

Implicancias arqueológicas y modelizaciones gráficas de los endicamientos del sistema lacustre al sur de Lago Argentino (pcia de Santa Cruz, Argentina).

Autor:

Pafundi, Luciano Gastón

Tutor:

Borrero, Luis Alberto

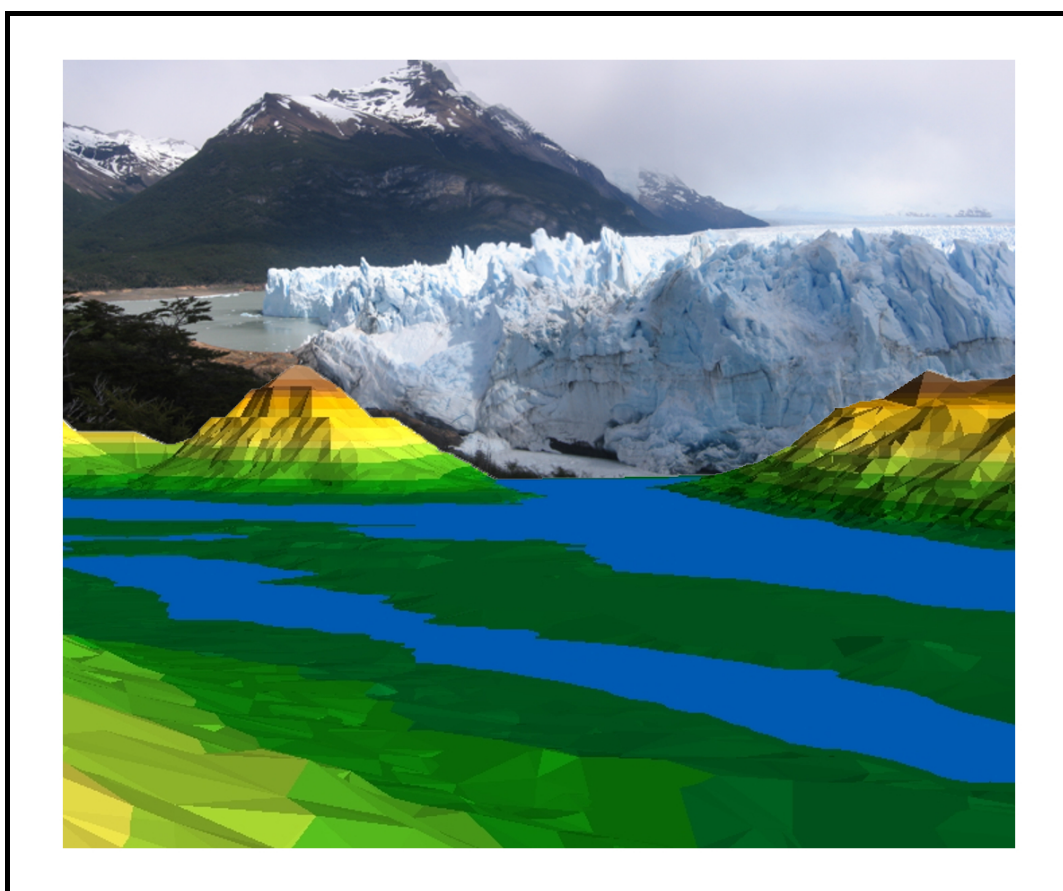
2006

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título Licenciatura de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires en Ciencias Antropológicas.

Grado

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Filosofía y Letras
Departamento de Ciencias Antropológicas

**Implicancias Arqueológicas
y Modelizaciones Gráficas de los
Endicamientos del Sistema Lacustre al Sur
de Lago Argentino (Pcia. de Santa Cruz,
Argentina)**



Tesista: Luciano Gastón Pafundi (L.U. 25.646.509)

Director: Dr. Luis Alberto Borrero

**Tesis de Licenciatura
Cs. Antropológicas (orientación Arqueología)
2006**

Agradecimientos

Mucha gente para agradecer. Y lo hago con placer.

Ante todo quiero expresar mi profundo agradecimiento a Luis Borrero, quien desde un principio y siempre confió en mí. Dedicó tiempo, paciencia y brindó todo su conocimiento y biblioteca en pos de este trabajo. Su guía me dio la confianza y el empuje para cerrar esta etapa. Su ejemplo, un estímulo e inspiración para lo que vendrá...

No puedo dejar de agradecerle, también, por darme la oportunidad de conocer un REAL endicamiento del Perito Moreno.

A Ramiro Barberena, Karen Borrazzo, Lorena Carrera y Augusto Tessone por su disposición a tantas charlas y lecturas de borradores de este trabajo. Sus aportes y comentarios, sin duda, lo han sacado mejor!!! Agradezco también, a Nora Franco por haberme facilitado los datos de su análisis de las diversas transectas del Sistema Lacustre. Y una vez más a Luis Borrero y Ramiro Barberena, por haber sido mis lentes fotográficos durante nuestra visita al glaciar. Por último, en lo que respecta al proceso de trabajo, debo hacer una mención especial a la Familia Carrera por su predisposición a apagar un incendio murphyiano de último momento.

Esta tesis resulta la culminación de una laaaaarga carrera en la que muchos me han enseñado muchas cosas, en la que he conocido a mucha gente de la cual ya no pretendo separarme, y en la que aquellos que estaban de antes, bien me demostraron por qué.

Por ello, quiero agradecerles también a todos ellos...

A Alejandro Acosta, Daniel Loponte, José Luis Lanata, Beatriz Ventura y Ximena Senatore por haberme introducido en este pequeño gran mundo de la arqueología y por darme la oportunidad de disfrutar tantas campañas.

A la muchachada del Atlético. Guti, Dani, Richard, Gastón y Leo (Luigi y Mario) y Silvina por haberme soportado algunos humores y cubierto en algunas ausencias.

Con Marcia Bianchi Villelli, Ramiro Barberena, Javier Musali, Tirso Bourlot, Guti Tessone, Lore Carrera ;), Leti Raffaele, Pancho Zangrando hemos compartido años de estudio y por sobre todo, de entrañable amistad. Su presencia, nuestros encuentros, son una fuente de regocijo personal.

Otros amigos, los mamelucos. Quiero agradecerles a quienes están por acá, Katu y Mode y a quienes están por allá, Dani y Andrés, por tantos años de correrías y hermandad.

A mi familia. Mis padres, Analía y Tono y Santiago, Milena, Catalina, Alicia y mis abuelos, Dorita y Guido. A ellos, por estar siempre acá, al lado mío. A Chacho Pafundi, Nélica Domínguez, Luis Stuhlman y Jorge Santaya por haber trascendido sin dejar de ser parte de mi. Vale un especial agradecimiento a mi mamá por el apoyo incondicional que nos brindamos.

Por último, no puedo dejar de agradecerte a vos, Lore, por enseñarme cuánta contención y felicidad puede brindar el amor.

Luciano Pafundi.

Índice

Capítulo 1. Introducción y Objetivos.

Antecedentes generales y planteo del problema.....	1
1.1 Objetivos Generales.....	1
1.2 El Área de estudio.....	1
1.3 Antecedentes Arqueológicos.....	3
1.4 El Glaciar y Los Endicamientos.....	6
1.5 Objetivos Específicos.....	7
1.6 Estructuración de la Tesis.....	8

Capítulo 2. Conceptualización Teórica

Ecología evolutiva , el espacio como recurso y sus riesgos.....	10
2.1 Teoría general y Ecología evolutiva.....	10
2.2 Geografía Física.....	11
2.3 El espacio como recurso.....	12
2.4 Riesgo y percepción.....	16

Capítulo 3 Aspectos Metodológicos.

Pasos y métodos para la construcción del modelo.....	19
3.1 Problema y propuesta general.....	19
3.2 Antecedentes de trabajo.....	20
3.3 Modelo de disponibilidad de espacio.....	21
3.3.1 Evaluación de Antecedentes de los Endicamientos.....	22
3.3.2 Zonificación Inicial.....	23
3.3.3 Geografía habitual de SLS y sus Costos de Circulación.....	23
3.3.4 Zonificación Final.....	24
3.4 Evaluación del registro arqueológico.....	25
3.5 Sistemas de información geográfica.....	27
3.5.1 Métodos de Construcción de las Simulaciones y Escenarios.....	28
3.5.1.1 Modelo Digital de Elevación (MDE).....	28
3.5.1.2 Integración de información.....	29

Capítulo 4. El Fenómeno de Endicamiento.

Paleoambiente, paleodinámica geográfica y definición de simulaciones.....	30
4.1 Introducción.....	30
4.2 Aspectos paleoambientales generales.....	30
4.3 Marco general glaciario.....	32
4.3.1 Pleistoceno Final.....	32
4.3.2 Holoceno.....	33
4.4 Glaciar Perito Moreno y los endicamientos.....	34
4.4.1 Durante el Holoceno.....	35
4.4.2 Durante el Siglo XX.....	37
4.4.3 Glaciar Frías.....	40
4.5 Evaluación de la información.....	40
4.5.1 Información Temporal.....	40
4.5.2 Información Espacial.....	42
4.6 Hacia la construcción de la simulación.....	43

Capítulo 5. Modelo de Disponibilidad de Espacio.

Su formulación, análisis y evaluación.....	45
	45
	45

5.1	Introducción.....	
5.2	Zonificación inicial.....	
5.2.1	Implicancias Biogeográficas.....	46
5.3	Geografía y costos de circulación.....	47
5.4	Zonificación final.....	48
5.5	Consideraciones finales.....	49
Capítulo 6. Arqueología del Sistema Lacustre.		
	Antecedentes, registro y procesos de formación postdepositacionales.....	50
6.1	Introducción.....	50
6.2	Esquema supra -regional.....	50
6.2.1	Marginalidad en espacios lindantes al Sistema Lacustre.....	51
6.3	Investigación en el sistema lacustre.....	52
6.4	Procesos de formación postdepositacionales.....	56
Capítulo 7. Confrontación del Modelo		
	Significancia biográfica y escenarios generados.....	61
7.1	Paisaje habitual y su significación biogeográfica.....	61
7.2	Escenario endicado.....	64
7.2.1	Relación Temporal.....	65
7.2.2	Relación Espacio – Temporal.....	66
Capítulo 8. Discusión final		
	Riesgo, Escalas de interacción y líneas futuras de análisis.....	68
8.1	Síntesis General.....	68
8.2	Riesgo y escalas de interacción.....	69
8.3	Líneas futuras de trabajo.....	75
Apéndice.		
	Definición del método y memoria descriptiva del procedimiento.....	78
A.1	Componentes.....	78
A.2	Paso 1: Implementación del SIG.....	78
A.2.1	Digitalización del Mapa Base.....	79
A.2.2	Proyección Cartográfica.....	80
A.3	Paso 2: Desarrollando la simulación.....	81
A.3.1	Modelo Digital de Elevación.....	81
A.3.2	Graficación de endicamientos.....	82
A.4.	Paso 3: Zonificación Inicial.....	83
A.5	Paso 4: Zonificación Final.....	83
	Notas.....	85
	Bibliografía citada.....	89

Capítulo 1. Introducción y Objetivos

Antecedentes generales y Planteo del problema

1.1- Objetivos Generales

Esta tesis tiene por objetivo general evaluar las implicancias de los endicamientos del sistema lacustre que se encuentra al sur del Lago Argentino sobre las poblaciones cazadoras recolectoras que han incluido este espacio dentro de sus rangos de acción. La consecuencia principal de este fenómeno fue el anegamiento de espacios factibles de ser utilizados por estas poblaciones en distintos momentos de la historia ocupacional de la región. Por lo cual, el interés principal pasa por poder considerar estas implicancias en términos biogeográficos para evaluar el uso y circulación por el espacio. También, reexaminar bajo esta nueva óptica, la distribución espacio temporal del registro arqueológico conocido de la región; que ha sido estudiado bajo el Proyecto Magallania (Borrero y Carballo Marina 1998). Debido a que estos endicamientos o inundaciones constituyen un fenómeno dinámico que ha ocurrido reiteradas veces a lo largo del Holoceno, se espera contribuir a la comprensión de las condiciones ecológicas a las que estuvieron expuestas estas poblaciones.

Los resultados permitirán discutir aspectos generales tales como las decisiones en torno a la inclusión de regiones dentro de los rangos de acción y la relevancia de las barreras biogeográficas en ese sentido. También se podrá discutir la importancia del espacio en sí mismo como recurso, con costos y riesgos asociados e indagar aspectos teórico - metodológicos acerca del estudio de la interacción entre humanos y fenómenos naturales extremos como estas inundaciones recurrentes.

1.2- El Área de estudio

Este trabajo se enmarca dentro de la porción meridional de la cuenca superior del Río Santa Cruz (Provincia de Santa Cruz). Específicamente se considera el espacio comprendido entre el

Brazo Sur del Lago Argentino y el este del Brazo Rico del mismo lago. Esta región pericordillerana, que se ha dado a conocer como el Sistema Lacustre al Sur del Lago Argentino (SLS), se encuentra ubicada aproximadamente entre los 50° 25' y 50° 40'S y los 72° 30 y 73° 00'W. Hacia el este linda con el curso inferior del Río Centinela y hacia el norte con la Península de Magallanes y el Lago Argentino propiamente dicho. Hacia el oeste y el sur, sus límites se definen naturalmente, ya que se encuentran el Campo de Hielo Patagónico Sur¹ y el Cordón Baguales, respectivamente. Esta contextualización geográfica, le confiere a la región la condición de '*corredor sin salida*' – ver Figura 1.1-.

El sistema lacustre en sí mismo se encuentra conformado por el Brazo Sur y el Brazo Rico del Lago Argentino y conectados con éste a través del Canal de los Témpanos, que es la vía de drenaje hacia el cuerpo principal del Lago -ver Figura 1.2-. Está integrado también por el Lago Roca que, aunque independiente, es en realidad un producto de la misma cuenca y de similar origen que el Lago Argentino (Furque 1973). Se separa del Brazo Sur por un estrechamiento pronunciado denominado La Angostura que conecta por tierra su margen sur con la península que lo separa del Brazo Rico. A su vez, se encuentran otros cuerpos de agua menores como la laguna permanente 3 de Abril, al sur de la margen este del Brazo Sur y una gran cantidad de lagunas y bañados intermitentes al este de la cabecera del Brazo Rico. Por último, presenta una serie de ríos como el Frías, el Cachorro, el Rico y el Centinela; los cursos menores intermitentes o no, también son abundantes en la región.

El clima es de régimen continental con fuertes vientos predominantes del cuadrante oeste especialmente en verano y la amplitud térmica anual oscila entre los -8, 9 C° y los 19,2 C°. Así, por sus características se considera que el clima es frío húmedo hacia el oeste con transición al árido de la estepa (Furque 1973). La región se caracteriza por una marcada *diversidad altitudinal* y una *topografía accidentada*. El rango de cotas varía entre los *c.a.* 200 m.s.n.m para las depresiones de los cuerpos de agua principales y las máximas alturas, ubicadas al oeste del Brazo Sur con picos de hasta 1.500 m.s.n.m. y el Cordón de los Cristales, inmediatamente al sur del Lago Roca, con picos de hasta 1.300 m.s.n.m.

Presenta, a su vez, un marcado gradiente O-E de precipitaciones y abarca *ambientes de bosque y estepa* y su correspondiente ecotono. El ambiente de estepa se extiende hacia el este y norte del Lago Roca y Brazo Rico y se trata de un tipo gramíneo concordante con las isohietas de 300 y 400 mm; está dominada por el coirón (*Festuca* sp.) y plantas en cojín y aunque en general está libre de arbustos, puede hallarse el calafate (*Berberis buxifolia*). Más hacia el este, las precipitaciones decrecen marcadamente, oscilando alrededor de los 250 mm

anuales o menos y domina una vegetación esteparia más xeromórfica (Mancini 1998). Por su parte, el bosque² se extiende al oeste de la cabecera del Lago Roca y el Brazo Rico, concordante con las isohietas de 400 y 800 mm. Se encuentra representado por dos especies deciduas de *Nothofagus*, lenga (*N. pumilio*) y ñire (*N. antarctica*) en sectores de altura hasta los 1.200 m.s.n.m. (Furque 1973; Mancini 1998). Los sectores más bajos, que se corresponden con las márgenes de los espejos de agua, se encuentran libres de bosque y de vegetación en general, muy probablemente debido a las crecidas de los niveles lacustres; en ellos puede observarse la presencia de esquistos, bloques y playas de guijarros (Belardi *et al.* 1994; Franco 2002).

Por último, se menciona que la región estuvo modelada geomorfológicamente por acción glaciaria plesitocénica y por sucesivos avances de menor magnitud durante el Holoceno, denominados Neoglaciaciones (Mercer 1968). Las depresiones de los cuerpos lacustres, todas alargadas y estrechas, son producto de la exondación de un gran valle glacial, cuyo extremo está obstruido por depósitos morénicos de importancia (Furque 1973). Entre los abundantes depósitos glaciogénicos se encuentra la presencia de numerosos bloques erráticos circunscriptos a una franja acotada al sudeste del Lago Roca que ha sido denominada Campo de Bloques Erráticos (Belardi *et al.* 1994). Hoy en día existen dos glaciares en la región – ver Figura 1.2-, por un lado, el glaciar Perito Moreno, que es el causante de los endicamientos, se encuentra emplazado sobre la porción oeste del Canal de los Témpanos. Por otro lado, está presente el glaciar Frías, ubicado actualmente a escasos kilómetros del extremo sur del Brazo Sur.

1.3- Antecedentes Arqueológicos

El Proyecto Magallania (Belardi *et al.* 1992; Borrero y Carballo Marina 1998) incorporó distintas regiones de Patagonia meridional: la cuenca superior del río Santa Cruz, Última esperanza (Chile) y el norte de Tierra del Fuego. Se partió de la base de que la biogeografía proveía un marco de explicación adecuado para el comportamiento humano y por ende, para las distribuciones de materiales arqueológicos. El concepto de coevolución entre poblaciones humanas y ecosistemas ocupó un lugar central y junto con principios biogeográficos, guiaron la selección de lugares de trabajo. Se utilizó de un esquema exploratorio cuya intención fue la de generar y/o ampliar el conocimiento del registro arqueológico de cada región. Por lo cual, el criterio seguido fue generar información de base enfatizando la variabilidad de situaciones

posibles. La inclusión del SLS dentro del esquema supra regional de investigación permitió iniciar una discusión sobre los circuitos de movilidad de los cazadores recolectores que ocuparon esta región, incluyendo las vías potenciales de circulación hacia el Océano Pacífico, la explotación del bosque y el uso de sectores cercanos al Campo de Hielo Patagónico Sur (Franco *et al.* 1999).

La región fue trabajada intensamente atendiendo a su diversidad ambiental. Así, fueron incorporados en el diseño de muestreo sectores de bosque, ecotono y estepa además de distintas situaciones altitudinales. Las principales líneas de investigación trabajadas consistieron en estudios distribucionales de material en superficie (Belardi *et al.* 1994; Belardi y Campán 1999; Borrero y Muñoz 1999; Belardi 2003) y en estratigrafía (Borrero *et al.* 1998-1999) análisis de organización tecnológica, de disponibilidad de materias primas líticas (Franco 2002, 2004) y arqueofaunísticos (L' Heureux 2003), estudios geoarqueológicos (Favier Dubois 1997,1999), de procesos de formación (Garcia *et al.* 1999; Pafundi y Borrazzo 2005), observaciones tafonómicas (Borrero 1998) y de representaciones rupestres (Belardi *et al.* 2000).

A partir de estos estudios se alcanzaron los siguientes resultados - caso contrario se aclara el trabajo del que proviene. En primer lugar, la evidencia respalda la presencia humana temprana desde *ca.* 10.000 AP y relativamente continua durante el Holoceno hasta *ca.* 1.000 A.P. . En este momento, a causa de la Anomalía Climática Medieval (ACM), toda la región del Lago Argentino incluyendo el SLS, habría sufrido un virtual despoblamiento o bien, un reposicionamiento dentro de los rangos de acción de las poblaciones (Borrero y Franco 2000). No obstante esta continuidad, la intensidad de ocupación habría sido siempre baja. Dentro del esquema supra-regional de la cuenca superior del Río Santa Cruz, el SLS se integra como uno de los extremos más bajos, sólo superando al Cordón Baguales (Borrero y Carballo Marina 1998). Además de esta marginalidad en una gran escala de análisis, al considerar la región propiamente dicha, la marginalidad aumenta, siguiendo un eje de este a oeste, conforme se avanza hacia el sector de bosque y a espacios cercanos a la cordillera y al Campo de Hielo Patagónico Sur. En este sentido, la región habría sido explotada logísticamente a partir de rangos de acción centrados hacia el este.

