (ya que prevalece la meteorización de la roca del alero), y eventualmente la formación de un suelo (en estas circunstancias, los materiales de origen antrópico tienen baja probabilidad de enterrarse, por lo que permanecerán expuestos a la meteorización y a otras alteraciones en superficie); mientras que tasas más elevadas de erosión/depositación en la zona elevarían la proporción de material exógeno, preservando mejor la evidencia arqueológica. Asumiendo entonces que las usualmente lentas tasas de meteorización de un alero son relativamente constantes, la representación relativa de los materiales exógenos puede utilizarse como una estimación de las tasas de depositación predominantes.

Expresión de procesos pedogenéticos:

Sumariamente, un suelo se forma cuando una superficie topográfica se estabiliza (no sufre erosión ni depositación, o son mínimas) y comienza entonces a meteorizarse, vía agentes físicos, químicos y biológicos. Con el tiempo este proceso diferencia horizontes sobre el material subyacente (material originario o parental). De esta forma la superficie de un suelo o paleosuelo indica una interrupción por un período prolongado de la sedimentación y erosión, prevaleciendo la meteorización. Al hacerse casi nulas las tasas de depositación es esperable que los materiales ubicados sobre estas superficies estabilizadas evidencien asimismo la acción de la intemperización.

Los procesos físicos, químicos y biológicos que involucra la pedogénesis, se expresan en propiedades de los horizontes de suelo (espesor, límites, color, composición mineral, estructura, materia orgánica, etc.). Un importante proceso biológico es la humificación, que se expresa en la aparición de un horizonte oscuro, rico en humus (horizonte A), mientras que se debe al proceso físico de translocación la migración de arcillas que genera un horizonte B argílico (FitzPatrick 1984). Los tiempos involucrados en la expresión de estas propiedades (desarrollo de un suelo) son muy variables, ya que dependen de factores climáticos, bióticos, topográficos y del tipo de sustrato del que se

trate. A manera de ejemplo, bajo praderas en climas templados un horizonte superficial (A) puede desarrollarse en el término de varias decenas o pocas centenas de años, mientras que un horizonte argílico de iluviación suele necesitar milenios (Birkeland 1984; Buol *et al.* 1990).

En algunos casos la acumulación de sedimentos es lo suficientemente lenta como para permitir su simultánea alteración pedogenética (expresada por ejemplo en una humificación progresiva), esto resulta en los denominados suelos acumulativos o cumúlicos, que se caracterizan por la presencia de un horizonte A de acreción vertical muy desarrollado, y que por lo general involucra mucho tiempo. La diferencia entre suelos con espesos horizontes cumúlicos y depósitos sedimentarios corrientes se refleja en la mayor influencia relativa de los procesos pedogenéticos respecto a los sedimentarios (Retallack 1990:229).

APLICACION POTENCIAL DE INDICADORES EN FUEGO PATAGONIA

Algunos aspectos geomórficos y ambientales de las zonas de trabajo:

Norte de Tierra del Fuego, bahía San Sebastián

La bahía San Sebastián se encuentra ubicada en la costa atlántica NE de la Isla. La depresión que la une a Bahía Inútil (Chile) es el remanente de una artesa glacial pleistocena. La bahía tiene forma subcircular y es de grandes dimensiones, unos 55 km en dirección N-S y 40 km E-O (mapa 1). Está bordeada por afloramientos de sedimentitas del Terciario y depósitos morénicos que afloran en los acantilados al norte y al sur de la misma (Codignotto y Malumián 1981). Este sector de la Isla posee un clima semiárido, y corresponde fitogeográficamente a la estepa patagónica.

El oleaje dominante en la costa atlántica procede del NE y es intenso, atacando sedimentos glaciares cuaternarios no consolidados, cuya erosión libera gran cantidad de sedimentos, que por deriva litoral se desplazan hacia el sur, quedando casi totalmente atrapados en este entrante costero (Vilas *et al.* 1987). La constante sedimentación en la bahía genera playas de acreción, como la que conforma el complejo playa-lagoon en el sur de la misma, este tiene un sentido general E-O y limita al oeste y al sur con paleoacantilados inactivos labrados sobre sedimentos fluvio-glaciares (Vilas *et al.* 1987). Su parte alta está cubierta por dunas alargadas en sentido E-O que registran abundantes materiales arqueológicos. En este sector los depósitos continentales Holocenos (matriz del registro arqueológico) están constituidos casi exclusivamente por sedimentos eólicos arenosos.

La bahía San Sebastián se ha caracterizado por ser proveedora de recursos variados que fueron aprovechados recurrentemente por los antiguos pobladores del norte de la Isla. Nos referimos a la abundancia de peces y moluscos (mejillones, lapas), especialmente en el sur de la misma; y a sus condiciones favorables para el varamiento de grandes cetáceos (Goodall 1978). Estos recursos se complementaban con el consumo de guanacos, aves y probablemente roedores (Horwitz 1995).