Las evidencias que permiten sustentar esta marginalidad será ampliada más adelante - ver capítulo 6-, de todas maneras, se resaltan algunos aspectos. De acuerdo a los lineamientos del proyecto marco, era esperable encontrar diferencias conductuales en función de esta diversidad ambiental (Borrero y Carballo Marina 1998). Sin embargo, en líneas generales, los

distintos ambientes no parecieran ser utilizados diferencialmente. No existen evidencias de explotación intensiva de los recursos de subsistencia diferenciales que brinda el bosque (*i.e.* huemul- *Hippocamelus bisulcus*). La información tecnológica apunta hacia la integración de todo el espacio para determinados segmentos temporales con estadías cortas de ocupación. Además, se observa un componente tecnológico mayormente expeditivo y una preferencia por materias primas disponibles localmente. En este sentido, no puede defenderse una complementariedad entre el bosque y la estepa ya que ambos sectores parecieran comportarse de manera similar (Borrero y Muñoz 1999; Belardi y Campán 1999; Belardi 2003)

Por su parte, la información distribucional (Belardi *et. al* 1994; Borrero *et al.* 1998-1999; Belardi y Campan 1999; Borrero y Muñoz 1999; Franco *et al.* 1999; Belardi 2003) brinda una clave para detectar cierta variabilidad y un uso distintivo del espacio hacia el interior de la región. En primera instancia, se observa una densidad de hallazgos que decrece hacia el oeste, especialmente en el sector entre el Brazo Sur y el Campo de Hielo Patagónico Sur. No obstante, todo el espacio de la región ha sido explorado e incorporado a los rangos de acción en mayor o menor medida (Franco 2002). Esta baja densidad hacia el oeste es explicada en parte por *aspectos climáticos*, ya que a medida que se avanza en dicho sentido, hacia la cordillera, la severidad del clima se va haciendo más marcada. En este sentido, el sector de bosque por encontrarse a medio camino entre la estepa y la cordillera, fue caracterizado como un ambiente de riesgo con una explotación posiblemente estacional (Belardi y Campán 1999; Belardi 2003).

Se subraya, a su vez, un aspecto central que hace a los objetivos de esta tesis. Tiene que ver con la apreciación biogeográfica del paisaje arqueológico. Esta apreciación está dada por la relación existente entre las propiedades del registro arqueológico y los atributos físico-geográficos del SLS, éstos últimos mencionados en el punto anterior. En particular, la distribución y la frecuencia del registro conocido se correlacionan con la fragmentación del paisaje que imponen los cuerpos lacustres. También con las variaciones altitudinales y marcada topografía, las características vegetacionales y la contextualización geográfica como 'corredor sin salida'. Esta relación permitió asignarle al paisaje arqueológico una fuerte significación biogeográfica (Borrero y Muñoz 1999; Belardi 2003). Sin embargo, esta relación no es estática; información actual y paleoambiental permiten caracterizar al SLS como un paisaje que fue y es esencialmente dinámico. La causa principal está dada por el fenómeno de endicamiento que ha sido recurrente a lo largo de la historia ocupacional de la región. No obstante esto, la distribución artefactual conocida no ha sido considerada en relación a esta dinámica, por lo cual este trabajo se lo propone como objetivo.

1.4- El Glaciar y Los Endicamientos

También conocido como Ventisquero Moreno, el glaciar Perito Moreno tiene un largo cercano a los 30 km desde su nacimiento en el Campo de Hielo Patagónico Sur hasta su frente, posicionado hoy en día entre el Brazo Sur y el Canal de los Témpanos. Su frente es de tipo calving³ y presenta una extensión de 4 a 5 km de largo con una altura que varía entre 55 y 75 m sobre el nivel del lago –ver Figura 1.3-. Tiene dos secciones, un frente sur hacia el Brazo Rico y un frente norte hacia el Canal de los Témpanos, siendo este último, la dirección dominante del glaciar. El extremo más oriental de su frente se encuentra cercano a la orilla de la Península de Magallanes, por lo cual cuando el glaciar presenta una fase de avance, se monta literalmente sobre dicha orilla provocando el cerramiento del Canal de los Témpanos – ver Figuras 1.4 y 1.5-. De esta manera, el glaciar se transforma en un dique natural que inhibe el drenaje del sistema lacustre y genera por consecuencia, un evento de endicamiento (Skvarca 1992; Warren 1994).

El primer endicamiento registrado fue en 1917 y desde entonces han ocurrido más de 18 eventos (Del Valle *et al.* 1995). Cada uno de estos cierres del Canal de los Témpanos provoca la inundación del territorio adyacente a los cuerpos de agua endicados, algunas de las cuales, han llegado a ser de importancia elevándose más de 25 m sobre su nivel original – sólo en el siglo XX- y cubriendo una superficie de hasta 150 km². El tiempo de duración de los cierres es variable y cuanto más dura, mayor es la magnitud de la inundación. Las rupturas, finalmente ocurren por una combinación entre la ablación del frente glaciario y la presión que ejerce el endicamiento. Cuando éstas se producen, que por cierto nadie ha ahorrado elogios acerca de su espectacularidad, ocurren típicos *jökulhlaup* o descargas repentinas y rápidas del lago endicado. Estas explosiones descargan entre 3,5 y 4 km³ de agua por un canal de menos de 40 m de ancho en sólo unas pocas horas (Warren 1994). La magnitud es tal que, como consecuencia, no sólo barre con toda la vegetación adyacente al Canal de los Témpanos sino que también, puede mantener elevado en más de 2 m el nivel del cuerpo principal del Lago Argentino por varias semanas. En el hidrograma (descargas promedio mensual) del Río Santa Cruz, en la estación aforo Charles Fuhr, pueden observarse claramente los picos ocasionados por diversas rupturas desde 1955 (Skvarca 2002). La última ruptura ocurrió en marzo de 2005 y para agosto del mismo año, el sistema se encontraba endicado nuevamente.

Con respecto al comportamiento de este fenómeno durante el Holoceno, se tiene conocimiento de su ocurrencia a través de estudios glaciológicos y geomorfológicos no sistematizados, lo cuales indican que las inundaciones fueron de mayor magnitud.

1.5- Objetivos Específicos

La consecuencia directa de este fenómeno es la anegación de posibles espacios de asentamiento y/o explotación o que pueden haber sido utilizados como vías de circulación. Las inundaciones resultan transformaciones reiteradas del paisaje usual que debieron generar una variación en la oferta regional de espacios; incluso pueden haber actuado como barreras biogeográficas temporales, incidiendo en la accesibilidad misma a la región, siendo ésta un corredor sin salida. Se parte de la consideración de que esta variabilidad en la disponibilidad de espacio debió jugar un rol importante en la ocupación humana de la región. Es decir, tanto el asentamiento como la circulación por una geografía que es esencialmente dinámica debieron estar caracterizados por constantes reacomodaciones. Estos ajustes deberían quedar reflejados en la configuración del paisaje arqueológico; el cual fue estudiado sin atender a esta problemática específica. Siguiendo con esto, este trabajo evalúa la incidencia de estas transformaciones en el uso del espacio por parte de las poblaciones cazadoras recolectoras que incluyeron a la región dentro de sus rangos de acción.

Para alcanzar estos objetivos se establecieron los siguientes objetivos específicos:

A. Generación de un Modelo de Disponibilidad del Espacio. Se trata de la simulación de restricciones temporarias de una propiedad espacial como lo es la oferta de espacios y vías de circulación. Este modelo incorpora dos aspectos, primero, la trasgresión de los diferentes niveles que han alcanzado los lagos endicados. Esto permitirá conocer cuál es la extensión areal de las inundaciones y la porción del paisaje que inhiben. Segundo, incorpora también los atributos usuales del paisaje que restringen o inciden en decisiones en cuanto a desplazamiento o uso del espacio. El modelo se traduce en escenarios – salidas gráficas - que reflejan las diferentes situaciones del paisaje en cuanto a la disponibilidad de espacios factibles de ser utilizados y de sus costos asociados. Estos escenarios son construidos a partir de un *Sistema de Información Geográfica*. En definitiva, el modelo permite desprender las implicancias biogeográficas de este fenómeno y generar expectativas arqueológicas al respecto.

- B. Re-evaluación del paisaje arqueológico.** En primera instancia, implica reconsiderar la significación biogeográfica de las propiedades del registro arqueológico del SLS haciendo eje en las transformaciones del paisaje que este fenómeno natural genera. Para ello, se contará con el impacto espacial de las inundaciones sumado a otras características del paisaje generado a través del modelo. Pero es necesario tener a su vez, una medida de la recurrencia temporal de este fenómeno. A partir del *Sistema de Información Geográfica* se combinará la distribución espacial del registro arqueológico con los escenarios generados y se discutirán conjuntamente la cronología cultural y del fenómeno. El objeto es poder evaluar estas implicancias y reconocer nuevos patrones del paisaje arqueológico considerando la oferta diferencial de espacios en distintos momentos de la ocupación de la región.
- C. Evaluación de la interacción con fenómenos naturales.** La relación del comportamiento humano con fenómenos naturales de magnitud, como inundaciones, es de un tipo particular. Estos fenómenos conllevan riesgos y en general las poblaciones actúan por consecuencia, diseñando estrategias que minimicen su impacto. Por lo cual, se discutirán las características de los endicamientos entendidas en términos de la escala humana en conjunto con los antecedentes arqueológicos de la región, en particular, su incidencia en la marginalización propuesta.

1.6- Estructuración de la Tesis

Este trabajo se encuentra articulado en 8 capítulos y un apéndice. En éste, el primero de ellos, se planteó el origen del problema y su objetivo general. Para ello se vio una descripción de las características del área de estudio y del fenómeno de endicamiento y se efectuó un repaso de los antecedentes arqueológicos de investigación. Se definieron a su vez, los objetivos específicos que son los que nos permitirán alcanzar el objetivo general

En el Capítulo 2 se hará un repaso a ciertos conceptos teóricos sobre los cuales se articula este trabajo. En particular se define el marco teórico general y se destaca la importancia de ver al espacio como un recurso que puede incidir en las decisiones de las poblaciones cazadoras recolectoras.

En el capítulo 3 se explicitan los pasos metodológicos a seguir, el esquema que adoptará el modelo –comparación de escenarios- y las variables consideradas para su generación. Se

presentan a su vez, los antecedentes que sirvieron de fuente para la generación de la metodología así como también una breve descripción del método y herramienta de trabajo (Sistema de Información Geográfica).

El Capítulo 4 resulta un acápite de suma importancia debido a que se repasa y discute la información sobre el fenómeno. Luego se evalúan los datos existentes y el grano de resolución que poseen. A partir de ello, se resaltan y definen los elementos con los que se cuenta para la generación de la simulación y la evaluación de la interacción de los endicamientos con las poblaciones cazadoras recolectoras.

El capítulo 5 representa el alcance de objetivo específico A. Se presentan los paleomapas simulados y los escenarios considerados para el análisis – previamente definido en el capítulo 3-. Luego se exponen comparativamente las implicancias biogeográficas de cada uno de ellos.

El Capítulo 6 es una ampliación de los antecedentes arqueológicos expuestos en este capítulo. Esto servirá de base para las discusiones de los capítulos siguientes. Así, se presenta el estado de la investigación y las conclusiones alcanzadas tanto a nivel regional como supra-regional. Se describen las líneas de trabajo alcanzadas y el registro arqueológico con el que se trabajará. A su vez, se da revista a los procesos postdeposicionales que los endicamientos ocasionan y de los trabajos realizados al respecto.

En el capítulo 7 se presenta la confrontación del modelo y sus escenarios con la distribución del registro arqueológico de la región. Se discute tanto su relación espacial como temporal a fin de evaluar patrones diferenciales de uso del espacio. Este capítulo representa el alcance del objetivo específico B.

Por último, el capítulo 8 resulta una síntesis de las características de las inundaciones–capítulo 4- con la arqueología de la región – capítulo 6- y los resultados alcanzados a partir del modelo - Capítulo 7-. En esta discusión final se conjugan estas líneas de análisis para evaluar, en distintas escalas de interacción humanos-endicamiento, el rol de este fenómeno en el comportamiento de las poblaciones y en los patrones observados desde el registro arqueológico.

El Apéndice, por su parte, amplía algunos aspectos explicativos acerca de la utilización de un *Sistema de Información Geográfica*. A su vez, resulta una memoria descriptiva que describe todos los pasos de trabajo, los programas y extensiones utilizados y las decisiones de método inherentes a la construcción de los escenarios simulados.

Capítulo 2. Conceptualización Teórica

Ecología evolutiva, el espacio como recurso y sus riesgos.

2.1- Teoría general y Ecología evolutiva

El poblamiento de la Patagonia no fue un proceso homogéneo ni sistemático. Existen regiones que han sido exploradas tempranamente y otras más tardíamente; hubo sectores que nunca llegaron a ser colonizados y otros que, si lo estuvieron, fueron abandonados y posteriormente reexplorados. Este abanico de posibilidades nos muestra un mosaico irregular de situaciones que de ninguna manera debe ser interpretado como azaroso y que, más bien, es posible que haya estado influenciado por las características ecológicas de dichos sectores (Borrero 1994-1995). La complejidad de la historia ambiental (climática y ecológica) patagónica muestra un escenario que estuvo sujeto a constantes transformaciones. Estas remodelaciones ambientales contempladas en escalas temporales que involucran tanto la estacionalidad como también efectos orbitales, presentan un problema adaptativo crucial (Borrero *op.cit.*; Potts 2001). En este sentido se propuso que la ocupación humana en Patagonia no fue necesariamente el resultado de un largo proceso de adaptación a los ambientes patagónicos, sino más bien, que las poblaciones debieron ajustarse a *sets* cambiantes de circunstancias que requerirían adaptaciones diferentes (Borrero 1999a).

En términos evolutivos, el mecanismo actuante en la interacción entre una población y las oscilaciones ambientales en sus diferentes escalas, es denominado por Potts (1997, 1998, 2001) selección por la variabilidad (*Variability selection*). Como una forma particular de selección natural, ésta es el efecto acumulativo de señales ambientales. La marcada inestabilidad ambiental que caracterizó a los últimos 5 millones de años gestó, evolutivamente hablando, una población humana generalista –vs. habitat específica- caracterizada por estructuras (*i.e.* locomoción, sistema dental, evolución del cerebro y sistema cognitivo) y por comportamientos (*i.e.* comportamiento social y sistemas de emparentamiento, estrategias de grupo, tecnológicas, de forrajeo) de gran versatilidad y diversidad. El resultado, dependiendo de la variación genética, fue la evolución de funciones anatómicas, cognitivas y sociales complejas capaces de procesar y responder a una intrincada y variable información ambiental;

que en sí mismas, no son respuestas adaptativas eficientes a las presiones selectivas de un determinado ambiente.

No obstante esto, la adaptabilidad humana hacia cualquier tipo de contingencia ambiental no lo convierte en un súper organismo inmune a las presiones selectivas. En cambio, en las mismas palabras de Potts (1997: 211 – traducción propia): “*Mientras que los humanos son independientes de cualquier tipo de régimen ambiental, la movilidad humana y la cultura quedaron encadenadas a un mundo natural susceptible de interrupciones periódicas*”.

En el estudio del comportamiento humano, este anclaje al ‘mundo natural’ nos lleva a la necesidad de incorporar el detalle contextual de las condiciones adaptativas específicas encontradas por las poblaciones. Este detalle es brindado por la información paleoambiental que, unificada con la información arqueológica, permite indagar las *condiciones de los límites ecológicos* de las adaptaciones humanas particulares en el pasado. Por condiciones límites ecológicas se entiende: el clima, la geografía física, biótica y la estructuración de recursos que persistieron en una región y un tiempo determinado (Potts 2001). De esta manera es como desde la *ecología evolutiva* o *ecología del comportamiento*⁴, esquema teórico dentro del que se enmarca este trabajo, se explican los cambios en el comportamiento. Es decir, como formas de adaptación fenotípicas frente a condiciones variables del contexto socio-ecológico. *Cambios en el comportamiento* que tienen su origen en la capacidad de toma de decisiones de las poblaciones humanas y *toma de decisiones* que se relaciona con la dinámica y las presiones selectivas de dicho contexto (Bettinger 1991; Kelly, 1995; Boone y Smith 1998).

2.2- Geografía Física

Entre las condiciones límites ecológicas para las adaptaciones humanas, es de interés para este trabajo aquella que tiene que ver con la geografía física. Por ésta se entiende el paisaje geomorfológico, esto es, la plataforma sobre la cual todos los organismos biológicos interactúan a través del tiempo. El mismo puede ser aprehendido a través de variables tales como la topografía, suelos, presencia de cuerpos de agua y altura sobre el nivel del mar, entre otros. La configuración de este paisaje es dinámica a través de la modificación constante de los rasgos y elementos que lo componen (Waters 1998). Estos cambios ocurren a lo largo y a la par del tiempo potencial de poblamiento humano. Es esperable en este sentido, que estas poblaciones las mismas se adapten a dichos cambios.

En este sentido, este trabajo tiene el objetivo de evaluar específicamente como pudieron haber jugado las variaciones de la geografía física en el uso del espacio de las poblaciones humanas que habitaron la región de estudio. El uso del espacio refiere las decisiones tomadas en cuanto a la circulación, instalación y explotación del espacio disponible. Este trabajo pareciera tener una preocupación principal que es definida en términos espaciales. Sin embargo, las variaciones geográficas son, en sí mismas, diacrónicas y están dadas, sólo en un principio, por la cronología de los espacios disponibles. Por lo cual, ambas dimensiones son esenciales para analizar y entender al registro arqueológico.

2.3- El espacio como recurso

El comportamiento humano es continuo a través del espacio (Foley 1981). No obstante esta ubicuidad, puede decirse que el comportamiento no es ni cualitativa ni cuantitativamente homogéneo. La forma en la que un grupo o una población cazadora recolectora hace uso del espacio depende en buena medida de qué y cómo lo hace y de cuánto lo hace. Es decir, por un lado hablamos cualitativamente del tipo de actividad que se realice en un espacio determinado, ya estén estas relacionadas con la explotación de algún recurso, la instalación o bien sólo su utilización como vía de paso. Por otro lado, cuantitativamente hablamos de la intensidad en la que cualquiera de estas posibles actividades se realizan; intensidad que puede ser aprehendida de manera sincrónica, diacrónica o en términos de su recurrencia en una escala arqueológica.

Las pautas organizacionales del espacio de poblaciones de cazadores recolectoras están relacionadas con las estrategias de movilidad y asentamiento. Estos aspectos conductuales, a su vez, influyen en otras dimensiones del comportamiento humano, entre ellos la tecnología y la subsistencia. Los principios que organizan aquellos aspectos están íntimamente ligados a los recursos específicos que son necesarios para la supervivencia y éxito reproductivo de un grupo o una población. Los recursos se encuentran distribuidos en variados grados de abundancia a través del paisaje, esto hace que no haya lugares específicos del espacio que brinden todos los recursos esenciales. Las pautas organizacionales de un grupo humano en un espacio determinado buscarán, entonces, la manera de ajustarse mejor a la estructura de los recursos de dicho espacio, así como también a sus variaciones en el tiempo (Binford 1980, 1982; Foley 1981; Kelly 1992, 1995).

Los esfuerzos por entender la variabilidad del comportamiento de grupos cazadores recolectores, han llevado a la definición de tipos ideales y modelos que describen la relación entre poblaciones, sus pautas organizacionales y los recursos (*i.e.* Foragers –Collectors, Binford 1980; Travelers – Processors; Bettinger 1991). Estos modelos se desarrollan y se despliegan a través del espacio; entendido éste como una forma manifiesta del paisaje en el que interactúan poblaciones humanas y recursos. Los seres humanos habitan, se asientan, adoptan estrategias, realizan las más variadas actividades culturales y económicas y se mueven a través de esta geografía continente. Sin embargo, diferentes esferas del comportamiento humano ocurren a diferentes escalas espaciales. En este sentido, se han desarrollado además, medidas conceptuales del comportamiento espacialmente distribuido, las cuales están relacionados con la distribución de los recursos, factores climáticos y demográficos. Particularmente, consideramos al *rango de acción* como apropiado para este trabajo, ya que proporciona una unidad espacial de análisis para la adaptación humana. Tal y como lo define Foley (1981), éste refiere al área sobre el cual un organismo normalmente se desplaza en el desarrollo de sus actividades. El reconocimiento de este área le proporciona a una población las ventajas de la familiaridad con la distribución y abundancia de los recursos alimenticios y conocimiento de peligros de predadores, entre otros. El rango de acción no sólo es una medida de la cantidad y distribución de los recursos, sino por sobre todo, de la efectividad de las estrategias de explotación utilizadas (Foley *op.cit.*; Borrero 1999a). A su vez, hacia el interior de estos rangos, se encuentran áreas menores de actividades específicas (*i.e.* base residencial, localizaciones de recursos; Binford 1982).

El *espacio*, entonces, es el dominio del comportamiento humano y adquiere, en este sentido, la condición de ser un recurso en sí mismo. Así, la manera en que este recurso se estructura así como también sus variaciones, inciden en las pautas organizacionales de un grupo humano. Esto puede ser más evidente en regiones en las que resulte un factor limitante o sólo de disponibilidad temporaria. Como todo recurso, su ‘utilización-explotación’ resulta de un proceso conductual activo de evaluación y de selección de la oferta disponible. Esto representa una toma de decisión en la cual, siguiendo a la Ecología evolutiva, los individuos evalúan los rasgos que tienden a aumentar o maximizar la tasa neta de ganancia de energía bajo una serie de condiciones específicas, que incluyen recursos limitados (incluido el tiempo) y necesidades ilimitadas (Bettinger 1991; Kelly 1995). Esta afirmación constituye uno de los aspectos centrales de la *Teoría de depredación óptima* (Bettinger *op.cit.*). No es la intención incluir al espacio como recurso dentro de ella, ya que ésta fue desarrollada pensando en los recursos de subsistencia. No obstante esto, se la menciona debido a que, por un lado, el

espacio adquiere una dimensión activa en la formalización de componentes específicos de la Teoría, por ejemplo a través del Teorema del Costo Marginal. Por otro lado, este marco conceptual y sus modelos derivados forman una parte de la Ecología evolutiva y de los acercamientos arqueológicos al estudio de la explotación de recursos. Así, en términos de evaluación y explotación, el espacio tiene los mismos atributos que un recurso de subsistencia. Por atributos nos referimos a:

1. *Abundancia y disponibilidad* relativas.
2. *Costos y beneficios* en función de su mayor o menor gasto de energía.
3. *Riesgos* inherentes a su explotación/utilización.

Cuando se jerarquiza o marginaliza una región o selecciona un área y el tipo e intensidad de uso, cuando se opta por una ruta o bien, se afirma la preferencia por un lugar determinado, diversas dimensiones pueden entrar en juego en la toma de decisiones. Entre otras se encuentran la concentración de o la presencia de algún recurso en particular, inhibidores o atractivos climático ambientales (Goñi 1988) y factores sociales, territoriales o simbólicos (Savage 1990a). Pero también existen aspectos inherentes a los espacios mismos y esta es la dimensión que nos interesa destacar en este trabajo.

En escala humana y sin los conocimientos tecnológicos adecuados, los lagos y lagunas fragmentan el paisaje y dictaminan nodos y corredores de conectividad entre los distintos espacios de la región y adquieren preeminencia en términos de uso del espacio⁵. Determinados lugares pueden resultar atractivos para la instalación humana, no por los recursos que ostenten, sino porque permiten el acceso a éstos. Además, la presencia y la disposición geográfica de cuerpos de agua imponen restricciones de circulación y en definitiva, vías factibles de ser recorridas. Ciertas vías en torno a estos cuerpos pueden ser atractivas para su uso, especialmente si interceptan aquellos nodos. Pero otras, pueden implicar un mayor costo en cuanto a tiempo y energía utilizadas en su recorrido. A su vez, cambios en la fragmentación del paisaje (*i.e.* formación o anulación de barreras biogeográficas, los eventos de endicamientos) introducen cambios en la oferta regional de espacios aumentando o disminuyendo su disponibilidad y conducen también, a la modificación de las vías de circulación.

Existen otros factores que inciden en los costos de utilización de un espacio. Este aspecto resulta más evidente cuando consideramos la circulación a través del espacio. El ser humano se desplaza en pos de la realización de actividades y en particular, para la obtención de los

recursos necesarios para su supervivencia y éxito reproductivo. En este sentido, es esperable que la energía con la que un individuo cuenta esté orientada hacia maximizar la eficiencia en la búsqueda y el acopio de estos recursos y no en el traslado mismo. Sin embargo, el movimiento implica un gasto de energía que varía en función de lo que se está transportando, de la distancia que se recorre y el terreno que se cubre (Kelly 1992). Esta última variable involucra los aspectos inherentes al paisaje geomorfológico y al ambiente en general. En primera instancia, la pendiente resalta como la más evidente, ya que no es lo mismo el esfuerzo implicado en moverse por superficies planas que por aquellas que presentan algún grado de inclinación y a medida que éste aumente, el gasto de energía será mayor. La topografía también incide en los costos a través de la altitud, ya que a medida que aumenta se recrudecen los factores climáticos. La cobertura vegetal es otro factor de importancia, ya que no es lo mismo el esfuerzo de circular por un pastizal que por un bosque o un ambiente selvático. Se mencionan entre otros aspectos inherentes, la presencia de numerosos arroyos o de cauces importantes y el tipo de superficie (*i.e.* mallines, sedimento compacto, desgranado, rocoso, congelada, con nieve). Además, debe hacerse una mención especial a que hay terrenos en los cuales las probabilidades de accidentes o de encuentros con predadores son mayores. En este sentido, la seguridad es un aspecto que puede ser de importancia a la hora de tomar decisiones acerca de las vías a utilizar (Savage 1990a; Van Leusen 2002; Whitley y Hicks 2002; Scheinsohn y Matteucci 2004).

En función de esto es esperable que los individuos tiendan a utilizar rutas que ofrezcan una menor resistencia e impliquen menores costos de circulación, es decir, en las que se favorezca la transitabilidad y el ahorro de energía. Las decisiones relacionadas con las vías de circulación, las elecciones sistemáticas de espacios y la imposibilidad de hacerlo debido a restricciones espaciales, tienen relevancia arqueológica, ya que a largo plazo deberían modelar la configuración del paisaje arqueológico regional. Éste último es entendido como el resultado de la sumatoria de ocupaciones de un determinado espacio a lo largo del tiempo incorporando, a su vez, los distintos procesos post depositacionales del registro (Rossignol 1992; Lanata 1997; Belardi 2003). Es importante remarcar, para la formación de patrones arqueológicos, la importancia del carácter de persistencia en la toma de decisiones. La naturaleza y escala del registro arqueológico no trata acerca de acciones y decisiones individuales, sino acerca de la sumatoria y su promedio.

2.4- Riesgo y percepción

Se ha definido el riesgo como la posibilidad de pérdida económica en relación a las variaciones impredecibles del ambiente que influyen en la obtención de alimentos (Cashdan 1990). Sin embargo, no debe relacionárselo únicamente con la estructuración de los recursos. Kelly (1995) lo define como variaciones impredecibles de alguna variable económica o ecológica. Belardi (2003) adopta, a su vez, una definición más amplia que además de incluir aspectos de subsistencia, considera también, la disponibilidad de agua dulce, las posibilidades de utilización (anual o estacional) del ambiente, la disponibilidad de rocas aptas para la talla y de abrigos rocosos.

En términos del espacio, el riesgo asociado al mismo como recurso puede ser aprehendido en dos dimensiones distintas. Por un lado, en cuanto a qué variaciones impredecibles del ambiente pueden ocasionar la privación de éste o impedir el acceso a determinados recursos. Por otro lado, están implicados los riesgos propios de circular o instalarse en un espacio sujeto a cierto dinamismo. Ambas son importantes desde el punto de vista de la organización espacial humana y también para esta tesis, ya que al considerar el fenómeno de endicamiento no sólo hablamos de la posibilidad de pérdida de espacio físico sino también de bienes materiales y hasta incluso de vidas humanas. La primera dimensión se vincula con el comportamiento espacialmente distribuido en cuanto a que la oferta diferencial de espacios incide en cómo circularán y se instalarán los grupos humanos concordantemente a la disponibilidad de cada momento.

Con respecto a la segunda dimensión planteada, puede hablarse de *riesgo ecológico (Hazard)*. Este se define como la probabilidad de la ocurrencia de una catástrofe, que a su vez es entendida como la pérdida a gran escala de recursos humanos y/o de sus recursos materiales y económicos (Lapido y Pereyra 2001). Terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis, tornados o inundaciones, sólo por nombrar algunos, son fenómenos naturales causados por procesos climáticos y geológicos que presentan características físicas extremas con respecto al normal desenvolvimiento de un sistema natural (Reycraft y Bawden 2000). Son interrupciones que generan fuertes presiones selectivas que, en casos extremos, pueden provocar la extirpación de un segmento de la población y/o desajuste del sistema socioeconómico actuando como catalizadores del cambio cultural. La medida del riesgo ecológico es directamente proporcional a la amenaza de un fenómeno –sus características- y la capacidad de ser mitigado o evitado por una población (Lapido y Pereyra *op.cit.*). Es decir, la posibilidad de ocurrencia de una catástrofe está relacionada con la magnitud del efecto sobre las poblaciones humanas. Este

efecto está regulado en buena medida, por el bagaje adaptativo, la capacidad de respuesta y la resistencia al daño de una población dada⁶ (Van Buren 2001; Torrence y Grattan 2002). Esto se relaciona con la variabilidad de posibles respuestas adaptativas, que una o varias poblaciones pueden ofrecer frente a un acontecimiento ambiental determinado (Borrero 1994-1995).

En regiones en las que estos fenómenos naturales tienen cierto grado de recurrencia, es esperable que las poblaciones actúen adoptando comportamientos que tiendan a optimizar las respuestas frente al impacto de un fenómeno. La gestión del riesgo ecológico involucra un gran abanico de estrategias, sin embargo, siempre está relacionada con las pautas organizacionales del espacio (Grayson y Sheets 1979; Moseley 2000). Como ejemplo de esto puede mencionarse el trabajo etnoarqueológico realizado por Gifford (1978) entre los Dassanetch. Estos habitan en la región al este del Lago Turkana (Kenia) y se trata de un grupo pastoril que también cultiva maíz y complementa estas actividades con la caza y la explotación de recursos lacustres. Su patrón de asentamiento está caracterizado por tres tipos de emplazamientos distintos. En primer lugar, están los sitios grandes y semi permanentes (*manyatta*) que representan los núcleos residenciales de los grupos. La duración de estas localizaciones varía desde varios meses hasta un par de años. En segundo lugar, se encuentran los campamentos de ganado en donde se mantiene el grueso principal de las cabezas que posee un grupo. Estos cambian de ubicación estacionalmente en busca de las mejores pasturas. Por último, se encuentran los campamentos de caza y pesca que varían en tamaño y duración, que van desde una parada para almuerzo hasta reiteradas ocupaciones en buenos lugares de pesca. Siguiendo a la autora, debido a que el agua resulta un recurso escaso, el patrón de asentamiento se encuentra orientado hacia el lago y hacia los cursos de agua. Si bien, la cercanía al agua caracteriza un aspecto organizativo principal, la distribución de los emplazamientos no es aleatoria. En cambio, se encuentra planificada en función del tiempo que dure la instalación y la distancia al lago. El lago Turkana de vez en cuando sufre inundaciones, en las cuales su nivel asciende varios metros sobre el original. A sabiendas de esto, los Dassanetch seleccionan áreas lejanas al cuerpo lacustre para la ubicación de sus *manyatta* y sus campamentos de ganado. Es decir, la población se encuentra al tanto del riesgo ecológico que impera en la región y actúa en consecuencia a través de pautas organizacionales del espacio que resguarden sus bases residenciales y su recurso económico más importante.

Este caso ilustra como el riesgo ecológico juega un rol importante en la toma de decisión acerca del asentamiento. Pero también pone en relevancia otro aspecto, la *información* o la

falta de ella –incertidumbre-(Kelly 1995). Desde la Ecología del paisaje el concepto de *rango perceptual* se define como la distancia desde la cual un elemento particular del paisaje puede ser percibido o detectado como tal por un organismo. Representa la ‘ventana’ de información –i.e. estructuración y variación de recursos, ciclos climáticos y fenómenos naturales- que posee un animal acerca del paisaje (Lima y Zollner 1996). En términos humanos, el rango perceptual excede el rango de acción y el tiempo de vida de un individuo o grupo debido a las redes sociales y a la transmisión de información horizontal y generacional. La incorporación y jerarquización de espacios dentro de los rangos de acción, así como también la exploración de nuevos territorios (*sensu* Borrero 1994-1995), se encuentran relacionadas con la amplitud de esta ventana. Así, se establece una relación entre los rangos perceptuales y el riesgo ecológico, en cuanto que este último sólo puede ser sopesado e incorporado en la toma de decisiones si se tiene conocimiento de la fuente que origina dicho riesgo. En caso contrario, la ausencia de información, en términos analíticos, aumenta la probabilidad de una catástrofe y afectará negativamente la capacidad de respuesta.

Capítulo 3. Aspectos Metodológicos

Pasos y métodos para la construcción del modelo

3.1 Problema y propuesta general

En este capítulo se considerarán los criterios con los que se definen las variables apropiadas para el análisis. También se describirá el método de abordaje para alcanzar los objetivos propuestos, relacionados con la consideración de los endicamientos como eje de análisis para evaluar el uso del espacio de la región del SLS.

La relación entre los endicamientos y el comportamiento humano está dada por la anegación temporal y reiterada en distintos momentos del Holoceno de posibles espacios de asentamiento, utilización y circulación. Estas inundaciones son transformaciones del paisaje usual, que generan una variación en la oferta de espacio y otros recursos. Pero esto no significa dejar de lado la perspectiva temporal de este problema. Los endicamientos son eventos alternados en el tiempo y este aspecto seguramente contribuyó al comportamiento asociado de las poblaciones cazadoras recolectoras con este fenómeno y en definitiva, a la configuración del registro arqueológico regional. Por ello también es necesario tener una medida de su recurrencia cronológica.

Nos proponemos, entonces, simular procesos temporarios de una propiedad espacial, como lo es la oferta de espacios y de vía de circulación, a través de la generación de un *modelo de disponibilidad de espacio*. Luego, en segunda instancia, considerar la distribución espacio-temporal del registro arqueológico conocido para el área, reevaluarla en función de este modelo e identificar patrones que surjan desde esta nueva óptica. Por último, es importante hacer mención también a procesos postdepositacionales que este fenómeno dispara y cómo pueden haber modelado el registro arqueológico.

La construcción del modelo propuesto, junto con el análisis, se articula a partir del uso de un *Sistema de Información Geográfica*⁷ (SIG). Esta herramienta brinda los elementos para generar una serie paleomapas para modelar diversos escenarios de la dinámica geográfica y también facilitar la integración de diferentes líneas de información y análisis.

3.2- Antecedentes de trabajo

Se indican a continuación una serie de trabajos que sirvieron de guía para la definición de las líneas operativas y de análisis. En primer lugar, se mencionan los trabajos realizados por Whitley y Hicks (2002) en el norte del estado de Atlanta (EE.UU.) y por Scheinsohn y Matteucci (2004) en la Comarca paralelo 42° al oeste del límite entre la Provincia de Río Negro y Chubut (Argentina). En ambos estudios, el objetivo es la construcción de un modelo predictivo de distribución del registro arqueológico y su herramienta, un SIG. El interés en estos trabajos radica en que parte de sus desarrollos metodológicos involucran la identificación de los corredores de circulación factibles de ser utilizados por grupos cazadores recolectores a partir del manejo y combinación de diversas líneas de información. En ambos casos la definición de estos corredores se realiza uniendo sectores que implican un menor costo de desplazamiento bajo la premisa de que los grupos humanos, en general, priorizan circular por vías caracterizadas como más eficientes y no necesariamente las más lineales, es decir, ahorrando energía. Así, en el primer caso los autores sólo utilizan parámetros como la pendiente y la red hidrológica, entre otros, para su definición. En cambio, en el caso patagónico parten de un modelo deductivo de comportamiento derivado de crónicas, casos etnográficos y etnoarqueológicos considerando, además de la eficiencia, aspectos relacionados con el riesgo y la seguridad de desplazamiento y puntos estratégicos del paisaje para el avistamiento de animales o grupos vecinos, complejizando de esta manera el modelo.

En segundo lugar, se mencionan también tres casos arqueológicos cuyos objetivos fueron el evaluar cambios en los patrones de asentamiento a partir de modelizaciones paleoambientales relacionadas con inundaciones a través de un SIG. El primer trabajo realizado por Kneip (2004) en la región costera de Camacho, al sudeste de Brasil, buscó evaluar la relación espacial entre los emplazamientos de concheros (“*sambaquies*”) y la regresión marina del Holoceno Tardío. Para ello desarrolló un *Modelo Digital de Elevación* (MDE -ver *infra*) del área de estudio con el objeto de simular los movimientos del nivel del mar y los cambios asociados en la geografía, para luego combinarlo con la distribución espacio-temporal de los sambaquies. El segundo caso, realizado por Menotti (2002; 2003), buscó explicar un hiato en las adaptaciones lacustres en la región de los lagos alpinos en el límite suizo-germano, durante la Edad de Bronce Media (XVII A.C. al XV A.C). Este hiato habría sido ocasionado por la transgresión del nivel de los lagos, que habría forzado a las poblaciones a desplazarse tierra adentro y a intensificar el contacto con grupos de adaptación terrestre. Luego de que los niveles lacustres se restablecieron, la tradición lacustre reapareció en el registro, sólo que con

rastros de “aculturización” (*sic*). Al igual que el trabajo anterior, metodológicamente, este estudio plantea la simulación de los cambios lacustres a partir del desarrollo de un MDE y su combinación con la distribución espacio temporal del registro y la discusión sobre su composición.

Por último, el tercer caso desarrollado por Gillings (1995) corresponde a una planicie de inundación en el valle de Tisza (Hungría). En los otros dos antecedentes mencionados, el cambio en los niveles de agua podría ser descrito como “estático”, de acuerdo a la duración del fenómeno en cada uno de ellos. Gillings, en cambio, trata con inundaciones que, en general, son estacionales y a veces impredecibles. Es decir, es un fenómeno dinámico, como lo es también el de los endicamientos; por este motivo, metodológicamente es un caso más apropiado. Así, primero construye un MDE con un doble propósito; por un lado, abstraer las modificaciones antrópicas introducidas en la red de drenaje durante el siglo XIX y XX para prevenir justamente los anegamientos. Por otro lado, tener una medida del alcance espacial de los eventos con los cuales evaluar zonas de riesgo en función de su dinámica temporal. Luego, coteja esta modelización paleoambiental con la distribución espacial del registro arqueológico. No buscó identificar cambios en el patrón de asentamiento, sino evaluar las estrategias de asentamiento y explotación del espacio en relación a la disponibilidad variable de espacio, definiendo para ello una zonificación de la región en función de la afectación de los anegamientos. Debido a que el autor trata con inundaciones recurrentes, este es un caso comparativamente más apropiado para evaluar la dinámica de los endicamientos.

3.3- Modelo de disponibilidad de espacio

Un modelo es un conjunto de relaciones que se utiliza para representar y estudiar de forma simple y comprensible una porción de la realidad empírica. Se trata de una representación simplificada de la realidad en la que aparecen algunas de sus propiedades (Ebert y Kholer 1988; Felícísimo 1992). El modelo de disponibilidad del espacio que se construye busca aprehender las variaciones en la geografía del SLS causadas por los endicamientos. Se encuentra constituido por un escenario simulado gráficamente a través de un entorno SIG que indica el estado de los cuerpos de agua en diferentes situaciones de anegamiento. A partir de este paleomapa es posible definir una zonificación del área de estudio en función del impacto del fenómeno y de la inhibición de los distintos sectores. Dado que estas transformaciones del paisaje son transitorias y se alternan en el tiempo, es necesario considerar también la

disponibilidad geográfica usual utilizable por grupos humanos. Por esto se evaluarán comparativamente ambos paisajes, es decir, con y sin endicamiento; a este último se lo denominará 'paisaje habitual'. Estos escenarios resultan ventanas que nos permitirán visualizar situaciones diferentes del espacio entendido como recurso. A su vez, resultan la información de base sobre las cuales se plasmarán otras variables del modelo y se cotejará la distribución del registro arqueológico.

Además de las restricciones temporales que pudieran ocasionar los endicamientos, la región del SLS presenta atributos particulares que pueden ser entendidos como limitantes para la circulación, tales como su disposición como corredor sin salida o su marcada topografía. Estas constricciones naturales se presentan como aspectos aditivos a las inhibiciones de los anegamientos en cuanto a oferta de espacios disponibles y adquieren, además, relevancia en términos de costos variables de circulación a través del paisaje. Por esto es necesario integrar esta información a los escenarios antemencionados. A continuación se indican los pasos para su construcción.

3.3.1- Evaluación de Antecedentes de los Endicamientos

Para la construcción del modelo es necesario evaluar la información disponible sobre el fenómeno de endicamiento. Se han realizado numerosas investigaciones sobre el glaciar Perito Moreno, pero no se han llevado a cabo estudios en profundidad y tampoco existen trabajos integradores acerca del fenómeno.