Las condiciones ambientales consisten en: frío (media anual de + 5° C), fuertes y constantes vientos del sector oeste (de acuerdo con Vilas *et al.* sopla a velocidades de unos 60 km/h durante 200 días al año), escasas precipitaciones (menos de 300 mm anuales), y elevada exposición a la radiación solar.

Sur de Lago Argentino, área Lago Roca

El Lago Roca, junto con el Brazo Sur y el Lago Rico, son tributarios del Lago Argentino. El ciclo de ruptura del Glaciar Perito Moreno es el factor más importante que produce en forma periódica y cíclica ascensos de gran magnitud en el nivel del agua. El Lago Roca se encuentra prácticamente rodeado de depósitos glaciales de la gran masa de hielo que ocupaba el valle elaborado entre las serranías del Cordón de los Cristales y de la península Magallanes (Furque 1973) (mapa 2).

Entre los abundantes depósitos glaciogénicos la presencia de numerosos bloques erráticos proporciona un recurso topográfico importante, pues proveen aleros y abrigos, así como soportes para las representaciones rupestres (Belardi *et al.* 1993). Los mismos se encuentran circunscriptos en una franja acotada, de aproximadamente 30Km, ubicada entre el Destacamento Guardaparque (Seccional Lago Roca) y la Estancia Chorrillo Malo (Belardi *et al.*; *op. cit.*).

Fitogeográficamente el área corresponde al Dominio Subantártico, Distrito Magallánico, con precipitaciones que oscilan entre los 500 y 800 mm anuales. La temperatura media anual es de +7°C, los vientos predominantes son del cuadrante oeste, y suelen soplar con gran fuerza, sobre todo en verano. El bosque es deciduo y corresponde a lenga (*Nothofagus pumilio*), que crece en los sectores más altos; y a ñire (*Nothofagus antarctica*), que se encuentra en los faldeos de las montañas y los cañadones. En esta región, la transición entre el bosque y la estepa es breve y marcada, configurando un ecotono estrecho y poco diferenciado (Belardi *et al.* 1993). El Holoceno está expresado principalmente en la formación de suelos, encontrándose depósitos fértiles arqueológicamente sólo en relación a trampas sedimentarias (aleros) o depósitos coluviales.

Expectativas generales acerca de los indicadores:

(No se tienen en cuenta pequeñas variaciones de escala local, las que eventualmente son especificadas en los casos de estudio).

-En términos generales, el uso arqueológico de anillos y costras, es más relevante en climas subhúmedos a húmedos, dado que las tasas de meteorización en zonas áridas son muy lentas (Kneupfer 1994), mientras que, inversamente, el desarrollo de barnices se verá favorecido en ambientes áridos o semiáridos. Esto hace que se generen diferentes expectativas en nuestra zona de trabajo, haciendo que en principio sea esperable un mayor desarrollo relativo de los primeros en el área Lago Roca, y de los segundos en bahía San Sebastián.

-La presencia de ventifactos y pulido de aristas puede esperarse en ambas regiones (sometidas a fuertes vientos provenientes del oeste) aunque se vería favorecida en la costa de la bahía (especialmente al sur) por la mayor disponibilidad de arena, que aumenta la efectividad de la corrosión. En Lago Roca, por otra parte, la presencia de bosques y de grandes bloques erráticos genera muchos sectores reparados.

-Fenómenos de clastía (meteorización física) como el termoclastismo y crioclastismo pueden desarrollarse en ambas regiones, tanto por las diferencias térmicas a lo largo del día, como por involucrarse en estas diferencias el punto de congelación del agua. El termoclastismo al ser referido especialmente a los cambios térmicos está muy vinculado a la exposición a la radiación solar, y sería más importante en el norte de la Isla (en este sentido las expectativas respecto a la calcinación serían las mismas). El crioclastismo, por otra parte, debería ser más intenso en el sur de Lago Argentino, por la mayor disponibilidad de agua.

-La meteorización ósea es un proceso complejo, pero aparentemente más vinculado a la meteorización química que a la física, de esta manera se hace comparativamente más importante en ambientes de mayor humedad.

-En la relación entre materiales autóctonos/alóctonos, es la velocidad de la meteorización (generadora de los materiales autóctonos) la que da la clave para estimar la velocidad de las tasas de sedimentación. Al tener la meteorización química un efecto más inmediato en la descomposición de una roca, es esperable que un ambiente más húmedo acelere este proceso.

-En la expresión de procesos pedogenéticos, la variable crítica parece ser, asimismo, la presencia de una mayor humedad: ya que el agua es, por un lado, un factor

limitante para el desarrollo de la vegetación, y por otro, el vehiculizador fundamental de la meteorización química (de suma importancia en el desarrollo de un suelo).