En primera instancia, entonces, se sintetizarán los antecedentes acerca de la dinámica del glaciar Perito Moreno durante el Holoceno. El objeto es identificar y evaluar los eventos ocurridos contemporáneamente al poblamiento del sistema lacustre, con el fin de tener datos de base para la construcción de la simulación. En una segunda instancia se evaluará la información de los eventos ocurridos durante el siglo XX. El registro más detallado de estos eventos brinda una fuente de información que complementa la interpretación de su posible incidencia. Esta información es de suma importancia, ya que su grano determina en buena medida el alcance de este modelo y los posibles escenarios de paisaje endicado a simular. En este sentido, se discute la información existente en relación a:

- **Temporalidad.** Sintetizar la cronología del fenómeno a lo largo del Holoceno, así como también evaluar la recurrencia temporal de eventos.

- **Alcance Espacial.** Para evaluar la oferta diferencial de espacio es necesario conocer la magnitud de las inundaciones, que está representada por la extensión variable de los distintos eventos de inundación.
- **Características del fenómeno.** Evaluar las características de los endicamientos como fenómeno natural. También considerar sus implicancias en términos de la escala humana y un modo de vida cazador recolector, tales como velocidad de llenado de la cuenca inundable o la duración de un evento.

3.3.2- Zonificación Inicial.

La simulación del alcance espacial de los endicamientos sirve de información de base para los siguientes pasos de la modelización. A partir de ésta, se desarrolla una zonificación de la región, de la cual es esperable que se deriven distintas consecuencias desde el punto de vista del comportamiento:

- **Zona de Impacto Directo.** Queda definida por el área recurrentemente anegada. Cuando un evento se encuentra operando, esta zona queda inhabilitada para el uso y/o circulación.
- **Zona de Impacto Indirecto.** Se representa por los espacios adyacentes a las nuevas líneas de costa impuestas por las inundaciones. Dentro de esta zona debe distinguirse el subgrupo de los espacios que quedan aislados geográficamente, ya que los anegamientos pueden funcionar como *barreras biogeográficas temporales*.

3.3.3- Geografía habitual de SLS y sus Costos de Circulación

Las decisiones relacionadas con selección de espacios de instalación y circulación son llevadas a cabo en todo el espacio disponible; en la Zona de Impacto Directa e Indirecta. Específicamente en estos últimos sectores ‘libres’ de agua, los criterios por los cuales estas elecciones de circulación se definen, están relacionados con los costos del espacio como recurso. La región del SLS, como se mencionó, presenta ciertos atributos físico-geográficos en cuanto a disponibilidad de espacios que deben ser incluidos en los escenarios. A su vez, estos atributos pueden actuar como limitantes de circulación debido a los costos de desplazamiento que infringen, aspecto que fue notado en diversos estudios previos de la

región (Belardi *et al.* 1994; Borrero y Carballo Marina 1998; Belardi y Campán 1999; Borrero y Muñoz 1999; Belardi 2003). En particular se considerará:

- ▶ **Disposición geográfica.** La presencia de elementos geográficos de gran magnitud como el lago Argentino al norte o el Campo de Hielo Patagónico Sur al sur y sudoeste de la región, adquieren importancia en cuanto que limitan el acceso a ésta. Este aspecto es doblemente relevante por un lado, en cuanto a la definición de sectores que pudieran quedar geográficamente aislados a causa de los endicamientos. Por otro, en cuanto a que este fenómeno puede potenciar las restricciones de acceso a la región.
- ▶ **Fragmentación del paisaje.** La disposición de varios cuerpos de agua determina la disponibilidad de espacios y vías de desplazamiento internas dentro de la región durante los momentos en que los endicamientos no se encuentran operando.
- ▶ **Topografía.** La condición pericordillerana de la región configura una topografía accidentada. También se presentan sectores de relativa altitud de picos elevados y con nieves eternas. La altitud sumada a la cercanía al Campo de Hielo, determina sectores con condiciones climáticas y de seguridad adversas.
- ▶ **Vegetación.** La presencia de sectores de bosque cerrado en la región es un factor de relevancia en términos de costos de circulación.

Es importante aclarar que la vegetación y la topografía no son consideradas como barreras geográficas en si mismas, ya que presentan grados de permeabilidad y transitabilidad. Sin embargo, es esperable que hayan sido evitadas como vías usuales. Esta observación es válida también para el Cordón Baguales, ubicado al sur de la región. Al respecto, es interesante destacar que la información arqueológica sugiere que este sector cordillerano no funcionó como una zona usual de paso hacia la vertiente pacífica (Borrero y Franco 2000).

A partir de estos aspectos se construyen capas de temáticas de información (mapas) basados en una escala ordinal que indique mayor o menor costo (ver cuadro 3.1).

3.3.4- Zonificación Final

Los escenarios finales incluyen el paisaje habitual y diversas magnitudes de endicamiento. Estos combinan las distintas capas de información producida en las diferentes etapas – ver Figura 3.1-, generándose así una re-zonificación:

- **Sectores inhibidos.** Se trata de los espacios anulados por el área de catchment de las inundaciones, es decir la *zona de impacto directo*. Se encuentran considerados además los espacios cuyo acceso se encuentra restringido por una inundación, es decir aislados geográficamente (subgrupo dentro de la *zona de impacto indirecto*).
- **Sectores de Mayor Costo.** Son espacios que quedan definidos dentro de la zona de impacto indirecto y que presentan la categorización homónima en una o más de las variables indicadas para evaluar el costo de circulación.
- **Sectores de Menor Costo.** Son espacios que quedan definidos dentro de la zona de impacto indirecto y que sólo presentan la categorización homónima en todas las variables indicadas para evaluar el costo de circulación.

3.4- Evaluación del registro arqueológico

Luego de llevar a cabo, a través de su simulación, el análisis independiente de las variaciones geográficas que genera el fenómeno de endicamiento, se abordará el análisis del registro arqueológico para evaluar si estas variaciones produjeron alguna diferencia en la configuración del paisaje arqueológico de la región.

En este sentido, se hará un repaso a los antecedentes de investigación enfatizando tres aspectos. En primer lugar, los estudios distribucionales llevados a cabo en la región que concluyeron acerca de la fuerte significación biogeográfica del paisaje arqueológico de la región, pero sin tener una medida del alcance espacial de los anegamientos. En segundo lugar, hacer hincapié en el esquema macro-regional –margen sur del Lago Argentino- ya que las poblaciones, en la gestión adaptativa de las consecuencias de fenómenos tales como inundaciones, tienden a considerar espacios mayores que exceden a aquellos que son afectados directamente, en este caso la cuenca de inundación de los endicamientos.

En tercer lugar, el reconocimiento de que los procesos postdepositacionales que genera un fenómeno como este, pueden modificar las propiedades del registro, lleva a preguntarnos si, junto al comportamiento humano, pueden haber jugado un rol sustancial en la configuración de los patrones arqueológicos observados hoy en día. Por lo cual, por último se indagará los antecedentes en relación a esta pregunta y se harán algunas observaciones acerca de la ocurrencia de procesos y expectativas según tipo de material que, al menos teóricamente, serían esperables bajo condiciones de inundaciones lacustres reiteradas.

En términos estrictamente metodológicos, los escenarios brindan una caracterización espacial de la formación y anulación de barreras geográficas temporales, así como de la categorización del espacio en relación a su disponibilidad, costos de uso y circulación. Por lo cual, el paso siguiente es incorporar al registro arqueológico dentro del entorno SIG y los escenarios simulados. Particularmente, estamos interesados en evaluar la ocupación de espacios y su continuidad, ya que son indicadores arqueológicos de la elección preferencial y/o marginalización de sectores y de emigraciones o abandonos de espacios geográficos (Torrence 2002). Así, nos centraremos principalmente en la distribución espacio-temporal del registro arqueológico, porque puede hablarnos de la preferencia diferencial de *loci* en el paisaje y que, combinado con su frecuencia, puede ser utilizada como *proxy* de la intensidad de ocupación (Barton *et al.* 1999).

En primera instancia, entonces, se tratará la distribución espacial del registro -tanto de superficie como estratigráfico-, desplegándola sobre los escenarios construidos. Su ubicación con respecto a las zonificaciones antemencionadas permite categorizar la evidencia de acuerdo a esta última. Con esta codificación espacial se aborda la información temporal del registro arqueológico, para evaluar los aspectos diferenciales que pudieran surgir en cuanto a las decisiones de uso del espacio en relación a los momentos en los que hubo endicamiento. Así, es importante atender a la correlación de la cronología cultural y del fenómeno partiendo de la categorización espacial.

Dadas las características del fenómeno, su relación temporal con el comportamiento humano es de carácter dinámica. No obstante esto, los escenarios aquí propuestos representan ventanas estáticas, sincrónicas, que se alternan en el tiempo. La posibilidad de aprehender una noción continua del tiempo representa una verdadera dificultad metodológica bajo un entorno SIG - para ver una discusión al respecto, remitirse a Gillings y Goodkalk (1996)-. Por lo cual, es necesario evaluar diversas escalas temporales de interacción entre ambos componentes de esta relación. Escalas que serán definidas en relación a la configuración de los endicamientos; esta cuestión será tratada en la discusión final junto con los aspectos inherentes al riesgo que las inundaciones conllevan.

3.5- Sistemas de información geográfica

Un SIG no es simplemente un instrumento para hacer gráficos o mapas, sino más bien un entorno que ofrece un conjunto de herramientas para relacionar, manipular y analizar datos espacialmente referenciados. En este sentido, un SIG consta de dos partes, por un lado, una base de datos estándar en forma de tablas y por otro, una interfase gráfica en donde a cada registro de una tabla le corresponde indivisiblemente un elemento gráfico. La georeferenciación espacial de cada uno de estos elementos permite la combinación de múltiples tablas y en definitiva, de múltiples líneas de información. Esta capacidad de visualización de la combinatoria de datos junto con la posibilidad de desarrollar análisis matemáticos y/o estadísticos es la gran ventaja que posee un SIG para la búsqueda de patrones subyacentes o la generación de nueva información (Savage 1990b, Kvamme 1999; Church *et al.* 2000; Ebert 2000).

En la arqueología, los SIG comenzaron a utilizarse a principios de la década de 1980 y desde entonces, la cantidad de estudios, de usuarios y el campo de aplicación dentro de la disciplina han ido creciendo día a día, no sólo en la investigación *per se*, sino también en la gestión de recursos culturales (Kvamme 1995, 1999). Por su parte, en la arqueología argentina, la utilización de esta herramienta comenzó a mediados de la década del '90. Desde los primeros antecedentes, como por ejemplo el trabajo de Manzi (1999) presentado en las Terceras Jornadas de Arqueología Patagónica (1996), su inserción en la investigación ha ido en paulatino aumento, tal y como quedó expresado en el Simposio “El uso de Sistemas de información Geográfica (SIG) en Arqueología” en el XV Congreso de Arqueología Argentina (2004).

El notable incremento global del uso de SIG en la arqueología se debe a las bondades que este entorno ofrece a la disciplina y a la integración de todas ellas bajo un mismo sistema. Entre éstas se mencionan (Kvamme 1995, 1999): captura (*i.e* GPS), visualización y presentación de datos, diseño y desarrollo de estrategias de muestreo y prospección, análisis espacial entre conjuntos arqueológicos y/o su relación con el paisaje, su poder para desarrollar simulaciones de tomas de decisión y modelos predictivos y de comportamiento y también para la gestión y administración de bases de datos regionales.

3.5.1- Métodos de Construcción de las Simulaciones y Escenarios

En una primera instancia, la aplicación de un entorno SIG en este trabajo tiene que ver en con la generación de la modelización paleoambiental del fenómeno de endicamiento. Luego, el mismo entorno brindará las herramientas para integrar y combinar las restantes líneas de información.

3.5.1.1- Modelo Digital de Elevación (MDE)

La extensión de las inundaciones es variable en función de las cotas sobre el nivel original de los espejos de agua alcanzadas por cada uno de los eventos particulares. En este sentido, para poder tener una medida del alcance espacial del fenómeno es necesario poder graficar las isohipsas de estas cotas. Debido a que la equidistancia de las Cartas Topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM) no brinda la resolución necesaria para representarlas, hubo que modelar una representación de la topografía, es decir, un Modelo Digital de Elevación⁸ (MDE).

Un MDE es una variante particular de lo que se denomina Modelo Digital de Terreno (MST o TDM en inglés) y puede ser definido como una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie de un terreno que describe la altimetría de una zona mediante un conjunto acotado de datos (Felícisimo 1992). A partir de este es posible construir además una serie de modelos derivados, entre los que se cuentan la pendiente o la orientación. Este conjunto acotado de datos está dado por puntos que presentan un valor de altitud $-Z-$, y los valores correspondientes de X e Y, expresados en un sistema de proyección cartográfica que le otorga la referencia espacial. A partir de estos puntos se generan otros nuevos estimados por interpolación. Este procedimiento se realiza a través de uno de los tantos algoritmos existentes, que es definido por la estructura numérica de los datos (Felícisimo 1992; Marozas y Zack 1990; Kvamme 1990; Hageman y Bennett 2000).

Los puntos conocidos fueron tomados de las Cartas Topográficas Oficiales del IGM y se optó por utilizar un modelo vectorial denominado *redes de triángulos irregulares*⁹ (TIN). Su definición, los criterios de elección de éste por sobre otros interpoladores así como los pasos, especificaciones y software utilizado para la generación del MDE se encuentran explicitados en el *Apéndice*.

3.5.1.2- Integración de información

La composición de los escenarios finales incluye, además de las simulaciones generadas a través del MDE, la incorporación y combinación de otras variables. Para ello se utiliza la combinación de dos estructuras diferentes de representación del espacio geográfico (Buzai 1998). Por un lado, el *modelo vectorial* en que la estructura de datos se presenta mediante vectores o estructuras de vectores representando el espacio de forma continua. Por otro lado, el modelo raster, parte de una matriz cuadrículada de celdas contiguas, en donde cada una de ellas contiene la información que referencia a una porción particular del espacio geográfico, representándolo de forma discreta. Cada uno de estos modelos posee sus ventajas y desventajas, así es que la tendencia de los nuevos sistemas es la combinación de ambas formas de representación del espacio¹⁰.

Atributos del paisaje tales como la pendiente o la altitud se presentan en formato raster debido a que son calculados a partir del MDE. En cambio, los elementos del paisaje, como por ejemplo, cuerpos de agua, cursos de agua o las líneas de bosque y el registro arqueológico son definidos en formato vectorial, ya que este es más apropiado para la definición de unidades circunscriptas. Debido a que el modelo raster es más apropiado para la manipulación algebraica y booleana de datos, algunas capas de información vectorial son luego ‘rasterizadas’ para la combinación y composición de las zonificaciones. Estos aspectos también se encuentran explicitados en el *Apéndice*.

Capítulo 4. El fenómeno de endicamiento

Paleoambiente, paleodinámica geográfica y definición de las simulaciones

4.1- Introducción

La región del SLS estuvo disponible para ser ocupada luego de la retirada de los hielos, es decir, promediando el final del Pleistoceno y principios de Holoceno. Por su parte, el glaciar Perito Moreno se habría conformado como tal luego del retroceso glaciario general hace unos 13.000 años radiocarbónicos. Ya en el 10.000 A.P., su frente se encontraba emplazado a sólo 1 km de la posición en la que se encuentra hoy en día. Desde entonces, el glaciar sólo ha experimentado avances y retrocesos menores, sin presentar grandes cambios de posición y tamaño. Por lo cual, puede decirse que el SLS estuvo libre de hielos durante el Holoceno (Mercer 1968; Strelin y Malagnino 2000).

En este capítulo, se amplía la información de la región introducida en el capítulo 1, presentando el marco paleoambiental de la región. Información que, además, brinda los elementos para la construcción de los escenarios del modelo. En primer lugar, se exponen algunos aspectos generales de la región. Luego, se presentan los antecedentes acerca de los endicamientos. Lo que se sabe de este fenómeno proviene principalmente de la observación y el registro de los eventos sucedidos durante el siglo XX. Sin embargo, se tiene conocimiento de su ocurrencia durante el resto del Holoceno a través de estudios glaciológicos y geomorfológicos. Por lo cual, es necesario hacer un repaso de estos antecedentes. Por último, se discute la información disponible y se definen los criterios para la generación de la simulación.

4.2- Aspectos paleoambientales generales

Los marcos paleoambientalmente generales para Patagonia basados en distintas líneas de evidencia indican que, con la retirada de los hielos hacia el 13.000 A.P., el clima comenzó a mostrar un mejoramiento que se sostuvo hasta los nuevos picos de frío, ya promediando el

Holoceno. No obstante esto, es posible que haya habido una inversión del clima entre el 11.000 y el 10.000 A.P., para algunos concordante con un evento de enfriamiento conocido para el hemisferio Norte como Younger Dryas. Evidencias más recientes muestran que el pulso de frío del fin del Pleistoceno comienza antes que el Younger Dryas. En este sentido, es claro que puede postularse cierta inestabilidad climática. Luego del 10.000 A.P. el mejoramiento climático se acentúa y se hace evidente, aunque con variaciones en las condiciones de humedad (Glasser *et al.* 2004). Entre esta fecha y los 8.500 A.P., es posible observar una disminución en los niveles de precipitación y entre los 8.500 A.P. y los *ca.* 5.000 A.P., se registró un período de mayor humedad que puede relacionarse con la expansión de los bosques (Markgraf 1988).

Los bosques de *Nothofagus* sp. habrían comenzado su expansión, desde los refugios en los que se mantuvieron durante el Pleistoceno, a partir del 8.500 A.P. (Markgraf 1988). Sin embargo, columnas polínicas del SLS indicarían que la colonización podría haber comenzado hace 9.500 A.P. y que hacia el 7.000 A.P., ya el bosque estaría bien establecido (Mercer y Ager 1983). En el último siglo, el bosque ha sido muy impactado por la acción antrópica, reflejo de esto es la presencia de claros causados por erosión y/o incendios (Borrero y Muñoz 1999) y las evidencias de su retracción (Del Valle *et al.* 1995).

Específicamente para la región del SLS, en base a secuencias polínicas del área de Chorrillo Malo y el Cerro Verlika, realizadas por Mancini (1998, 2001), pueden señalarse condiciones de mayor humedad hacia el inicio del Holoceno Tardío e intervalos de condiciones secas entre el *ca.* 4.000 y 1.100 A.P. A su vez, se indican períodos de condiciones más frías y más húmedas entre el *ca.* 2.500 y 1.700 A.P. y para los últimos 1.000 años. Se han encontrado, por otro lado, evidencias de la denominada Anomalía Climática Medieval (ACM) en la región; siendo éste un marcado período de sequedad ambiental global que implicó cambios en los sistemas hidrológicos (Stine 1994). Tocones sumergidos de *Nothofagus* sp. encontrados en Bahía Catalán, Lago Argentino y fechados en 880 ± 50 ^{14}C años A.P. (LDGO-1747A, Stine *op.cit.*) habrían crecido durante un momento de reducción de los niveles del lago. Este fechado se correlaciona con otros obtenidos en Patagonia Meridional – Lago Cardiel- y con tendencias globales. Por otra parte, se ha identificado un paleosuelo por encima de los materiales arqueológicos del Sitio Alice 1 –margen sur de Lago Argentino- que Favier Dubois correlacionó con un momento posterior al ACM (en Borrero y Franco 2000). También existen evidencias del pulso frío global denominado Pequeña Edad del Hielo, que ocurrió entre el 1.640 A.D. y el 1.850 A.D.. Aunque se presenta con variaciones regionales, globalmente se

trata de un período de marcadas temperaturas bajas (Villalba *et al.* 2003). En el SLS, este pulso se manifestó como avances glaciarios (Mercer 1968).

4.3- Marco general glaciario

Las tendencias climáticas, mencionadas anteriormente, que fueron definidas principalmente en base a estudios datos polínicos, dendrocronológicos u otros, no demuestran en sí mismas avances glaciarios -aunque es claro que existe cierta correlación entre ellos. El término *Neoglaciación* fue definido como una unidad geológica-climática, es decir, su caracterización surge puramente de la evidencia física geológica de la expansión de los glaciares (Porter 2000). Así, la cronología de avances glaciarios en Patagonia durante el Pleistoceno Final y el Holoceno parten del estudio de diversos glaciares de descarga al este y oeste del Campo de Hielo Patagonónico Norte y Sur, del análisis de sus diferentes tipos de depósitos glaciarios y del fechado radiocarbónico ^{14}C de materiales orgánicos dentro o cercano a los depósitos morénicos (Aniya y Sato 1995a, 1995b; Wenzens 1999; Porter *op.cit.*; Glasser *et al.* 2004).

Previo a la década del '90, el conocimiento glaciológico básico de Patagonia era aun muy limitado. No fue sino hasta dicha década en que comenzaron los estudios sistemáticos de los campos de hielo y los glaciares en general. Esto debido al reconocimiento de la importancia que poseen como recursos naturales, de explotación económica y también porque contribuyen al aumento global del nivel del mar y son indicadores de cambios climáticos globales (Skvarca 1992, 2002).

Glasser y autores (2004) han realizado una síntesis de los distintos estudios acerca de la paleodinámica glaciaria que se han llevado a cabo en Patagonia:

4.3.1- Pleistoceno Final

Existe consenso en cuanto a que hacia el 14.600 A.P. los glaciares aún cubrían gran parte del territorio circundante a la Cordillera de los Andes. Luego de los 13.000 A.P., el registro paleoambiental en Patagonia comienza a indicar un cambio hacia temperaturas más cálidas y se observa la retracción de la extensión de los glaciares y la división de los dos campos de hielo existentes hoy en día. Luego de esta fecha, existe desacuerdo acerca de si pueden o no

haber existido nuevos avances glaciarios relacionados con el Younger Dryas (11.000 – 10.000 A.P.). Así mientras algunos autores hablan de rápido retroceso ininterrumpido luego de 13.000 ^{14}C años A.P. (Mercer y Ager 1983), otros autores han encontrado evidencia de pulsos de avances posteriores a dicha fecha (Wenzens 1999). Esta misma controversia se presenta en la interpretación de otros tipos de registro paleoambiental como el polínico (Markgraf 1988). Como se mencionó, se ha identificado – en particular en las cercanías del Estrecho de Magallanes- el *Antartic Cold Reversal*, cuyo comienzo es anterior al Younger Dryas.

4.3.2- Holoceno

Siguiendo la síntesis de Glasser y autores (2004), existe acuerdo en cuanto a que los avances neoglaciales en Patagonia comenzaron después del 6.000 ^{14}C años AP, coincidiendo con un episodio de enfriamiento climático. Existen evidencias de un avance glaciario previo a dicha fecha – entre el 8.600 – 8.200 ^{14}C años A.P.-, las que sin embargo son altamente discutidas¹¹. Básicamente existen dos cronologías, denominadas según los investigadores que la propusieron, que sintetizan los avances glaciarios del Holoceno patagónico -ver Figura 4.1-. La cronología “Tipo Mercer” fue la primera en formularse y en ella se postularon tres avances: *Primer avance Neoglacial*: 4.700-4.200 A.P.; *Segundo avance Neoglacial*: 2.700-2.000 A.P.; *Tercer avance Neoglacial*: entre los 1.600 y 1.850 A.D., período conocido como la Pequeña Edad del Hielo. Por otro lado, la cronología “Tipo Aniya” formulada con posterioridad identifica cuatro avances: *Primer avance Neoglacial*: con pico en 3.600 A.P.; *Segundo avance Neoglacial*: con pico en 2.300 A.P.; *Tercer avance Neoglacial*: con pico entre 1.600-1.400 A.P.; *Cuarto avance Neoglacial*: durante la Pequeña Edad del Hielo.

Las diferencias existentes entre las dos cronologías se deben, en primera instancia, a que ambas fueron construidas en base a fechados radiocarbónicos, los cuales son en su mayoría edades mínimas. En segunda instancia, debido a que se basan en el estudio de glaciares calving, los cuales por su condición pueden no comportarse linealmente con respecto a las condiciones climáticas. Esto dos aspectos se tratarán más abajo.

4.4- Glaciar Perito Moreno y los endicamientos

En la región de Lago Argentino pueden distinguirse al menos dieciséis avances glaciarios ocurridos entre el Plioceno tardío y el Tardiglacial del Pleistoceno Superior –15.000 – 10.000 A.P.- (Rabassa y Coronado 2002). Como se mencionó, el glaciar Perito Moreno no se formó como tal hasta la última retirada de los hielos. Siguiendo a Mercer (1968) las morenas de Punta Bandera ubicadas al este del Brazo Rico, fueron formadas por dos lenguas glaciarias, Lago Argentino con un frente calving y Lago Rico terminando en tierra. Se identificó sobre dichas morenas un vertedero de desagote (vertedero Punta Banderas) que las cortaba emplazado en una cota de 47m sobre el nivel actual de los lagos. Por este vertedero, drenaba hacia el Lago Argentino el agua contenida al sur del glaciar Lago Rico. Un fechado obtenido sobre la base de una turbera desarrollada dio una antigüedad de 10.000 ± 140 ^{14}C años A.P. (I-2209, Mercer *op.cit.*). Según este autor el fechado indicaba una edad mínima del abandono de dicho vertedero y como éste nunca más fue utilizado, esto indicaría el retroceso definitivo del glaciar en una fecha cercana al comienzo del Holoceno.

En su retracción, la lengua glaciaria Lago Rico se dividió en dos ramas, que eventualmente se convirtieron en el glaciar Frías y en el glaciar Perito Moreno. Está en discusión si las morenas de Punta Banderas se encuentran relacionadas con el Younger Dryas (Wenzens 1999). Mercer (1968) consideraba improbable esta posibilidad, ya que el abandono de dichas morenas había ocurrido tiempo antes del fechado que obtuvo. A su vez, estudios más detallados de las morenas (Strelin y Malagnino 2000) señalan que en realidad se trataba de un sistema de tres cinturones de morenas con fechas de 13.000 ± 900 ^{14}C años A.P., 11.100 ± 730 ^{14}C años A.P. y el tercero, más reciente que éstos pero anterior a 10.390 A.P. Estos cinturones representan tres pulsos de avance diferentes, el último de ellos podría correlacionarse con el Younger Dryas del Hemisferio Norte. Por otra parte, en cuanto a la existencia del vertedero, Clapperton (1993) considera que la interpretación de Mercer es incorrecta. Esta brecha en las morenas no podría ser un vertedero, ya que el nivel de Lago Argentino cuerpo sobre el cual drenaba, se encontraba en ese entonces elevado en más de 10 metros respecto de la cota de dicho vertedero; por lo cual el drenaje sería físicamente imposible.

4.4.1- Durante el Holoceno

Más allá de esta discusión, lo cierto es que para el Holoceno Temprano las lenguas glaciarias, que cubrían el SLS, se retiraron hacia el oeste y no volvieron a presentar un avance tan significativo (Strelin y Malagnino 2000). Siguiendo nuevamente a Mercer (1968), para comienzos del Holoceno, el frente del glaciar se encontraba posicionado entre Bahía Catalán, a menos de 30 km al oeste de las morenas de Punta Bandera, y su actual posición; siendo ésta, una distancia de *ca.* 1 km. La nueva posición del glaciar implicó un cambio en el sistema de drenaje, el cual utilizó un nuevo sumidero, el vertedero de Bahía Catalán. Un fechado sobre la base de una turbera indicó una fecha de 9.510 ± 210 ^{14}C años A.P. (RL-119, Mercer y Ager 1983). En la secuencia estratigráfica, a esta turba le antecede una lente de ceniza volcánica y luego, una segunda turba, la cual también fue fechada en 3.830 ± 115 ^{14}C años A.P. (I-2201, Mercer *op.cit.*). Estos momentos indicarían fechas mínimas en las que el vertedero habría quedado en desuso. De esto se derivan dos observaciones, por un lado, las retracciones del glaciar más allá de la Península de Magallanes habrían provocado que el drenaje se efectuara por el Canal de los Témpanos, abandonando así el vertedero de Bahía Catalán. Por otro lado, el fechado de la segunda turba, *ca.* 4.000 A.P., indicaría un estado de avance que podría correlacionarse pese a las diferencias, según Mercer (*op.cit.*) con el primer Primer Avance Neoglacial de su cronología. Esto fue apoyado con un segundo muestreo en otra turba ubicada más al oeste y a una altitud cercana a los niveles actuales del lago, en la cual un fragmento de madera brindó un fechado de 3.860 ± 115 ^{14}C años A.P. (I-2207, Mercer *op.cit.*) que se correlaciona con el anterior. Particularmente, esta fecha indica un momento mínimo en el que el glaciar ya no se encontraba sobre la península, es decir, estaba retraído sobre el Canal o bien más allá de este.

Mercer calculó que el vertedero de Bahía Catalán se encontraba 42 m por sobre el nivel del lago actual, por lo cual, en los momentos en los que este se encontró activo, los endicamientos habrían alcanzado por lo menos dicha cota. Scott Stine (en Porter 2000) encontró que este no es el vertedero más bajo entre el Lago Argentino y el Brazo Sur, sino un sumidero ubicado entre el Brazo Rico y el Río Centinela. Al respecto, Raffo y autores (1953) ya habían identificado a este sector como la zona de desagüe natural de la región. Este sumidero, que llamaremos vertedero Brazo Rico, provocaría el desagüe del endicamiento hacia el Lago Argentino a través del Río Centinela. Dataciones de material orgánico proveniente de este sumidero, llevadas a cabo a 35 m sobre el nivel original, indican que el avance del glaciar Perito Moreno y el endicamiento holocénico más temprano ocurrió *ca.* 4.850-5.050 A.P. Un fechado de 4.640 ± 40 ^{14}C años A.P. obtenido de un fragmento de madera en una morena

probablemente brinda una fecha cercana a la extensión máxima de este avance que, según Porter (*op.cit.*), reflejaría el primer avance neoglacial.

Mercer (1968) también aporta datos que dan indicios sobre el comportamiento del glaciar durante el Holoceno Tardío. La datación de la base de la misma turbera en la que se obtuvo un fechado de 3.860 ± 115 ^{14}C años A.P. (I-2207) para un fragmento de madera, brindó una fecha de 2.170 ± 105 ^{14}C años A.P. (I-2206). Estas dataciones presentan un problema de relación estratigráfica, que en palabras del autor puede deberse que al hecho de que el fragmento de madera no se encontraba en posición primaria. En este sentido, la conclusión que se deriva es que la turba no se encontraba cubierta de hielo en ninguno de los dos momentos. A su vez, otra turbera que se encuentra entre Bahía Catalán y el Canal de los Témpanos, fue identificada luego del desmalezamiento originado por la ruptura del endicamiento de 1966. Esta turba, que habría sobrevivido a varias rupturas recientes, habría comenzado a formarse para el 1.980 ± 100 ^{14}C años A.P. (I-2205), luego de un proceso previo de repetidos endicamientos, como lo sugiere la información estratigráfica. Estos eventos, siguiendo la secuencia del autor, estarían relacionados con el Segundo Avance Neoglacial. No es claro cuál fue el nivel máximo alcanzado por estos endicamientos, pero sabemos que no subieron hasta los 42 m del supuesto vertedero de Bahía Catalán dado que no se encuentran representados en su estratigrafía (Mercer *op.cit.*). En este sentido, es posible que hayan alcanzado la cota de 35 m del vertedero de Brazo Rico, o bien hayan sido menores que este umbral.

Por último, durante las prospecciones arqueológicas realizadas en la margen oeste del Brazo Sur se detectó un perfil expuesto de una turbera que había sido decapitada, probablemente por acción del agua embalsada; este *locus* presentaba material arqueológico y fue denominado sitio Marchant. La cota de localización de la turbera es coherente con esta interpretación, ya que la línea de árboles debió estar mucho más baja poco tiempo antes. A juzgar por los tocones que se observaron por doquier, es probable que haya estado afectada por sucesivas inundaciones. Se fechó una muestra de la base de dicho perfil que brindó un resultado de 2.310 ± 40 ^{14}C años AP (GX-25992-AMS) (Borrero 1999b). Esta datación brinda una fecha mínima para la formación de la turbera en cuestión, que se relaciona con los eventos de avance mencionados en el párrafo anterior.

4.4.2- Durante el Siglo XX

Los siguientes registros de avances y endicamientos que se poseen para el glaciar corresponden a los ocurridos en el siglo XX. El primer explorador en llegar a esta región fue el Perito Francisco P. Moreno en marzo de 1877, de aquí el nombre del glaciar. Las primeras observaciones y medidas fueron efectuadas por R. Hauthal en 1.899, quien constató que el ancho del canal (entre el frente del glaciar y la Península de Magallanes) era de 1.120 m. Para el año 1908 el canal sólo tenía 500 m y en 1917 ocurrió el primero de la serie de endicamientos de este siglo (Raffo *et al.* 1953). El estado de avanzada del glaciar Perito Moreno es particularmente excepcional respecto del comportamiento general de los glaciares patagónicos. La mayoría de los glaciares de ambos campos de hielo presentan un substancial retroceso, que en algunos casos ha sido de hasta 13 km (Skvarca 2002), lo cual es congruente con la tendencia cálida del siglo XX (Villalba *et al.* 2003). El Perito Moreno, en cambio, se halla en un estado estacionario. Sólo su frente, que se encuentra posicionado cercano a su máximo neoglacial, fluctúa con movimientos máximos registrados en el orden de los 500 m entre el Canal de los Témpanos y la Península de Magallanes (Aniya y Skvarca 1992; Naruse *et al.* 1992; Warren 1994).

El comportamiento asincrónico del Perito Moreno se debe a su condición de glaciar calving (Warren 1994). Este tipo de glaciares se caracteriza por el hecho de que sus frentes descansan ya sea sobre el mar o sobre lagos. Esta condición les confiere un comportamiento particular con relación a los cambios climáticos, ya que también factores no climáticos e inherentes a su propia dinámica modulan sus respuestas a las señales climáticas. La tasa de desprendimiento de icebergs de su frente -efecto calving- es la que marca su conducta particular. Entre los factores que inciden en dicha tasa se mencionan: la sensibilidad al tipo de sustrato, profundidad de los cuerpos de agua y las condiciones de oleaje y temperatura del agua (Warren y Aniya 1999, Porter 2000).

La profundidad promedio del Canal de los Témpanos es de 160 m (Skvarca 2002). Los glaciares calving no pueden avanzar en aguas tan profundas sin un banco morénico protector. Por otro lado, avanzar sobre aguas profundas implica aumentar el flujo de desprendimiento (*calving flux*), retardando así el movimiento. El avance sostenido sólo podría haber ocurrido al llegar a las aguas menos profundas de la costa este del canal, debido al feedback positivo que genera la reducción de la velocidad del “calving”. En este sentido, el balance entre la incorporación de hielo, las tasas de desprendimiento y la incorporación de sedimento para la formación del banco morénico serían los que determinan si comienza un periodo de avance o

si se mantiene en un equilibrio estático (Warren 1994). Entonces, el avance del siglo XX puede haber sido una respuesta tardía a las señales climáticas de la Pequeña Edad del Hielo, prorrogada por el tiempo necesario en construir un banco morénico (Warren *op.cit.*). Este comportamiento anómalo también fue notado por Mercer (1968), debido a que el glaciar presenta un desfasaje de *ca.* 300 años respecto del máximo de los otros glaciares tanto en el Primer como en el Segundo Avance Neoglacial, según su cronología.

La mayor parte de la información para reconstruir la dinámica moderna del glaciar fue obtenida en informes aislados de parques y de pobladores, comisiones de estudio del Servicio Meteorológico Nacional (Heims 1951; Raffo *et al.* 1953) o estudios fotogramétricos de las posiciones del frente (Aniya y Skvarca 1992). De particular importancia es el estudio realizado sobre unas columnas del lecho del Brazo Sur, que permitieron reconocer las señales sedimentarias de muchos de los eventos ocurridos (Del Valle *et al.* 1995). Los endicamientos interrumpen el normal proceso sedimentario lacustre, generando así, en la estratigrafía del lecho, una secuencia sedimentaria alternada. Para el siglo XX sólo se han podido reconocer 10 eventos, los cuales serían los de mayor magnitud, mientras que los endicamientos menores no quedaron registrados, o bien su señal fue muy débil para ser detectada¹².

En el Cuadro 4.1 pueden observarse los principales endicamientos del siglo XX. Sin embargo, no son todos los ocurridos, ya que lamentablemente no existe un registro completo ni sistemático de cada uno de los eventos. En parte, esta ausencia de información se debe a que en algunas situaciones es difícil discernir, especialmente en los eventos de menor magnitud, la formación de un endicamiento. La cota alcanzada por cada uno de los eventos depende, entre otros factores, del volumen hidrométrico de descarga de los tributarios del SLS, pero por sobre todo, de la duración del endicamiento. En este sentido, sólo los endicamientos de más de 2 años de duración habrían alcanzado niveles superiores a los 28 m (Mercer 1968), situación que no ha ocurrido durante el siglo XX¹³. A su vez, la duración depende también del tipo de cerramiento, de los cuales se han establecidos tres tipos (Raffo *et al.* 1953):

1. Cerrado, pero la masa de hielo roca no está completamente pegada a las rocas de la orilla, o existen agrietamientos internos que permiten el desagüe del SLS (por ejemplo: 1948, 1949 y 1950).
2. Cerrado por empuje aislado. La masa de hielo no permite el desagüe, pero al no repetirse nuevos empujes, el cerramiento es de corto tiempo ya que la ablación da lugar a la formación de un túnel que permite igualar los niveles (por ejemplo: 1947, 1990, 1991, 1992).

3. Cerrado por empujes continuos que impiden la formación del túnel. Estos casos dieron lugar a endicamientos de larga duración (entre 8 y 24 meses) e inundaciones de importancia.

Así, se han dado situaciones que complicaron la posibilidad de identificar la concreción de cierres. Por ejemplo, entre 1937 y 1952 nunca hubo una completa disipación de hielo sobre la orilla de la Península de Magallanes, lo que originó la sucesión de múltiples cierres no discernibles (Raffo *et al.* 1953); circunstancia que también ocurrió entre 1966 y 1970 pero con endicamientos todavía mucho menores (Del Valle *et al.* 1995). En 1954 hubo una ruptura a los 2 meses de cerrado el canal y luego inmediatamente la formación de un nuevo endicamiento que duró 2 años; en 1960 ocurrió una ruptura, un posterior cerramiento y nueva apertura en el lapso de 45 días y lo mismo ocurrió en 1966. En 1947 el glaciar alcanzó la costa, pero rápidamente se originó un túnel que permitió el desagüe¹⁴. No es posible explicar la ausencia de información relevante y detallada de los endicamientos posteriores a 1966.

Los eventos de mayor interés son aquellos originados a partir del tercer tipo de cerramiento, puesto que éstos son los de mayor duración, los que alcanzaron cotas sobre nivel de magnitud perceptible y en definitiva, los de significación biogeográfica. Hasta 1954 los endicamientos duraron menos de 1 año y a partir de entonces, el fenómeno ha ido regularizándose en ciclos de aproximadamente 4 años: *ca.* 2 años de duración del endicamiento -del cerramiento a la apertura del canal- y luego 2 años más, previos a la formación del nuevo cerramiento.

En general, los cierres de canal acontecen en invierno, que es cuando el flujo de desprendimiento del frente (*calving flux*) baja su intensidad, por otro lado, las rupturas tienden a ocurrir en verano, que es cuando el proceso de ablación se acelera. La velocidad con la que crece el nivel de los endicamientos está relacionada principalmente con el volumen hidrométrico de descarga de los cauces que drenan hacia el SLS y también por las precipitaciones. Por lo cual, un endicamiento, si sobrevive durante el verano, tiende a aumentar precipitadamente su nivel. Sin embargo, el crecimiento debe ser considerado como un lento y sistemático llenado de la cuenca inundable. El cierre del canal que ocurrió en julio de 1951 presentó, durante agosto, un aumento de nivel promedio de 4,9 cm diarios, con un máximo de 25 cm. Desde septiembre hasta noviembre el promedio diario fue de 3 cm y en los meses de verano, de 7,4 cm. La inundación duró 221 días y alcanzó una cota máxima de 12,7 m, lo que da un promedio diario de 5 cm diarios. De similar manera, el endicamiento de 1952 duró 199 días y tuvo un promedio diario de 6,4 cm con un máximo de 28 cm y al abrirse el canal, el agua pasó al Lago Argentino en tan sólo dos días (Raffo *et al.* 1953).

4.4.3- Glaciar Frías

Aunque este glaciar no tiene incidencia en los endicamientos del SLS, es posible que su comportamiento haya tenido implicancias biogeográficas para las poblaciones que utilizaron el SLS; por lo cual es conveniente rever su situación. El glaciar Frías es también uno de descarga del Campo de Hielo Patagónico Sur. Hoy en día se encuentra ubicado a *ca.* 4 km al sur de la Laguna Frías que a su vez, se encuentra a 1 km al sudoeste del extremo sur del Brazo Sur. Las morenas más alejadas de la posición actual del glaciar se encuentran a 9 km del frente y emplazadas literalmente sobre la margen costera del Brazo Sur. Una fecha de 3.465 ± 130 ^{14}C años A.P. (GX-4164, Mercer y Ager 1983) se obtuvo a partir de un fragmento de madera de un canal que cortaba estas morenas; lo cual fue atribuido preliminarmente como parte del Primer Avance Neoglacial según la cronología ‘Tipo Mercer’. Sin embargo, según Porter (2000), estas morenas más bien habrían sido generadas en avances posteriores. Por otro lado, tres morenas que se encuentran dentro de un radio de 1 km del frente actual, serían relativamente recientes, ya que sobre ellas se extiende un bosque de no más de 200 años, por lo cual es posible que sean producto del avance glaciario de la Pequeña Edad del Hielo (Mercer 1968).