Estimación de la sensibilidad temporal relativa de los distintos indicadores:

(sólo orientativa, de acuerdo a las variables ambientales generales reseñadas para cada sector)

- En bahía San Sebastián:

BAJA	-Expresión de procesos pedogenéticos (*) -Costras y anillos de meteorización -Producción de materiales autóctonos en cuevas y aleros
MEDIANA	-Barnices del desierto -Termoclastismo/crioclastismo -Ventifactos - Pulido de aristas -Meteorización ósea
ALTA	-Corrasión y calcinación en huesos, dientes y valvas

- En el área Lago Roca:

BAJA	-Expresión de procesos pedogenéticos (*) -Barnices del desierto -Costras y anillos de meteorización
MEDIANA	-Producción de materiales autóctonos en cuevas y aleros -Ventifactos - Pulido de aristas -Crioclastismo/termoclastismo -Corrasión y calcinación en huesos y dientes
ALTA	-Meteorización, en huesos y dientes

(*) En términos generales baja, pero variable de acuerdo al proceso al que se refiera

CASOS DE ESTUDIO

Vamos a ejemplificar el análisis de tasas relativas de depositación en cuatro sitios en estratigrafía, dos del sur de la bahía San Sebastián (en dunas), y otros dos del área Lago Roca (aleros).

a) *Costa sur de la bahía San Sebastián:*

Corresponde al sector denominado Complejo Playa Lagoon (Vilas *et al.* 1987). Aquí se encuentran los sitios San Genaro 1 y 2, ubicados en un cordón de dunas litorales, fijado por vegetación samófila. Se trata de concheros en los que abundan las valvas de mejillones, junto a restos óseos de guanacos, pinnípedos, peces, roedores, y material lítico (Horwitz 1995).

San Genaro 1 (SG1) se ubica en la sección superior de una duna en activa deflación, que constituye una hoyada de unos 120 mts de largo en dirección OSO-ENE (la del viento predominante) y unos 20 mts de ancho; se encuentra a unos 400 mts de la playa. Fue sondeado y fechado sobre restos de carbones en 1992 [en 1.070 ± 80 años AP (Beta-51997)] y excavado en 1993 por Horwitz. Existen fechados posteriores para el sitio de 1.479 ± 95 años AP (INGEIS 1403) y de 1.190 ± 90 años AP (Acad. de Ciencias, Moscú) sobre valvas de *Mytilus*; de 1.620 ± 140 años AP (Acad. de Ciencias, Moscú) sobre *Patinigera*; y de 610 ± 45 años AP (LP-661) sobre hueso de *Lama guanicoe*.

San Genaro 2 (SG2) es un conchero chato (Horwitz 1995) que se encuentra en un sector de dunas bajas, a orillas de una laguna migratoria que va destruyendo su flanco SE; se ubica a 500 mts al SE de SG1. Fue excavado por Horwitz en 1994; en 1995 esta autora realiza tres sondeos mas para conteo de moluscos. El perfil expuesto tiene unos 87 mts de longitud en dirección NO-SE y a lo largo de su recorrido los materiales arqueológicos aparecen con diferentes frecuencias. El sitio cuenta con dos fechados, uno sobre valvas de *Mytilus* de 1.483 ± 80 años AP (INGEIS 1404), y otro sobre hueso de *Lama guanicoe* de 380 ± 70 años AP (Beta-82291)¹.

La secuencia arenosa de estas dunas evidencia con claridad el desarrollo de un paleosuelo sepultado, con un horizonte A que pasa gradualmente a un C (perfil 2A 1-2AC-2C), bajo cuya superficie yacen los materiales arqueológicos a distintas profundidades. La estratigrafía completa indica la sucesión de los siguientes eventos:

-Un primer período en el que el viento provoca importantes movimientos de arena que generan depósitos de materiales psamíticos (dunas y mantos) en sectores

costaneros. Prevalcen altas tasas regionales de erosión/depositación (morfogénesis). Es el momento de las ocupaciones humanas.

-Un periodo de estabilización de la superficie por vegetación, que lleva a la formación de un perfil de suelo (pedogénesis). Las tasas de erosión/depositación son muy bajas.

-Reactivación de la erosión/depositación y sepultamiento del suelo bajo un depósito de arena, ahora estratificado (nueva morfogénesis). La estratificación parece corresponder a sucesivos depósitos de acreción, a veces invadidos por vegetación que se va acomodando a los eventos depositacionales. Este último pulso sedimentario se halla hoy vegetado, constituyendo un perfil (A)-C.

Las dunas se encuentran hoy estabilizadas pero ¿cuáles fueron las condiciones en el intervalo en que se depositaron los materiales arqueológicos?

La observación de la dinámica actual puede dar pistas para la calibración de los procesos que operaron en el pasado; ya que, de acuerdo con los estudios geomorfológicos y paleoambientales (Favier Dubois 1995) en el momento de formación de los sitios las condiciones ambientales presentarían similitudes con las actuales; o serían incluso algo más áridas, dada la mayor expresión de la morfogénesis a escala regional en esos momentos.

Materiales del contexto arqueológico, que por erosión de algunos sectores permanecen expuestos a estas condiciones, registran:

- Corrosión/meteorización ósea (estadios 2 y 3, *sensu* Behrensmeyer 1978). A la meteorización se le combina la abrasión que efectúan los fuertes vientos cargados de partículas arenosas.

- Calcinación ósea.