4.5- Evaluación de la información

4.5.1- Información Temporal

La cronología de los endicamientos está relacionada, en primera instancia, con los avances del glaciar. La información del comportamiento del glaciar Perito Moreno durante el Holoceno presenta cierta correlación positiva con respecto al de otros glaciares de descarga tanto del Campo de Hielo Patagónico Sur como Norte. Se han encontrado evidencias de avance de este glaciar para casi todos los períodos definidos en ambas cronologías, aunque con desfasajes cronológicos (Aniya y Skvarca 1992). Estos desfasaje que presenta el Perito Moreno se explica por la interrelación entre su condición calving y la batimetría del Canal de los Témpanos (Warren 1994). No obstante esto, el desconocimiento de un avance del glaciar para el Tercer Avance Neoglacial definido por la Cronología “Aniya” no es claramente explicable. Ciertamente éste pudo no haber ocurrido, o bien puede deberse a una falta de intensidad de muestreo. Es factible también que la ausencia de evidencia se deba al carácter fragmentado

que presenta la evidencia dada su condición de registro terrestre discontinuo. En este sentido, es una lástima que no se hayan continuado los trabajos sobre las columnas sedimentarias del lecho del Brazo Sur.

En segunda instancia, investigaciones recientes (Depetris y Pasquini 2000) han podido correlacionar el evento ENSO (El niño Southern Oscillation) con los distintos eventos del siglo XX. Esto permitió formular una hipótesis de que el ENSO podría estar fomentando el avance del glaciar Perito Moreno y, por lo tanto, influenciando la secuencia de endicamientos y rupturas. Información paleoambiental sugiere que este fenómeno global, comenzó a operar hacia el Holoceno Medio con una extremadamente elevada recurrencia. Si esta hipótesis es correcta, entonces estaríamos en condiciones de decir que los endicamientos habrían sido mucho más comunes de lo que hoy conocemos¹⁵.

La información con la que se cuenta, entonces, representa por lo menos un mínimo de avances del glaciar durante el Holoceno, pero no de los endicamientos en sí mismos. En este sentido, estas evidencias deben ser consideradas como indicadores *Proxy* (*sensu* Dincauze 1987) de períodos en los que habrían acontecido eventos de endicamiento. Así, estos indicadores nos brindan un acercamiento a su recurrencia temporal visto desde en una escala amplia de análisis. Al respecto debe tenerse en cuenta también, que la mayoría de los fechados corresponden a dataciones radiocarbónicas de las porciones basales de distintas turberas que cubren morenas terminales. Se asume que estas fechas brindan una edad mínima del avance de un glaciar, aunque no necesariamente, mínimamente cercana (Porter 2000). Básicamente representan, en realidad, el hiato entre la generación de la morena y la depositación inicial de la turba. El crecimiento de la turba depende de muchos factores como el clima, la micro topografía y la composición de la superficie. Se ha estimado para el clima del oeste de Patagonia, que en lugares con mal drenaje el intervalo puede durar alrededor de 100 años, pero en lugares con buen escurrimiento, el lapso puede ser algo mayor (Mercer 1970). Este aspecto es de suma importancia para tener en cuenta la relación entre la temporalidad de los endicamientos y la información arqueológica disponible.

Por otro lado, la información disponible no provee detalles acerca de cuál ha sido la dinámica del fenómeno en cada uno de estos períodos, es decir la cantidad de eventos particulares sucedidos y sus magnitudes. El relativo margen de estabilidad que adquiere cuando se encuentra en un estado de avance (Warren 1994), lleva a que se produzca toda una secuencia de endicamientos, tal y como ocurrió durante todo el siglo XX y como fue supuesto por Mercer (1968) para el avance fechado en *ca.* 2000 A.P. Los lapsos temporales de los avances

neoglaciarios previos a la Pequeña Edad del Hielo son mayores que este último. Por lo cual es factible que, si el glaciar se ha comportado como en la actualidad, entonces la duración del avance haya sido de más tiempo y, consecuentemente haya habido una mayor cantidad de eventos de endicamiento. Así, mientras los fechados del glaciar sugieren el posible máximo avance, es claro que los ciclos de endicamientos pueden haber ocurrido antes y después de esta fecha. Sin embargo, este lapso no está controlado.

4.5.2- Información Espacial

El componente espacial de este fenómeno no es menos fragmentado. La espacialidad está representada por el área de catchment de las inundaciones y está directamente relacionado a la cota alcanzada por cada endicamiento. La información acerca de este aspecto proviene de los posibles vertederos utilizados durante el Holoceno y de lo registrado durante el siglo XX. En cuanto a la primer fuente, se ha mencionado la existencia de 3 vertederos principales. Por un lado, el vertedero de Punta Banderas que se encontraría a 47 m sobre el nivel actual y sólo habría sido utilizado a fines del Pleistoceno (Mercer 1968), sin embargo, se ha cuestionado su validez (Clapperton 1993). En segundo lugar, se encuentra el vertedero de Bahía Catalán, a 42 m sobre nivel (Mercer *op.cit.*). Este habría sido funcional a principios del Holoceno y también en el *ca.* 4000 AP. Esta evidencia también ha sido criticada bajo el fundamento de que éste se encuentra por sobre el nivel del desagüe del vertedero Brazo Rico. Esto no inhabilita su funcionalidad, ya que es posible que el volumen de agua que ingresara al sistema fuera mayor que el que desagotara, por lo cual, el nivel de la inundación seguiría subiendo hasta llegar a los 42 m de Bahía Catalán; no obstante, esta es sólo una suposición. Así, lo que indican los fechados son avances del glaciar, pero no la existencia ni la funcionalidad de un vertedero (Porter 2000). El tercer vertedero, el del Brazo Rico, se encuentra al este del Brazo Rico y al sur del Cerro Frías; se trata justamente del desagüe natural de la región SLS. Vierte las aguas hacia el Lago Argentino a través del Río Centinela y su cota es de por lo menos, hasta 35 m sobre nivel (Raffo *et al.* 1953; Porter *op.cit.*). Con respecto a la activación de éste durante el siglo XX, sólo existen menciones someras en Furque (1973). Las diferencias entre las mayores cotas del siglo XX y los 35 m pueden deberse a que en el pasado las inundaciones fueran de mayor magnitud. El calentamiento global de este último siglo ha impactado sobre el Campo de Hielo Patagónico, provocando su disminución en más de 500 km² en tan sólo 50 años y la retracción general de casi todos sus glaciares de descarga. Aunque el Perito Moreno es uno de los pocos glaciares que no ha mostrado signos de retroceso, esto no significa que no

haya sufrido las consecuencias del deterioro climático. El aumento de las temperaturas incide en el aumento de la ablación y en el debilitamiento del glaciar para soportar las presiones de distintos niveles de agua. A su vez, la reducción de precipitaciones de este último siglo, disminuyó el aporte que hacen los tributarios sobre el sistema endicado (Villalba *et al.* 2003; Skvarca 2002).

Con respecto a la segunda fuente de información, el registro parcialmente detallado del siglo XX nos habla de un *continuum* de cotas entre los 2 y 28 m sobre nivel, con un promedio de 15 m. El principal desagüe es a través del Canal de los Témpanos, aunque no se descarta que por lo menos en los eventos de mayor magnitud (rupturas de 1956 y 1966) el vertedero Brazo Rico estuviera activo. Es importante mencionar que, para algunos eventos, en la bibliografía aparecen múltiples niveles máximos. Estas discordancias están seguramente relacionadas con los diferentes métodos de medición (*i.e.* nivel de vegetación, escala hidrométrica, etc.) y con el momento en el que se realizó dicha tarea, ya que los lagos presentan variaciones estacionales de nivel. Dado que en ninguna circunstancia las mediciones presentan diferencias incoherentes, puede pensarse que se trata de errores y sesgos naturales de experimentación (*i.e.* emplazamientos diferentes de la escala hidrométrica, variaciones de la micro topografía, etc.) y en este sentido, deben ser considerados como orientativos y promediados.

4.6- Hacia la construcción de la simulación

En síntesis, la información disponible para el comportamiento de este fenómeno durante el holoceno es más bien de baja resolución, aunque útil para la construcción de la simulación; los aspectos relevantes se resumen en el Cuadro 4.2.

En primer lugar, desde lo temporal, contamos con una serie de fechas mínimas en las que este fenómeno operó. Esto es, su recurrencia temporal en una escala amplia de análisis, que denominaremos *recurrencia temporal de primer orden*. Luego, contamos con una serie de indicios de que estas fechas representan, en definitiva, una secuencia de varios eventos que se suceden antes y después de dicha fecha. Estos indicios estarían dados desde un punto de vista teórico, por el comportamiento del glaciar en un estado de avance y desde el punto de vista empírico, por las observaciones de Mercer (1968) acerca del Segundo Avance Neoglaciario según su cronología y también, por los registros del siglo XX. Esto representa, lo que denominaremos su *recurrencia temporal de segundo orden*. A su vez, siendo más particulares

todavía, cada evento de endicamiento no se presenta como un fenómeno repentino e imprevisto. Por el contrario, más bien se trata de un suceso paulatino, en el que lenta y perceptiblemente se puede observar el llenado de la cuenca inundable. En cuanto a lo espacial, lo que se nos presenta es una situación en la que las cotas no habrían superado, a manera precautoria, los 35 m sobre nivel ya que los niveles superiores establecidos (42m y 47m), son discutidos. Por debajo de este umbral, sólo es factible suponer que todos lo eventos del Holoceno han oscilado entre éste y el nivel original. Lamentablemente no se han realizado mayores trabajos en el sector del vertedero Brazo Rico, ya que podrían brindar una secuencia de los eventos de magnitud. Los niveles alcanzados en el siglo XX podrían servir de referencia y de hecho serán incorporados en la simulación, pero como se mencionó, estos niveles no serían del todo comparables con los alcanzados en otros momentos del Holoceno.

Capítulo 5. Modelo de Disponibilidad de Espacio.

Su formulación, análisis y evaluación

5.1- Introducción

En el capítulo anterior se sintetizó la información disponible del fenómeno y aquella con que se cuenta para llevar a cabo las simulaciones. Si exceptuamos el siglo XX, el grano de información disponible para el Holoceno no permite desglosar debidamente las particularidades del fenómeno en distintos momentos de su historia. Lo recavado permite la generación de un único escenario de endicamiento que se pueda comparar con el escenario de paisaje habitual o no endicado. Se ha establecido en 35 m sobre nivel que muestra el comportamiento máximo –precautorio- de los endicamientos durante el Holoceno; cota, que además es la única discernible si no se tiene en cuenta el siglo XX. Por otra parte, la secuencia de ocurrencia con que contamos está compuesta por fechas mínimas que representan cada una de ellas, una secuencia de eventos previos y posteriores a sus respectivos fechados.

5.2- Zonificación inicial

En la Figura 5.1 puede observarse el MDE¹⁶ para el escenario habitual (A) y los diferentes niveles simulados (B a G) hasta llegar a los 35 m, cota establecida para el escenario de endicamiento (B a H). Es interesante destacar que:

- **5 m sobre nivel (B).** Se observa, en primera instancia, la unificación de la Laguna 3 de Abril con el Brazo Sur y el anegamiento del sector de la Angostura; unificando totalmente el Brazo Sur y el Lago Roca. Esto representa la integración de todos los cuerpos de agua del sistema lacustre. A su vez, el máximo sector anegado es la planicie de la cabecera del Brazo Rico. Unión
- **10 y 15 m sobre nivel (C y D).** El sector en donde las inundaciones adquieren una mayor extensión espacial es la planicie al este de la cabecera del Brazo Rico. En el otro gran cuerpo de agua unificado, Brazo Sur- Lago Roca, el endicamiento es menos abarcativo debido a la mayor pendiente de la costa.

- **20 m sobre nivel (E).** Representa un nivel crítico, dado que comienzan a notarse cambios importantes. En primer lugar, la unificación del Brazo Rico con el Lago Roca, dejando aislada geográficamente la península que los separa, buena parte de la cual se encuentra bajo el agua. Por último, aunque queda fuera del cuadrante, se produce la unificación del Brazo Sur con la Laguna Frías, ubicada al sudoeste de la cabecera sur de dicho brazo. Esto implica el aislamiento geográfico del espacio oeste.
- **25 m sobre nivel (F).** En este nivel se da un cambio extremadamente significativo, que es la activación del vertedero Brazo Rico¹⁷. Así, el endicamiento encuentra una salida hacia el Lago Argentino. La consecuencia de esto es el aislamiento geográfico de todo el sector norte de la región que incluye el Cerro Frías y la Península de Magallanes y también, Punta Banderas y Punta Ciervo, ubicadas fuera del cuadrante.
- **30 y 35 m sobre nivel (G y H).** Respecto del nivel anterior no se observan cambios significativos además de la extensión del área de inundación, especialmente al sur del Cerro Frías.

5.2.1- Implicancias Biogeográficas

A partir del escenario simulado de endicamiento puede apreciarse, en términos biogeográficos, el aislamiento de determinados espacios como la Península de Magallanes y el oeste del Brazo Sur. En este sentido, el fenómeno habría actuado como una barrera biogeográfica temporal, ya que en determinados momentos no habría sido posible acceder a estos sectores del área. En la Figura 5.2 puede observarse la zonificación inicial en la cual están plasmadas la *Zona de Impacto Directo e Indirecto*.

La *Zona de Impacto Directo* representa el área inundable en sí misma en los momentos en los que un evento se encuentra operando, es decir, espacios que quedan inhabilitados para su uso. En cambio, teniendo en mente el caso etnoarqueológico de los Dassanetch (Gifford 1978) expuesto en el capítulo 2, esta zona representa una zona de riesgo que podría ser utilizada con mayor precaución durante hiatos entre anegamientos. Esta zona en sí misma, aunque disponible, es la que conlleva la mayor exposición a las consecuencias del fenómeno. Así, podría esperarse una menor intensidad de uso, con ocupaciones más breves. Estas, a su vez, serían logísticamente orientadas, por lo cual es factible que determinados espacios puedan mostrar una mayor redundancia de uso por ser *loci* de explotación preferenciales.

En contraste, la *Zona de Impacto Indirecto* queda representada por los espacios adyacentes a la nueva línea de costa impuesta por las inundaciones; pueden distinguirse dos subzonas. Por un lado, quedan definidos los sectores que se encuentran inhibidos porque su acceso queda temporariamente restringido. Éstos, al igual que aquellos que son anegados, representan espacios de riesgo que serían evitados o utilizados más logísticamente en momentos en los que un ciclo de endicamiento está ocurriendo. Por otro lado, se definen los espacios adyacentes que quedan abiertos a los campos bajos de la margen Sur de Lago Argentino – hacia el este de la región de estudio. Considerando el caso de los Dassanetch (Gifford 1978), esta subzona sería utilizada de manera distintiva respecto a las anteriores, dado que representa un espacio libre de riesgo. Así, es esperable una mayor intensidad de uso con ocupaciones más prolongadas y que mostrara, tal vez menor especificidad y mayor congruencia con el patrón macro regional. Vale la pena notar que si la región del SLS estuviera densamente poblada, la zona de impacto indirecto podría manifestar, durante un endicamiento, un incremento demográfico debido a movimientos migratorios junto con posibles indicios de *stress* poblacional y/o signos de violencia (Torrence 2002).

5.3- Geografía y costos de circulación

La presencia y la disposición geográfica de los cuerpos de agua que conforman el sistema lacustre propiamente dicho, fragmentan el paisaje y dictaminan corredores de conectividad entre los distintos espacios de la región. Los endicamientos recurrentemente modifican esta configuración, generando el aislamiento de algunos sectores y la anulación de otros. A su vez, existen factores que limitan la movilidad, pero que no son consideradas en sí mismas como restricciones. Aspectos tales como una topografía accidentada y la presencia de sectores con vegetación que dificulta la transitabilidad, inciden en el gasto de energía y disminuyen la seguridad de desplazamiento. Así, en función de las características de la región se decidió incorporar tres variables más, las cuales se encuentran representadas en la Figura 5.3.

En función de la marcada diversidad altitudinal, la condición pericordillerana y la cercanía al Campo de Hielo Patagónico Sur se incorporaron tanto la pendiente como la altura, las cuales fueron obtenidas a partir del MDE. En cuanto a la pendiente, se utilizó un umbral de 40° de inclinación para discriminar los espacios de mayor y menor costo. De la misma manera, para la altitud se consideró un umbral de 1000 msnm, considerando que pasando dicho umbral se manifiestan las condiciones climáticas cordilleranas; su utilización habría tenido un mayor

costo. Por último, se incorporaron las líneas de bosque como sectores que aumentan los costos de circulación –ver Figura 5.4-. Al respecto, es importante considerar, por un lado, que en el último siglo el bosque ha visto reducida su extensión como consecuencia del impacto antrópico (Del Valle *et al.* 1995). Por otro lado que, en diversos momentos del Holoceno, el bosque se habría encontrado más extendido que hoy (Mancini 1998). Estas variaciones en su distribución son imposibles de concebir gráficamente, por lo cual se tomaron a modo de referencia las líneas de bosque de las cartas topográficas oficiales del IGM las cuales deben ser consideradas como orientativas – ver Apéndice-.

5.4- Zonificación final

A partir de la combinación de la zonificación inicial y las capas de información acerca de los costos de circulación se obtuvo una nueva zonificación, tal y como fue explicitada en el capítulo 3. En la Figura 5.5 puede observarse esta reclasificación para ambos escenarios. En gris se encuentran representadas las áreas que, o bien están inhibidas por los cuerpos de agua, o bien quedan geográficamente aisladas como consecuencia de un evento de endicamiento. En rojo se encuentran indicados los sectores que presentan mayores costos de circulación, determinados por la presencia de una o varias de las variables seleccionadas. Por último, el blanco indica los espacios que, por caso contrario, presentan menores costos de circulación en función de no superar el umbral definido en ninguna de las variables consideradas.

Al evaluar el escenario que nos presenta el paisaje en su estado habitual, debe remarcarse la fragmentación geográfica que imponen los cuerpos de agua. Tal es el caso de la Península de Magallanes y de la península que separa el Brazo Rico del Lago Roca. Otro lugar que se distingue es la Angostura, que puede ser considerado un nodo de conexión en el paisaje, ya que permite la circulación desde el Brazo Rico hacia el Brazo Sur y margen sur del Lago Roca, o viceversa, sin necesidad de bordear este último; más adelante se resaltará su importancia arqueológica (Borrero y Muñoz 1999). Entre otros rasgos destacables se encuentra el Istmo de la Laguna 3 de Abril, que la separa del Brazo Sur y que el sector al oeste de este último brazo, se presenta como aquel con menor conexión espacial dado que su acceso sólo puede efectuarse a través de la cabecera sur del Brazo Sur. Este es un paso que, además, ha estado inhibido en ciertos momentos por avances del glaciar Frías.

Los espacios definidos como de menor costo se encuentran concentrados en la planicie esteparia al este de la región y en las costas de los cuerpos de agua. A medida que se avanza

hacia el oeste, hacia la cordillera, la topografía se va haciendo más accidentada y aumentan la altitud y también las precipitaciones, lo que favorece la presencia del bosque. Por este motivo, los costos de circulación aumentan a medida que se avanza en ese sentido. En este sentido, dadas las dificultades de desplazamiento, las márgenes de los lagos, libres de vegetación y con una suave pendiente, parecieran presentarse como corredores naturales de circulación hacia el oeste y hacia el sector de lagos e interior del bosque (Belardi *et al.* 1994; Belardi y Campán 1999; Borrero y Muñoz 1999).

El escenario que nos presenta el paisaje endicado difiere en buena medida del anterior. En primera instancia puede observarse, en términos de circulación humana, una reducción de la fragmentación del paisaje que imponen los cuerpos de agua a expensas de su unificación y de la inhibición de gran parte de la región¹⁸. Los únicos sectores que quedan disponibles en momentos de endicamientos son aquellos ubicados en la porción meridional, al sur de la nueva línea de costa. Estos espacios disponibles, como se los describió en el párrafo anterior, están dominados por sectores que implican un mayor costo de circulación. Por esto se resaltaron las cualidades de las márgenes de los lagos para el desplazamiento. Sin embargo, al elevarse los niveles de agua, las nuevas líneas de costa alcanzan el bosque, anegando estos corredores. Pueden observarse en el paisaje actual, como evidencias de ello, las líneas de resaca de antiguas inundaciones que se encuentran colmadas de filas de árboles caídos así como también de tocones (Borrero 1998).

5.5- Consideraciones finales

La región se define naturalmente como un corredor sin salida debido a rasgos geográficos tales como el Lago Argentino, el Campo de Hielo y el Cordón Baguales. En este sentido, las implicancias biogeográficas que se desprenden de la simulación del fenómeno de endicamiento están relacionadas, en primer término, con la inhibición de una gran extensión del territorio. Esto se traduce en restricciones de acceso a la región misma. En segundo término, la porción de territorio que queda disponible, por sus características propias, presenta elevados costos de circulación. En momentos de endicamientos, estos costos aumentan debido al anegamiento de las márgenes de los cuerpos lacustres, quedando sólo disponibles para el acceso y/o el desplazamiento interno sectores de relativa pendiente, altitud y además, boscosos. Es decir, en estos momentos sólo es posible ingresar y circular en la región a expensas de elevar los riesgos y los costos de circulación.

Capítulo 6. Arqueología del Sistema Lacustre

Antecedentes, registro y procesos de formación postdepositacionales

6.1- Introducción

En la sección 1.3 se expusieron algunos aspectos generales del estado de la cuestión en materia de investigación arqueológica de la región; en particular se hizo énfasis en su marginalidad dentro de los rangos de acción de las poblaciones. En este capítulo se detallan los trabajos realizados, a fin de ponerlos en perspectiva con la dinámica del paisaje que generaron los endicamientos. Específicamente se considera el esquema supra-regional dentro del cual se encuentra inserta la región. También se destacan las diferencias observadas en distintos sectores del SLS así como las propiedades del registro arqueológico que dan cuenta de su marginalidad decreciente hacia el oeste. Además se presentan los materiales y sus cronologías que serán utilizados en la confrontación del modelo ya generado. Por último, se mencionan también los estudios acerca de los procesos postdepositacionales que este fenómeno genera.

6.2- Esquema supra -regional

Resulta un aspecto común la marginalización de los espacios patagónicos ubicados inmediatamente cercanos a la Cordillera de los Andes; también que estos espacios habrían sido explotados logísticamente por núcleos poblacionales asentados al este (Borrero 2004). Siguiendo el esquema de los circuitos de movilidad y uso del espacio del área del Lago Argentino, éste no escapa a dicha regla. La baja densidad de hallazgos en general, que decrece horizontalmente a medida que se avanza hacia el oeste y verticalmente a medida que aumenta la altitud, permite establecer un ranking de intensidad ocupacional, en el que la porción meridional del área de Lago Argentino se encuentra como el extremo más bajo (Borrero y Carballo Marina 1998). Su exploración (*sensu* Borrero 1994-95) habría sido un largo proceso ocurrido entre *ca.* 10.000 y 6.000 A.P. Luego de esta fecha, se observan variaciones

identificables en el registro arqueológico, que se correlacionan con un incremento en los niveles de humedad ambiental. A partir de esto se sugirió que la incorporación de este área estaba relacionada con dichos pulsos ambientales (Franco *et al.* 2004). Siguiendo a Franco (2002) se observa un aumento en la tasa de depositación artefactual, mayor diversidad de materias primas y cambios que, desde el punto de vista tecnológico, indican un mejor conocimiento del paisaje. A su vez, distribucionalmente hablando, se observa la incorporación de nuevos espacios que implican mayor riesgo de uso y explotación (*sensu* Belardi 2003) tales como las cotas altas del Cordón Baguales y el sector de bosque; éste último como parte del SLS.

La ocupación habría sido continua hasta el *ca.* 1.000 AP momento en el que, a causa del ACM, el área habría sufrido un virtual despoblamiento o bien, un reposicionamiento dentro de los rangos de acción de las poblaciones. Esta anomalía, como se mencionó en el punto 4.2, fue identificada en el área de Lago Argentino a través de tocones sumergidos de *Nothofagus* sp. y un paleosuelo. Pese a ser una región con abundante agua, factor crítico para dicho periodo, la reestructuración y agotamiento de otros recursos habría elevado los costos generales de búsqueda y de obtención. Así, el Lago Argentino se habría transformado en un espacio poco deseable de habitar o de difícil inclusión dentro de un sistema logístico de movilidad y asentamiento (Borrero y Franco 2000). Situaciones diferentes han sido evidenciadas en otras cuencas, como la de los lagos Cardiel y Salitroso. Distintivamente para este momento, se observan ocupaciones y rasgos que dan cuenta de su jerarquización como regiones que concentran poblaciones (Goñi *et al.* 2004; Goñi y Barrientos 2004).

6.2.1- Marginalidad en espacios lindantes al Sistema Lacustre

Las cotas altas o cordilleranas, exploradas en el marco general del Proyecto Magallania, están representadas en las adyacencias del SLS, por el Cordón Baguales. Las primeras ocupaciones conocidas corresponden al sitio Cerro Verlika 1 y datan de 3.860 ± 80 ^{14}C años A.P. (Beta-122880, AMS, Franco y Stadler 2000). Los análisis de materiales líticos y faunísticos provenientes de esta región, permiten sostener su uso marginal con posibles hiatos estacionales y en momentos de mayor severidad climática dada su condición altitudinal. Este espacio fue definido como el escalón más bajo en términos de intensidad de ocupación de toda la cuenca superior del Río Santa Cruz (Borrero y Carballo Marina 1998). Sugieren además, que este sector cordillerano no funcionó como una zona usual de paso hacia la

vertiente pacífica (Borrero y Franco 2000; Franco 2002). Esto no significa, sin embargo, que la cordillera haya constituido el límite occidental de dispersión de las poblaciones patagónicas. Información proveniente del análisis de isótopos estables sobre restos óseos humanos, como línea de evidencia independiente del registro material, permiten sustentar una hipótesis de circulación asimétrica entre las vertientes atlántica y pacífica (Barberena 2002). Por esta razón se está llevando a cabo un proyecto que busca evaluar la importancia del espacio al este de Baguales para la circulación humana (Borrero *com. pers.*).

Por otra parte, al este del SLS se encuentran los campos bajos de la margen sur del Lago Argentino. Al igual que en toda la cuenca, se observó una firma arqueológica a partir del Holoceno Tardío, con una baja intensidad de ocupación, que de todas maneras es mayor que la del SLS (Borrero y Carballo Marina 1998). Aspectos inherentes al diseño espacial de esta región habrían jugado a favor de condiciones propicias de habitabilidad respecto de zonas aledañas. Se trata de un paisaje con una gran superficie utilizable, con un relieve relativamente poco pronunciado, con numerosos drenajes de carácter permanente y reparos ofrecidos por afloramientos rocosos y cañadones. En este sentido, fue definido como un espacio de bajo riesgo ambiental que habría concentrado recursos y poblaciones y en el cual, las distintas oscilaciones climáticas del Holoceno no parecen haber repercutido (Carballo Marina y Ercolano 2003; Belardi 2003).

6.3- Investigación en el sistema lacustre

La región fue intensamente estudiada -ver sección 1.3- y relevada siguiendo los lineamientos del proyecto general, es decir, atendiendo a su diversidad ambiental. Así, en el sector de bosque, que se encuentra comprendido entre la margen oeste del Brazo Sur y la cabecera del Lago Roca, fueron trabajados la costa sur y este del Lago Roca. Del Brazo Sur, se recorrió su costa noreste y sudeste, particularizando sectores como la Laguna 3 de Abril -y su istmo-; también se relevó su margen oeste (Belardi *et al.* 1994; Borrero 1998, 1999b ; Franco 2002). A su vez, se prospectaron los cursos inferiores de los ríos Rico, Cachorros y el Chorrillo Malo, este último, ya en el ecotono bosque-estepa. Se trabajó también en el interior del bosque al sur del Lago Roca (Borrero y Muñoz 1999). Por otro lado, en el sector de estepa, se realizaron trabajos en el curso inferior del Río Centinela, en la cabecera del Brazo Rico y en la laguna temporaria 9 de Julio (Borrero *et al.* 1998-1999; Garcia *et al.* 1999; Belardi 2003). Fue recorrido también el Campo de Bloques Errático que se encuentra ubicado en la

transición bosque-estepa (Franco *et al.* 1999). En la Península de Magallanes se realizaron observaciones no sistemáticas sin encontrar hallazgos. Por lo pronto, observaciones en la margen norte del Brazo Rico permitieron constatar la presencia de materiales arqueológicos, pero no se han efectuado estudios particulares. Así, en el SLS se han encontrado concentraciones a cielo abierto y en bloques erráticos y distribuciones de materiales en superficie a lo largo de transectas prospectadas así como información estratigráfica. En la Figura 6.1 pueden observarse la ubicación de sitios y transectas considerados en este trabajo.

De acuerdo a la información temporal, como puede verse en el Cuadro 6.1, la presencia humana en la región data de comienzos del Holoceno. El sitio Chorrillo Malo 2 es un gran bloque partido ubicado en el sector de ecotono del Campo de Bloques Erráticos, en el cual también se observó material de superficie. De acuerdo con los análisis realizados, la larga secuencia del sitio representa en buena medida los distintos momentos de poblamiento, desde la exploración hasta la ocupación efectiva del espacio (*sensu* Borrero 1994-95). La evaluación de la matriz sedimentaria apunta a que la cantidad de evidencia recuperada en relación al tiempo involucrado, representaría una baja intensidad de uso del espacio (Fabier Dubois 1999).

El análisis tecnológico del conjunto artefactual permitió la definición de bloques temporales (Franco 2002). Inicialmente, las características del subconjunto que va desde el 9.700 A.P. hasta el 6.100 A.P. son acordes con las expectativas para una etapa exploratoria del espacio (*i.e.* pequeño tamaño de la muestra y baja redundancia de ocupación). Con posterioridad al 6.100 A.P. y hasta el 3.800 A.P., el subconjunto presenta las mismas características que el subconjunto anterior, aunque un aumento en la tasa de depositación de los instrumentos podría sugerir ya una colonización inicial del espacio. Hacia el 3.800 A.P. las características del subconjunto señalarían los comienzos de una ocupación efectiva del espacio, con un mejor conocimiento del área y con lapsos mayores de instalación; encontrándose la región inserta dentro de rangos de acción centralizados hacia el este o sudeste del SLS. Esto estaría avalado por cambios tecnológicos, como la disminución del componente expeditivo, la utilización de materias primas no disponibles localmente y un aumento en la tasa de depositación artefactual.

Entre los sitios de estepa con información temporal se encuentran Alice 1 y 2. El primero es una hoyada formada por erosión en un médano entre el Cerro Frías y el río Centinela, próximo a una laguna y muy cercano a la margen sur del Lago Argentino. Se realizaron registros de material de superficie y de excavación. Los datos sugieren que el sitio fue

utilizado durante un tiempo breve y que la discontinuidad podría estar relacionada con el ACM (Borrero *et al.* 1998-1999; Franco 2002). Alice 1 tiene mayor semejanza con otros sitios presentes en los campos bajos de la margen sur del Lago Argentino -i.e. materias primas representadas-, región adyacente al SLS (Carballo Marina y Ercolano 2003). Por último, Alice 2 representa un nuevo tipo de sitio en la región, debido a que en él se encontró una concentración de cráneos de guanacos con huellas de corte; su función no es clara todavía¹⁹ (Borrero *et al. op.cit.*; Franco *et al.* 2004).

En momentos de la ocupación efectiva del espacio comienzan a incorporarse dentro de los rangos de acción, otros espacios como las cotas altas del Cordón Baguales y el sector de bosque. Este último sector se encuentra representado por tres sitios. Primero, Alero del Bosque un sitio al pie de un gran bloque errático ubicado en el extremo occidental del Campo de Bloques Erráticos. Se han recuperado materiales en superficie y en estratigrafía. Los sondeos han ofrecido escasos materiales líticos y óseos, indicando así baja intensidad ocupacional. En cuanto a la información faunística, predominan los restos de guanaco (L'Heureux 2003). Respecto al lítico, el alto porcentaje de instrumentos, la presencia de núcleos y la baja frecuencia de corteza permiten sostener que la estrategia de utilización de este espacio consistió en la circulación con instrumentos ya preparados (Franco 2002). El segundo sitio, Lago Roca 3 (Alero Carlos Balestra), también es un bloque errático al sudeste del Lago Roca en el Campo de Bloques Erráticos. El alero ha servido de soporte para representaciones rupestres pintadas y grabadas (Belardi *et al.* 1994). Asimismo, se han hallado restos de guanaco con huellas de corte. En cuanto al material lítico, aun siendo escaso, se presenta en una gran variedad de materias primas, incluyendo obsidiana negra que según los estudios realizados, provendría de Pampa del Asador (Franco *op.cit.*). Por último, el sitio Marchant, mencionado en la sección 4.4.1, es una concentración de artefactos apoyada sobre un pequeño mallín. Su fechado marca una cronología máxima para el conjunto artefactual (Borrero 1998; Borrero 1999b).

Desde el punto de vista de las estrategias de subsistencia, la presencia de los recursos alternativos que presenta el bosque no parece haber modificado la tendencia dominante en la estepa. La información arqueofaunística proveniente de estos sitios muestra la presencia de guanaco con evidencias de intenso procesamiento (L'Heureux 2003). La explotación del bosque como tal, es decir de recursos vegetales, sólo es sugerida a partir del registro artefactual. Tanto en el Brazo Rico como en el Lago Roca se han recuperado, en superficie, instrumentos que podrían haber sido utilizados para el trabajo de la madera. Se trata de cepillos y raederas de materias primas y filos apropiados para esta tarea. A su vez, los

instrumentos recuperados en el sitio Marchant también podrían haberse utilizado para el mismo fin. En estratigrafía, esta clase de instrumento ha sido recuperada en los niveles más antiguos de Alero del Bosque (Franco 2004). Por otra parte, la información tecnológica, al igual que la faunística, también apunta hacia la integración de todo el espacio (Franco 2002, 2004). Se observa cierta expeditividad del componente tecnológico, orientado en la mayoría de los casos a la extracción de materias primas y estadias cortas de ocupación. Los conjuntos se encuentran dominados por materias primas disponibles en el ambiente y en buena medida para un uso local.

En conjunto, la evidencia señala la ausencia de una especialización en el bosque y sugiere que tampoco puede hablarse de una complementariedad entre éste y la estepa; ambos sectores parecieran comportarse de manera similar²⁰ (Borrero y Muñoz 1999; Belardi y Campán 1999; Belardi 2003). En este sentido, la incorporación tardía del bosque, respecto a los fechados más tempranos de la región, podría estar relacionada inicialmente con el hecho de que su cercanía a la cordillera, así como la baja disponibilidad de presas habituales, le confieren el carácter de un ambiente de riesgo y de explotación estacionalmente restringida. Esto se contrapone con el sector de estepa, que por otra parte se define como de menor riesgo que el anterior²¹ (Belardi 2003).

La mayor parte de la evidencia recuperada en la región es de superficie, por lo que se trata de un registro sumamente promediado. En esta categoría se incluyen las transectas en las márgenes de los lagos, los materiales ubicados al pie de bloques del Campo de Bloques Erráticos y las representaciones rupestres presentes en ellos, ya que son carentes de cronología²². Como se mencionó, el SLS habría estado disponible para la ocupación humana desde el inicio del Holoceno, exceptuando tal vez el espacio al oeste del Brazo Sur, cuyo acceso podría haber estado inhibido antes del *ca.* 3.400 A.P. por la disposición del glaciar Frías. No obstante, se han hecho esfuerzos por afinar la cronología de estos materiales. Por un lado, el análisis de los pigmentos, las muestras de pintura analizadas y los instrumentos con pigmentos recuperados indicarían que las representaciones rupestres de Chorrillo Malo 2 fueron realizadas en algún momento posterior al 4.520 A.P. y claramente anterior al 1.950 A.P. (Belardi *et al.* 2000). Por otro lado, el análisis de materiales líticos de superficie indica que la mayoría de los mismos pueden ser atribuidos a la ocupación efectiva del espacio (desde el 3.800 A.P.), ya que fue generado cuando se poseía un conocimiento detallado de la disponibilidad lítica de la región (Franco 2004).

En el esquema de marginalización supra regional –área del Lago Argentino-, la jerarquización del SLS se presenta en uno de los escalones más bajos, sólo superando al Cordón Baguales (Borrero y Franco 2000). A su vez, dentro de la región, su marginalidad es mayor en la porción occidental, es decir, aumenta siguiendo un eje de este a oeste, conforme se avanza hacia el sector de bosque y a espacios cercanos a la cordillera. Así lo sugieren, por un lado, las diferencias en la densidad de hallazgos que indican una frecuencia decreciente en dicho sentido –la información distribucional se presenta en el capítulo siguiente - (Belardi *et al.* 1994; Borrero y Muñoz 1999; Belardi 2003). Por otro lado, también lo sugiere la tardía incorporación de los sectores más occidentales respecto de las fechas más tempranas de la región. En este sentido, la región habría sido explotada logísticamente a partir de rangos de acción centrados hacia el este (Franco 2002; Belardi *op.cit.*). El por qué de la incorporación de la región dentro de los circuitos de movilidad de las poblaciones no es totalmente claro. Por lo pronto, cabe pensar que se trataba de un espacio que se encontraba disponible para ser utilizado y que, sólo bastarían para incluirlo simples mecanismos tales como la expansión de rangos de acción o el proceso de diferenciación de grupos de cazadores que transgeneracionalmente incorporan sectores del espacio a expensas de otros (Borrero *com. pers.*).

Sintéticamente, las razones que habrían llevado a que este sector haya tenido una menor intensidad de uso respecto de zonas adyacentes tienen que ver con factores de contextualización geográfica, topográficos, climáticos y económicos. Sin embargo, es posible que el fenómeno de endicamientos, se encuentre relacionado con esta marginalización; este trabajo apunta en dicha dirección.

6.4- Procesos de formación postdepositacionales

Las márgenes de lagos son ambientes dinámicos y altamente diversos. La gran cantidad de procesos que actúan, con importantes consecuencias postdepositacionales para el registro arqueológico, todavía no han sido identificados en su totalidad. Además, en general, sus efectos son incuantificables. Por ello, la consideración de la dinámica geomórfológica de un ambiente de costa lacustre sugiere que es poco probable la existencia de contextos arqueológicos con alta integridad (Will y Clark 1996). De singular importancia, en este sentido, son los procesos que actúan modelando la morfología de costa a partir del aporte, erosión y redistribución de sedimentos, entre ellos: el oleaje, las corrientes, el flujo

unidireccional de río u arroyos, el tipo de sedimento de costa, el viento y puede mencionarse también el hielo. Los cambios en los niveles de los lagos, con eventos sucesivos de exposición y subemergencia, suelen actuar acelerando e intensificando estos procesos. A la vez, estos fenómenos oscilatorios disparan una serie de mecanismos erosivos y depositacionales distintivos (Welch 1952; Fiebel 2001; Morang y Parsons 2002; ver Cooper y Pilkey 2004 para una discusión sobre esto último).

Todos estos procesos son propios de la dinámica de comportamiento de un lago. Por ello, puede decirse que el tipo de actividad cultural llevado a cabo configura el tipo de materiales arqueológicos dejados en las márgenes de un lago. Luego, la dinámica y la subsiguiente evolución de dicha margen determinará si esos rasgos son disturbados o simplemente cubiertos, enterrados y preservados (Fiebel 2001). Los materiales arqueológicos que son introducidos a través de cualquier forma de descarte en la zona de costa, se integran a la dinámica natural de dicho sistema como una partícula más dentro de la matriz sedimentaria. Por lo tanto, cualquiera de los procesos mencionados que opere sobre el conjunto de sedimentos afectará de igual manera a los materiales naturales y los culturales (Will y Clark 1996).

En función de esto y de las características del fenómeno de endicamiento pueden distinguirse por lo menos tres situaciones o tendencias regionales distintivas referentes a procesos de formación postdepositacionales. En primer lugar, se encuentran los materiales ubicados en la línea de oleaje o tan cercanos como para ser afectados por fluctuaciones estacionales de los cuerpos lacustres. En segundo lugar, aquellos materiales dispuestos dentro de la cuenca inundable de los endicamientos. Por último, los que se encuentran por fuera de ésta. Cada una de estas situaciones presenta un correlato espacial, que de acuerdo a nuestra óptica, está dado por el alcance de las inundaciones. En cada una de estas zonas, entonces, los agentes (*i.e.* agua, viento) actúan diferencialmente, distinguiéndose ciertos procesos de formación postdepositacionales distintivos. En particular, estamos interesados en la segunda de estas situaciones, ya que representa en buena medida las consecuencias de los endicamientos.