- Corrosión/meteorización en valvas de moluscos; se han observado y apuntado diferentes estadios (el proceso elimina las marcas de raíces que son notorias en las valvas de estratigrafía).

- Pulido de aristas en artefactos y presencia de ventifactos (probablemente la corrosión inhiba la formación de barnices en este sector).

- Termoclastismo/crioclastismo en algunos guijarros.

A esto podemos agregar la fragmentación y la dispersión de los materiales arqueológicos por acción del pisoteo u otras actividades de origen animal o antrópico.

En términos generales, las condiciones ambientales generan un predominio de la meteorización física sobre la química (que requiere de mayor humedad), sobre los materiales que permanecen expuestos. Debe aclararse que en este caso, al haber indicadores de distinta sensibilidad, la presencia de los de menor sensibilidad refuerza y da mayor peso al proceso al que apuntan los materiales de mayor sensibilidad, como huesos y valvas. Un estudio más profundo quizás permita una co-calibración.

Analizando el registro, estos indicadores están ausentes entre los materiales recuperados en excavaciones y perfiles de SG1 y SG2 (Favier Dubois 1995); es decir que los materiales sensibles a intemperización (huesos, valvas, artefactos, guijarros) se encuentran "frescos", por lo que puede asumirse que la sedimentación fue relativamente rápida y continua en los momentos de ocupación de estos sitios, por lo menos en los sectores que han sido analizados. Dado que los fechados radiocarbónicos provienen de un mismo nivel estratigráfico, no permiten al momento, una evaluación de tipo espesor sedimentario vs tiempo para un control independiente.

Al encontrarse los materiales por debajo de la superficie de un paleosuelo, estos resultados avalan asimismo una incorporación sinsedimentaria del registro, desestimando que se haya producido desde la superficie del antiguo suelo. En este caso hallaríamos (junto a variables de carácter distribucional que apunten en el mismo sentido) evidencias claras de exposición, pues el enterramiento se vería dificultado por la cobertura vegetal del suelo (fenómeno que se observa en la actualidad) y por la ausencia de sedimentación.

b) *Sur de Lago Roca:*

- **Sitio Chorrillo Malo 2:** es un alero desarrollado en el lado sur de un gran bloque errático cercano a la estancia Chorrillo Malo (mapa 2), presenta una secuencia de unos 1,5 mts de profundidad, con materiales líticos y óseos en capa.

El alero ChM2 fue sondeado a comienzos de 1993; y excavado en 1994 y en 1995. Un fechado de la capa 3 (entre 51 y 61 cm de profundidad) sobre pequeños fragmentos de carbón dio 1950±60 años AP (LP-502) (Franco y Belardi 1994). Un nuevo fechado sobre restos óseos a unos 1,40 mts de profundidad arrojó la cifra de 4520±70 años AP (Beta-82292).

El bloque errático que conforma el alero está compuesto por una dacita porfírica que ha sufrido metamorfismo. Expuesta a los agentes atmosféricos, la meteorización físico-química produjo su paulatina disgregación, con aparición de grietas y descamación. Es así que de la pared/techo se desprenden numerosos clastos de distintos tamaños, a veces bloques, que se acumulan en la base y alrededores cercanos. A este material clástico autóctono, anguloso y sin selección, se le suma el que aportan los fuertes vientos de la zona; que al toparse con el reparo, depositan su carga sedimentaria. Este material alóctono acarreado por el viento constituye la matriz fina y seleccionada de la secuencia de Chorrillo Malo 2.

Respecto a indicadores de tasas de depositación en esta larga secuencia, consideramos los siguientes:

a) Existe una importante presencia de material autóctono (de la roca del alero) a lo largo de toda la columna, esto apunta a un predominio de la meteorización sobre la sedimentación en el sitio.

b) En la secuencia (cuadrícula 1) aparecen 53 elementos determinables (de densidad ósea media a elevada y con meteorización predominante en 1), 72 fragmentos de diáfisis, 35 fragmentos indeterminados, y 240 astillas de hueso (por debajo de los 90 cm de profundidad los huesos se presentan en mejor estado) (Franco com. pers.).

c) Muchos artefactos en basalto de la excavación aparecen con costras de oxidación. Estas son frecuentes en los materiales basálticos expuestos de la región, por lo que en principio, las consideramos producto de la meteorización de estas rocas en superficie.

d) Hay propiedades y rasgos pedogenéticos expresados a lo largo de gran parte de la secuencia (humificación, bioturbación, abundancia de raíces), es así que el depósito sedimentario oscuro (desde la superficie hasta los 1,45 mts aproximadamente), donde comienza el till glaciario, se interpreta como un horizonte A cumúlico.

e) Las raederas, de gran tamaño, aparecen en general fragmentadas en los primeros 80 cm desde la superficie; mientras que los raspadores, más pequeños, suelen encontrarse enteros (Franco y Belardi 1994). En principio, la fragmentación parece más probable si los materiales han permanecido expuestos.

f) Muchos restos óseos se encuentran deteriorados y con evidencias de haber permanecido en contacto con el agua superficial (coloraciones amarronadas típicas). Es

posible que esto se deba a la presencia de nieve en invierno, que al ser derretida por el sol puede anegar el sitio (aunque no llega a haber evidencias de hidromorfismo).

g) Hay numerosas marcas de roedores en los huesos; éstas generalmente se producen cuando los mismos permanecen en superficie.

Todo ello apuntaría a tasas de depositación predominantemente bajas, y es consistente con la interpretación del gradual desarrollo de un horizonte A cumúfico en el que las condiciones de humedad reinantes (entre 500 y 800 mm anuales de precipitación), el reparo de los fuertes vientos del oeste, y la sombra del alero en gran parte del día, favorecen el predominio de la meteorización química.

En el perfil se observa un cambio de coloración hacia los 90 cm de profundidad (vinculado a una disminución del porcentaje de materia orgánica: 2,86 a 1,72 %), esto podría indicar una pedogenénesis moderada, debida quizás a una tasa de depositación algo más elevada que en la sección superior. Ello explicaría, tentativamente, el mejor estado de conservación de los huesos en este nivel; y la presencia de materiales líticos poco fragmentados en relación a los que aparecen en los primeros 80 cm de la secuencia (Franco com. pers.). De ser así, podríamos dividir la secuencia fértil en dos secciones: 0-90 cm y 90-145 cm, en base a las distintas tasas de depositación relativas.

En cuanto a poder discriminar eventos de ocupación o discontinuidades netas, la tarea se hace difícil desde que las evidencias apuntan a una depositación lenta y continuada (sin cambios importantes en la dinámica sedimentaria), y a una intensidad de ocupaciones baja. De acuerdo a los dos fechados radiocarbónicos con los que se cuenta, la representación temporal de la columna sería: los 1,40 mts de la secuencia completa se habrían depositado en unos 4500 años, y los últimos 50 ó 60 cm en los últimos 2000 años. La proporcionalidad en este control cronológico avalaría, en principio, las tasas lentas y continuas de sedimentación propuestas, y la ausencia de hiatos temporales importantes (i.e. una discordancia erosiva).

- Sitio Bloque Errático 3 Carlos Balestra: se trata de un alero conformado por un bloque rectangular, de litología similar al de ChM2, apoyado sobre una suave pendiente. Fue sondeado en 1993 y 1995, y reexcavado durante la campaña de 1996.

En 1993 se sondea en el lado E y O del bloque (Belardi *et al.* 1993). De acuerdo con el informe, el lado oeste (pendiente abajo) presentaba materiales líticos en superficie y en capa, describiéndose el sedimento como poco consolidado. En el sondeo del lado este (pendiente arriba) los hallazgos fueron escasos (sólo cuatro lascas), aquí el

sedimento se describe más compacto y “sin tantos clastos sueltos” (Belardi *et al.*, *op. cit.*). En ningún sondeo se halló material óseo. En 1995 se amplió el sondeo E sin resultados.

En 1996 se reexcava el lado oeste del bloque, llegándose a una profundidad de 94 cm de la superficie. Se recuperaron numerosos materiales líticos, y a los 71 cm se obtuvo una muestra de material óseo (splinter con huellas de corte, marcas de roedor y levas de radículas, sin meteorizar), que por su reducido tamaño se envió a fechar por AMS, este material dio 170 ± 30 años AP (Beta-91302).

La matriz sedimentaria de esta secuencia está compuesta por abundantes clastos, tanto angulosos como redondeados. No presentan selección, ni se observa estratificación en perfil. Llama la atención la abundancia de costras de meteorización (los fragmentos de la roca porfirica de los bloques continúan meteorizándose en superficie) y de barnices en los clastos a lo largo de toda la columna. Asimismo éstos se ubican con diferentes ángulos, de casi verticales a horizontales o subhorizontales. Hay algunos restos de roedores (uno de ellos casi completo) y evidencias de cuevas. A unos 70 cm de profundidad se halló un trozo de alambre y un clavo.

La presencia de costras y barnices en los clastos sugiere una prolongada permanencia en superficie de los materiales involucrados, ¿pero la sedimentación en este lugar fue gradual y continua como parece sugerir esto?.

Mencionaremos evidencias que apoyan la idea que se trataría de un material muy removido o de relleno (avalada además por lo reciente del fechado a -71cm de la superficie):

-Ninguna otra secuencia sedimentaria analizada en el área (ChM2; Alero en el Bosque; Bloque Errático 1 Seccional Guardaparque) presentaba tales evidencias de costras y barnices en clastos en capa; sí están presentes en muchos sectores de superficie no vinculados a trampas sedimentarias.

-No hay estratificación alguna y la matriz es muy friable.

-Los clastos tienen posiciones caóticas.

-No hay rasgos pedogenéticos claros, el color oscuro que presenta la secuencia podría corresponder al de sedimento superficial previamente pedogenizado, luego removido.

-Presencia de materiales metálicos modernos a unos 70 cm de profundidad.

-Restos óseos determinables muy escasos. Algunas de las astillas óseas recuperadas presentan manchas de barniz en formación.

Entonces, si bien el desarrollo de costras y barnices indica muy bajas tasas de depositación, deben tenerse en cuenta todas las características que presenta el sitio, sumadas a un conocimiento general de los procesos de formación en el área bajo estudio, antes de realizar una estimación confiable. En este caso la presencia de costras y barnices habla de una muy prolongada estabilidad de los sectores superficiales cercanos, responsable del desarrollo de los mismos, y no de tasas lentísimas de sedimentación en el alero. Uno o dos indicadores tomados independientemente pueden no ser suficientes para un diagnóstico acertado. La realización de nuevos fechados podrá servir como forma de control general de esta idea.

CONCLUSIONES

Hemos buscado indicadores que pueden ser de utilidad a la hora de evaluar tasas de sedimentación: meteorización, corrosión y calcinación en huesos y valvas, barnices y costras de meteorización, termoclastismo, pulido de aristas, etc. Tienen que ver, fundamentalmente, con los tipos de meteorización predominantes en cada ambiente o microambiente, y pueden calibrarse en base a la observación de las modificaciones que sufren los materiales que permanecen en superficie en la actualidad.

Dado que dependen de condiciones locales, se requiere intensificar los estudios a micro y mesoescala en cuanto al ajuste de etapas del proceso (secuencia) y su resolución temporal (dada por la sensibilidad del material al agente forzante). Asimismo es conveniente tener un control de las fluctuaciones de importancia en los parámetros ambientales durante el pasado. Se trata de una cuestión de ida y vuelta ya que los indicadores dependen de las condiciones ambientales, y asimismo las reflejan.

Un indicador no debería ser utilizado aisladamente, es el conjunto de varios de ellos en relación a las características del sitio y del ambiente circundante lo que proporcionará una mejor apreciación de las tasas de sedimentación; y ésta será siempre una estimación relativa y promediada. Es asimismo conveniente, siempre que los recursos lo permitan, realizar varios fechados a lo largo de una columna para chequear la presencia de hiatos temporales (las discordancias erosivas son muchas veces difíciles de detectar estratigráficamente).

La validez de unos u otros debe aún discutirse, lo que consideramos útil es tener en cuenta que podemos utilizar indicadores que discriminen la historia depositacional del registro colaborando en la interpretación de los conjuntos, ya que, entre las

cuestiones arqueológicas a las que se vinculan las tasas de depositación, se encuentran: a) *Resolución*. La distancia vertical entre materiales del registro será más estrecha (y su asociación aparentemente más evidente) con tasas de sedimentación bajas. b) *Contemporaneidad*. Si el depósito que contiene la evidencia arqueológica involucra mucho tiempo de formación, la contemporaneidad entre sus materiales asumirá el valor de ese lapso temporal. c) *Preservación*. Elevadas tasas de depositación preservarán mejor el contexto original del registro, favoreciendo además la persistencia de los materiales de origen orgánico. d) *Intensidad de uso del espacio*. Como afirma Waters (1992:93), un aumento o disminución de artefactos en la estratigrafía puede ser reflejo del descenso o aumento en la sedimentación, antes que en la intensidad de ocupación.

Respecto a los indicadores de antigüedad relativa del sustrato, útiles para el estudio de materiales arqueológicos en superficie como el que realizan los análisis distribucionales, se está desarrollando un trabajo a distintas escalas que incluye transectas, muestreos, análisis geomorfológico de superficies y el mapeo sobre fotografías aéreas. Estos estudios permitirán una mejor integración de los resultados distribucionales con los de material estratigráfico en nuestra zona de investigación.

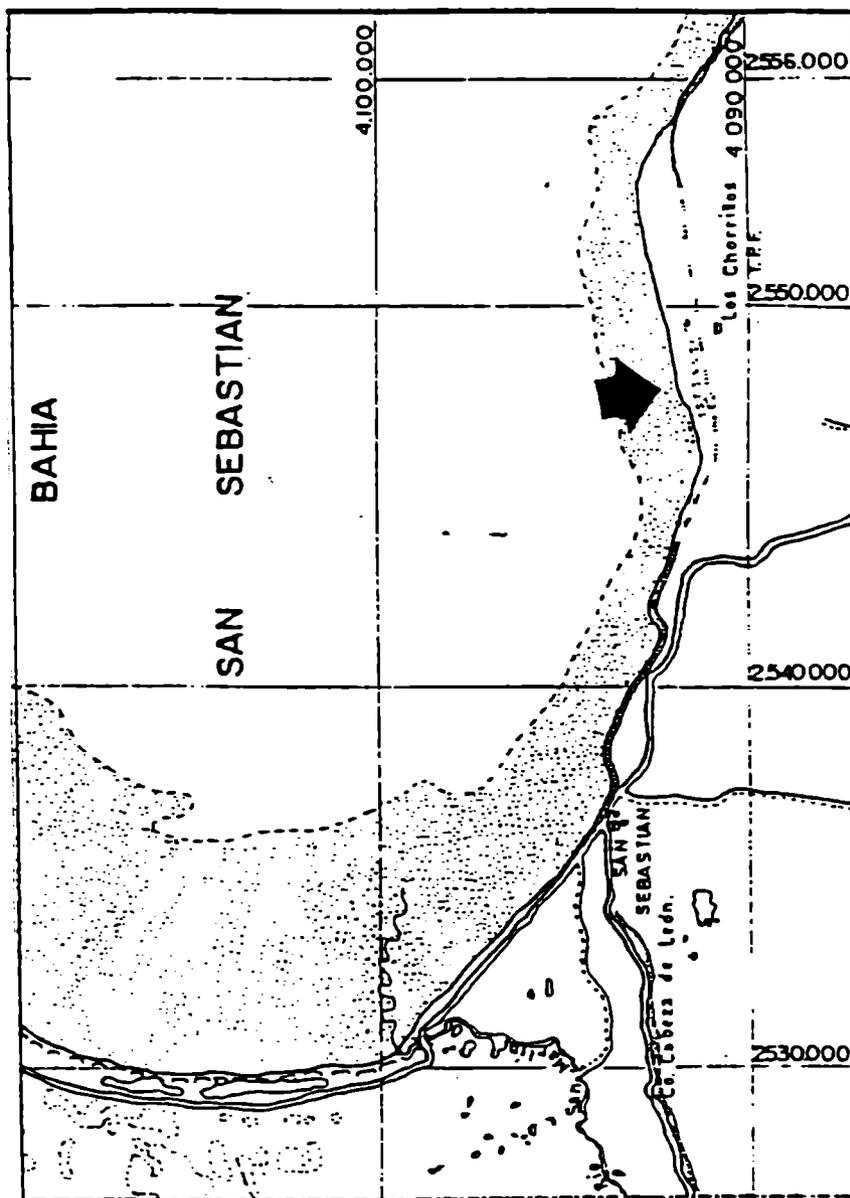
AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Luis A. Borrero por sus datos de campo, comentarios y sugerencias; y a la Lic. Florencia Borella por su colaboración y opiniones durante el desarrollo del manuscrito. Al Dr. Marcelo A. Zárate por su apoyo, y al Dr. Héctor Morrás por su asesoramiento. Finalmente, a los evaluadores del trabajo por sus útiles recomendaciones.

NOTA

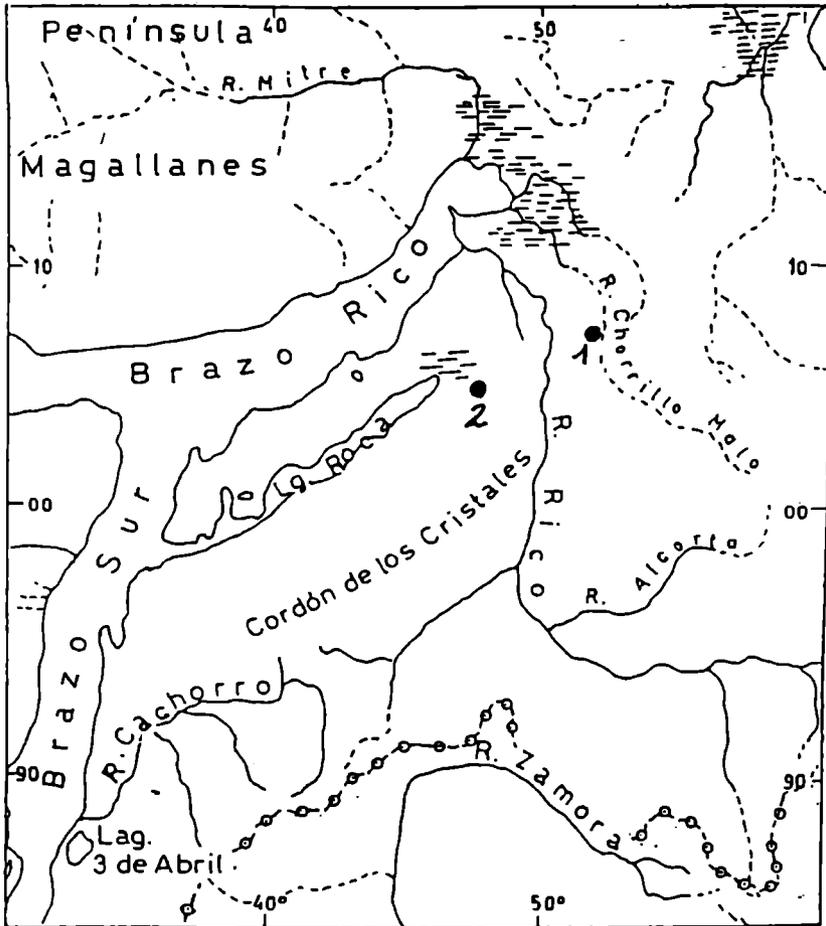
¹ En ambos sitios los fechados sobre hueso dan muy jóvenes respecto a los efectuados sobre valvas o carbón, en relación a ello se están realizando estudios acerca de la conservación y calidad del colágeno.

MAPA 1



Sur de la bahía San Sebastián, con localización de los sitios San Genaro (flecha)
(Mapa original elaborado por el CADIC, Centro Austral de Investigaciones Científicas)

MAPA 2



Sector sur de Lago Argentino. Ubicación del Lago Roca y de los sitios Chorrillo Malo 2 (1) y Bloque Errático 3 (2) (Mapa tomado de Franco y Belardi 1994)

BIBLIOGRAFÍA

BECK, Ch. y G. T. JONES

1994 Dating Surface Assemblajes Using Obsidian Hydration. En *Dating in Exposed and Surface Contexts*, editado por Charlotte Beck, pp. 47-76. University of New Mexico Press, Albuquerque.

BEHRENSMEYER, A. K.

1978 Taphonomic and Ecologic Information from Bone Weathering. *Paleobiology* 4 (2): 150-162.

BELARDI, J. B.; F. CARBALLO Marina; M. Y. HERNÁNDEZ LLOSAS y H. CEPEDA

1993 Arqueología del Lago Roca, Lago Argentino, Provincia de Santa Cruz. Informe Campaña enero-febrero de 1993. Ms.

BINFORD, L. R.

1981 *Bones : Ancient Men and Modern Myths*. Academic Press, New York.

BIRKELAND, P. W.

1984 *Soils and Geomorphology*. Oxford University Press.

BREED, C. S.; J. F. Mc CAULEY y M. Y. WHITNEY

1992 Wind Erosion Forms. En *Arid Zone Geomorphology*, editado por David S.G. Thomas, pp. 284-304. Belhaven Press, London.

BUOL, S. W.; F. D. HOLE y R. J. Mc CRACKEN

1990 *Génesis y clasificación de suelos*. Editorial Trillas, 2a edición, México.

BUTZER, K.

1982 *Archaeology as Human Ecology. Method and Theory for a Contextual Approach*. Cambridge University Press, Cambridge.

CODIGNOTTO, J. O. y N. MALUMIÁN

1981 Geología de la región al norte del paralelo 54° S de la Isla Grande de Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, XXVI (1) : 44-88.

COLMAN, S. M. y K. L. PIERCE

1981 *Weathering Rinds on Andesitic and Basaltic Stones as a Quaternary Age Indicator, Western United States*. U. S. Geological Survey, Professional Paper 1210.

COQUE, R.

1984 *Geomorfología*. Alianza Editorial, Madrid.

DORN, R. I.

1994 Surface Exposure Dating with Rock Varnish. En *Dating in Exposed and Surface Contexts*, editado por Charlotte Beck, pp. 77-113. University of New Mexico Press, Albuquerque.

FAVIER DUBOIS, C. M.

1995 *Aproximación Geoarqueológica a los Estudios de Formación de Sitio. Análisis de Casos en Fuego Patagonia*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Ms.

FITZ PATRICK, E. A.

1984 *Suelos. Su formación, clasificación y distribución*. CECSA, México.

FRANCO, N. V. y J. B. BELARDI

1994 Informe de tareas PID-BID "Magallania". Región Lago Argentino. Informe presentado a Parques Nacionales. Ms.

FURQUE, G.

1973 *Descripción Geológica de la hoja 58 b, Lago Argentino*. Subsecretaría de Minería, Servicio Nacional Minero Geológico, Buenos Aires.

GOODALL, R.N.P.

1978 Report on the small cetaceans stranded on the coast of Tierra del Fuego. *Scientific Reports Whales Research Institute* 30: 197-230.

HORWITZ, V. D.

1995 Ocupaciones Prehistóricas en el sur de la Bahía San Sebastián (Tierra del Fuego, Argentina). *Arqueología* 5: 105-136.

KNEUPFER, P. L. K.

1994 Use of Rock Weathering Rinds in Dating Geomorphic Surfaces. En *Dating*

in Exposed and Surface Contexts, editado por Charlotte Beck, pp. 15-28. University of New Mexico Press, Albuquerque.

MUÑOZ JIMÉNEZ, J.

1993 *Geomorfología General*. Editorial Síntesis, Madrid.

RETALLACK G. J.

1990 *Soils of the Past. An introduction to paleopedology*. Harper Collins Academic, London.

UBELAKER, D. H.

1989 *Human Skeletal Remains. Excavation, Analysis, Interpretation*. Taraxacum, Washington.

VILAS, F. E. ; A. ARCHE; G. G. BONORINO y F. I. ISLA

1987 Sedimentación mareal en Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego, Argentina. *Acta Geológica Hispánica*.

WASKLEWICZ, T. A.

1994 Importance of Environment on the Order of Mineral Weathering in Olivine Basalts, Hawaii. *Earth Surface Processes and Landforms*, 19: 715-734.

WATERS, M. R.

1992 *Principles of Geoarchaeology*. The University of Arizona Press, Tucson & London.

WATSON, A.

1992 Desert Crusts and Rock Varnish. En *Arid Zone Geomorphology*, editado por David S.G. Thomas, pp. 25-45. Belhaven Press, London.