Al evaluar las derivaciones postdepositacionales de la acción del agua se reconoce en primer lugar, su efecto sobre la distribución espacial del registro a partir de su capacidad de transporte (*i.e.* dispersión, concentración), de rearrreglar conjuntos (*i.e.* ordenamiento por tamaño, de orientación, por elemento óseo) o bien, erosión, transporte en suspensión y depositación de sedimentos más finos. Al considerar las consecuencias de este agente en la formación del registro arqueológico es necesario considerar la energía con la que interviene

en sus diferentes manifestaciones (oleaje, corrientes, etc.). Cuanto mayor es ésta, mayor será su incidencia (Petraglia y Potts 1994; Dibble *et al.* 1997; Fernandez Jalvo y Andrews 2003; Borrazzo 2004). En general, la energía involucrada en un ambiente lacustre es baja (Fiebel 2001), aunque con respecto a este fenómeno deberá hacerse una observación –ver *infra*-. En segundo lugar, ya sea por acción del transporte o sólo de su fluido, el agua genera modificaciones morfológicas sobre los artefactos líticos u óseos (*i.e.* abrasión, redondeamiento, daños de filo, fragmentación). Por último, la presencia de agua desencadena una serie de reacciones químicas sobre los elementos, llevando a la formación de pátinas o la aceleración de los estadios de meteorización para el caso de huesos (Fernandez Jalvo y Andrews *op.cit.*; Borrazzo *op.cit.*).

Ahora bien, estamos frente a un fenómeno cíclico por lo cual, los posibles efectos del agua intervienen en el paisaje sólo intermitentemente. En los momentos en que la zona no está inundada, es esperable que prevalezca la acción aérea. Los fuertes vientos erosionan el terreno, descubriendo y redistribuyendo la evidencia. A su vez, estos vientos generan abrasión eólica (corrasión) sobre los materiales, que se manifiesta en el pulido de aristas o bordes filosos presentes en las rocas (Borrazzo 2004). Por su parte, la existencia de condiciones depositacionales fluctuantes (seco-mojado) como las que originan los endicamientos, acelera aún más la meteorización del material óseo (Behrensmeier 1978). Con esta premisa inicial, Garcia y autores (1999) analizaron muestras provenientes de la cabecera del Brazo Rico para profundizar acerca de las incidencias de este fenómeno sobre la configuración del registro arqueológico. En particular, analizaron la posibilidad de transporte y si existían evidencias de distribuciones diferenciales por peso y tamaño en los artefactos líticos recuperados. Así, se trabajó con material de superficie obtenido en una serie de transectas paralelas y perpendiculares y a distancia variable de la línea de costa²³ - ver Figura 6.1- . Las diferencias encontradas entre las diversas transectas no permiten defender una selección diferencial por tamaño a causa de la acción acuática. Esto se apoya, además, por la mínima presencia de redondeamiento (2:251). Si bien estos resultados no indican que los procesos acuáticos no actuaron, el análisis de la distribución por tamaño indica que no fueron relevantes. A su vez, la presencia de pátina (24% de los artefactos) contribuye a sostener que hubo un tiempo de exposición de los materiales líticos que dio lugar a la acción aérea. El menor tiempo de exposición a condiciones creadas por las inundaciones y al que mayormente están afectados por procesos aéreos, junto con estos resultados permitieron corroborar la hipótesis original del trabajo.

El otro antecedente disponible sobre el tema, fue realizado considerando otras muestras de la región. Pafundi y Borrazzo (2005) estudiaron muestras de superficie de la margen sur del Lago Roca y Laguna 3 de Abril. Debido a que las transectas trabajadas²⁴ eran paralelas a la línea de costa a una distancia relativamente similar, no se pudieron evaluar aspectos inherentes al transporte producto de las fluctuaciones de nivel. Por ese motivo, se analizaron aspectos relacionados con la integridad morfológica de los materiales líticos. Los resultados obtenidos coinciden en buena medida con el antecedente anterior. Sólo un 6% de los hallazgos presentaba signos de acción del agua, lo que sería congruente con un contexto de baja energía, mientras que 99% de estos presentan evidencias de acción eólica. A partir de esto, los autores (Pafundi y Borrazzo *op.cit.*) concluyeron que el fenómeno de endicamiento tenía un bajo potencial para generar una ‘pisada’ tafonómica distintiva en la morfología de los artefactos líticos (tafonomía lítica *sensu* Borrazzo 2004).

No obstante esto, Pafundi y Borrazzo (2005) definieron una serie de expectativas en función de las características del fenómeno, ya que este puede ser dividido en dos facies. La primera de ellas está relacionada con la inundación en sí misma y se trataría de un proceso de gran magnitud, de relativa duración temporal y que involucra baja energía. Se trataría de un fenómeno de baja visibilidad arqueológica que se subordinaría a los efectos del agente eólico. En este sentido, los resultados del análisis de las distintas muestras son coherentes con este momento. Sin embargo, existe una segunda facie, que está relacionada con el desagüe de la inundación. Este sería un proceso de gran magnitud, de muy corta duración -3 y 4 días- pero que involucra alta energía. La brevedad de esta facie probablemente no deje rastros morfológicos superficiales en los artefactos que puedan perdurar. No obstante, la alta energía implicada puede ser relevante. Si bien se desconoce cuál es el umbral de tamaño que puede ser movilizado por la energía involucrada, es seguro que la misma tiene la capacidad necesaria para desplazar partículas finas, tales como arenas o inferiores. Esta redepositación de sedimentos adquiere significancia en términos de discusión arqueológica, en la medida de que puede generar espacios con mayor potencial estratigráfico. Es factible identificar estos espacios que pudieran transformarse en trampas sedimentarias. Para ello, debe construirse un modelo que incluya ciertas variables como: la dirección de los vectores de desagüe, el aspecto y orientación de la costa respecto a ellos y la topografía y pendiente de los sectores inundados entre otros.

Estos trabajos han considerado exclusivamente registro artefactual lítico, por lo cual es necesario hacer unas consideraciones para el registro óseo. Dentro de la cuenca anegable de los endicamientos existen dos referencias sobre este tipo de registro. Por un lado, una

actualística de superficie y por otro lado, observaciones de conjuntos óseos arqueológicos de superficie y estratigrafía. La primera de estas referencias trata de observaciones tafonómicas llevadas a cabo en distintas transectas a lo largo de la costa al oeste del Brazo Sur. Se encontraron únicamente especímenes de *taxa* modernos (vaca y oveja), no obstante esto, su información es importante ya que por su disposición de playa, éstos pueden haber estado expuestos a los eventos de endicamiento del siglo XX. Entre las conclusiones preliminares que se obtuvieron resalta la abrasión como una propiedad importante y estadios de meteorización relativamente bajos para todo el conjunto –w = 1- (Borrero 1998).

La segunda referencia trata de observaciones realizadas en el sitio Alice 1 en el cauce inferior del Río Centinela. La muestra se encuentra dominada por guanaco y por un perfil de meteorización muy avanzado (Borrero *et al.* 1998-99). Por la cronología de los fechados de ambos sitios, estos conjuntos sólo podrían haber quedado expuestos a los endicamientos durante el siglo XX. A su vez, no existe información concreta acerca de si en este siglo hubo inundaciones de tal magnitud, que alcanzaran el sector donde se encuentran los sitios – ver sección 4.5.2-. Es posible, en este sentido, que este espacio sólo haya sido afectado durante las inundaciones de 1.954 o 1.966. Por esto, es mayormente probable que el elevado estado de meteorización hable más de las condiciones dinámicas de reexposición de un ambiente de médanos, donde se encuentra (Borrero *et al. op.cit.*), que de condiciones cambiantes de humedad a causa de los endicamientos.

Capítulo 7. Confrontación del Modelo

Significancia biogeográfica y escenarios generados

7.1- Paisaje habitual y su significación biogeográfica

Como se mencionó, el análisis distribucional (Belardi *et. al* 1994; Belardi y Campán 1999; Borrero y Muñoz 1999; Franco *et al.* 1999; Belardi 2003) brinda una clave para detectar cierta variabilidad y un uso distintivo del espacio hacia el interior de la región. La confrontación del escenario de paisaje habitual generado con la distribución espacial del registro arqueológico y los antecedentes sobre los aspectos distribucionales, se presentará de manera unificada. La razón de esto radica en que estos trabajos previos se realizaron teniendo en cuenta la configuración del paisaje no endicado y en éste sentido, no presentan discordancias.

En las Figura 7.1A puede verse la disposición del registro arqueológico en relación a la zonificación final del escenario de paisaje habitual. En el capítulo 5 se remarcó que, en términos del modelo generado, este escenario mostraba que los costos de circulación aumentaban a medida que se avanza hacia el oeste. En Relación a esto, es interesante recordar la marginalidad creciente en dicho sentido que surge desde el registro arqueológico. No obstante, se ha encontrado evidencia en lugares de fácil acceso como por ejemplo el cauce inferior del río Centinela o la cabecera del Brazo Rico, pero también, en aquellos que presentan menor conexión espacial, como el área del Brazo Sur. La baja densidad artefactual hallada en esta última área, a uno y otro lado del Brazo Sur, sugiere una explotación muy marginal del área. Las características tecnológicas y morfológicas que presentan los artefactos provenientes del conjunto recuperado en el sitio Marchant, al oeste del cuerpo de agua, sugieren que los artefactos fueron abandonados mientras estaban en un rol pasivo²⁵. Al este, en la Laguna 3 de Abril y en su istmo además de una mayor densidad artefactual, se identificó un componente mayormente conservado sobre dacita verde y otras materias primas que no pudieron ser localizadas localmente. Esto permite posicionar a esta laguna desde el punto de vista distribucional, como un lugar preferencial de uso y/o asentamiento dentro de la región aunque se trate de un espacio que presenta menor conexión espacial (Belardi 2003). Así, más allá de esta marginalidad, es factible pensar que toda la región del SLS ha sido explorada e incorporada a los rangos de acción en mayor o menor medida (Franco 2002).

Según los estudios distribucionales (Belardi *et al.* 1994; Belardi y Campan 1999; Borrero y Muñoz 1999; Belardi 2003), la forma en la que se presenta el registro tiene significado en relación con las vías de circulación impuestas sistemáticamente dadas las restricciones naturales para el desplazamiento. Por ello el paisaje arqueológico de la región fue entendido en términos biogeográficos. Las propiedades del registro arqueológico, su distribución y en menor medida, la frecuencia parecieran correlacionarse con ciertos atributos físico geográficos del SLS.

Por un lado, dadas las variaciones altitudinales y las características vegetacionales de la región, la distribución espacial del registro se correlaciona con los sectores de menor complejidad para la circulación, éstas son las márgenes de los cuerpos lacustres. Esto es congruente con lo observado en el escenario, en el cual a medida que se avanza hacia el oeste, las márgenes de los cuerpos lacustres se transforman en corredores de menor resistencia para el desplazamiento. Así, es justamente en estos sectores en donde se concentra principalmente el registro adquiriendo una forma lineal y casi continua. El diseño de muestreo de la región no se realizó pensando en los fines de este trabajo, sino más bien persiguiendo objetivos supra regionales de investigación. Es posible entonces, que se hayan priorizado sectores que ciertamente desde este modelo son considerados como de menor costo, en especial, las márgenes de lagos. No obstante esto, distintos trabajos (Borrero y Muñoz 1999; Belardi 2003) evaluaron si las densidades de hallazgos y su distribución podían deberse a factores dependientes de la visibilidad, dada la relación ambiente boscoso y las márgenes de los espejos de agua desnuda de vegetación. Para ello se realizaron comparaciones entre costa y espacios alejados y también, prospecciones en el interior del bosque ubicado al sur del Lago Roca. Al respecto de lo último, se han cubierto sin encontrar hallazgos 11.500 m² de superficie con visibilidad mala, regular y muy buena visibilidad (peladales). Estos trabajos permiten afirmar que podría no existir un sesgo importante en la configuración espacial observada y que la baja densidad del registro arqueológico puede defenderse a pesar de los problemas de visibilidad.

Por otro lado, la frecuencia diferencial observable desde el registro se ajusta con la fragmentación del paisaje ocasionada por la disposición geográfica de los espejos de agua. El sector que presenta la mayor frecuencia registrada en toda la región es La Angostura. Aunque la distribución artefactual en la margen sur del Lago Roca (Transecta Lago Roca) puede considerarse como continua, este sector se presenta como un pico modal realmente contrastante en relación con resto de los muestreos. Como se mencionó, éste divide este lago con el Brazo Sur y permite, además, la circulación desde su margen sur hacia la península que

lo separa del Brazo Rico sin necesidad de bordearlo por el este. Así, La Angostura se presenta como un nodo de conexión en el paisaje y su correlación con una elevada concentración de material puede deberse a un sentido estrictamente biogeográfico (Borrero y Muñoz 1999; Belardi y Campán 1999). Se ha observado a su vez, que en el espacio de ingreso a La Angostura desde el norte, es decir en la península, existe una concentración de similares características (Borrero *com. pers.*). Otro sector relevante en este sentido, es el caso del Istmo de la Laguna 3 de Abril, ya mencionado.

Un rasgo del paisaje que adquiere relevancia en términos biogeográficos es el Campo de Bloques Erráticos. Se encuentra ubicado en el piedemonte desde el arroyo Chorrillo Malo hacia el oeste, alcanzando el Lago Roca; es decir, en el sector de ecotono. Aunque no se llevaron a cabo transectas, las observaciones de material en superficie en los bloques erráticos indican que la distribución es continua a lo largo de todo el campo (Franco *et al.* 1999). Además, una gran cantidad de bloques tienen representaciones rupestres (Belardi *et al.* 1994). En términos de la movilidad de las poblaciones que las generaron, la obtención de colorantes no habría sido un problema, ya que pueden ser recolectados en cualquiera de las tantas formaciones sedimentarias que abundan en la región. El único elemento utilizado en la manufactura que muestra el aprovisionamiento más allá de una escala local sería el yeso (Belardi *et al.* 2000). Este sector de bloques presenta también una redundancia de uso en el sitio Chorrillo Malo 2, que presenta los fechados más antiguos que se conocen para toda la región, entre los 10.000 y 9.000 AP y luego una secuencia hasta el *ca.* 2000 A.P – ver Cuadro 6.1 -. No obstante, es importante recordar que su intensidad de uso ha sido baja (Favier Dubois 1999; Franco 2002). Es posible, entonces, que el Campo de Bloques haya actuado concentrando las ocupaciones sobre la base de ser los únicos reparos bajo roca disponibles en el ambiente, por encontrarse en el ecotono y por estar ubicado sobre unas de las vías de acceso hacia el sector de bosque y los cuerpos lacustres y en este sentido, haber sido utilizados complementariamente con ellos (Belardi 2003).

Por último, dentro del conjunto general se destaca el área de la cabecera del Brazo Rico. Aunque el tamaño de la muestra es menor que la registrada en el Lago Roca, presenta una mayor variedad de grupos tipológicos y de materias primas representadas. Estas dos características sugieren una forma distintiva de uso del espacio. Se diferencia, así, del Lago Roca y del resto de los campos bajos al este, siguiendo la margen sur del Lago Argentino hasta el inicio del río Santa Cruz (Belardi 2003; Franco 2004). En este sentido, dada su cercanía, podría haber funcionado en estrecha relación con el Campo de Bloques Erráticos.

Los aspectos mencionados constituyen una relación entre las propiedades del registro y las características del paisaje del SLS, que permitieron asignarle una fuerte significación biogeográfica al paisaje arqueológico. Sin embargo, esta relación no fue estática ya que los endicamientos han conferido cierto dinamismo geográfico a la región. Pero la distribución arqueológica no ha sido evaluada en relación a esta dinámica. En el tiempo, estas variaciones deberían introducir cambios en la oferta regional de espacios y caminos llevando consecuentemente a la modificación de las vías de circulación internas. La alternancia de estos momentos debería quedar reflejada en la disposición espacial del registro. Por lo cual se pasará a evaluar el escenario del paisaje endicado.

7.2- Escenario endicado

Las observaciones que se desprendían del escenario del paisaje endicado tenían que ver, en primer lugar, con la reducción de la fragmentación del paisaje debido a la unificación de los cuerpos de agua y a la inhibición de parte de la región. En segundo lugar, con el hecho de que el fenómeno aumentaba los costos tanto de circulación como de acceso al espacio disponible.

En la Figura 7.1B puede verse la combinación del registro con la zonificación final de este escenario. Ahora bien, al cotejar la distribución del registro arqueológico con el escenario del paisaje endicado, puede observarse un aspecto llamativo. Buena parte del registro arqueológico relevado queda en sectores inhibidos, ya sea debajo del agua o en espacios que quedan aislados geográficamente. Esto significa que la mayor parte de la evidencia que daba cuenta de la significación biogeográfica del paisaje arqueológico fue depositada en los momentos en los que el glaciar no se encontraba cerrado.

El material arqueológico restante se encuentra dispuesto a lo largo del Campo de Bloques Erráticos, en sectores que presentan mayor y menor costo de circulación. Alero del bosque²⁶ es el único sitio ubicado en un área de mayor costo en el sector de bosque y fuera del alcance de las inundaciones. Si su ocupación fuera concordante con algún momento de inundación, debería suponerse que se accedió a éste circulando por sectores que presentan mayor costo, ya que la margen del Lago Roca se encontraría cubierta de agua. Si este fuera el caso, es factible pensar entonces, que a diferencia del escenario anterior, el costo de circulación no fue una variable relevante en momentos de endicamientos. Y en cambio, se habría priorizado el acceso y ocupación a la porción más occidental de la región más allá de esta variable. Por

ello, es conveniente evaluar la correlación entre la cronología cultural y la recurrencia de eventos.

7.2.1- Relación Temporal

Para el abordaje de la información temporal se parte de la clasificación obtenida en el análisis espacial. En el gráfico 7.1 pueden verse los sitios que cuentan con cronología, explicitados en el Cuadro 6.1. Están ordenados en función de la zonificación obtenida en el escenario del paisaje endicado. Las líneas azules representan las inundaciones conocidas, sintetizadas en el Cuadro 4.2. Se trata de fechas mínimas y representan, además, períodos de recurrencia de eventos previos y posteriores a dicha fecha.

Del gráfico se destacan tres aspectos relevantes. En primer lugar, los sitios que se encuentran en espacios inhibidos, ya sea por aislamiento o anegamiento, sólo corresponden a hiatos de endicamientos; esto resulta congruente con la simulación. El fechado del sitio Marchant representa una cronología máxima para el conjunto artefactual – ver sección 6.4-. Por lo cual, la intersección observada en el gráfico no es incongruente, ya que la evidencia del sitio debe ser considerada como material de superficie. Siguiendo con esto, el análisis tecnológico sugiere que la información de superficie corresponde a momentos de la ocupación efectiva del espacio, es decir, del 3.800 A.P. (Franco 2002). Dado que este se encuentra en espacios anegables, sólo pudo haber sido depositada en hiatos entre endicamientos.

En segundo lugar, el Alero del Bosque, que se encuentra en un sector disponible y de mayor costo de circulación, se encuentra cronológicamente ubicado entre períodos de endicamiento. Aunque se trata de un único sitio, pueden hacerse algunas observaciones. Por un lado, esto viene a colación de lo expresado anteriormente acerca de la relevancia de los costos de circulación en momentos de endicamiento. Es decir, el acceso a los espacios más occidentales se hacía más restrictivo en dichos momentos y la ausencia de información en períodos de evento, sugeriría que los costos de circulación y acceso fueron importantes durante el anegamiento. A su vez, esto refuerza a las márgenes como vías preferenciales de circulación y la posible explotación del bosque desde sus márgenes sin adentrarse en él, un aspecto ya propuesto (Belardi 2003).

En tercer lugar, se destaca la presencia de ocupaciones en sectores que implican un menor costo de circulación, relacionadas cronológicamente con los endicamientos. Esto contrasta

con la ausencia de información a la que hacíamos referencia. En el gráfico 7.1, se observa la estrecha relación entre Chorrillo Malo 2 y los momentos de endicamiento. Dado que en el gráfico sólo se encuentran consignados los fechados menores a 5.000 A.P., en el Cuadro 7.1 puede verse la cronología completa de ambas secuencias. Este alero presenta una alta recurrencia de ocupación y todas ellas, salvo una, presentan una concordancia cercana con los eventos conocidos. Estos eventos representan períodos de recurrencia temporal de endicamientos, por lo cual puede decirse que se establece una relación de penecontemporaneidad entre este fenómeno y las ocupaciones del sitio.

7.2.2- Relación Espacio – Temporal

Desde lo temporal surgen aspectos relevantes que son interesantes para replantear espacialmente. En la Figura 7.2 (A y B) se observa la alineación del registro según el escenario que corresponde en función de su temporalidad. Comparativamente hablando, el rasgo más sobresaliente está relacionado con la dispersión distintiva de la distribución del registro arqueológico. Esto sugeriría un uso diferencial del espacio en distintos momentos de la historia ocupacional de la región.

La redundancia ocupacional que presenta el sitio Chorrillo Malo 2 fue explicada por el hecho de encontrarse ubicado en el Campo de Bloques Erráticos. Este es un lugar que concentraría las ocupaciones de la región debido a: brindar reparos, soporte para representaciones rupestres y por estar ubicado en el ecotono sobre una de las vías de acceso al sector de bosques y de los cuerpos lacustres (Belardi 2003). Sin embargo, se desprenden algunas observaciones desde este trabajo. En primer lugar, esta redundancia de ocupación es significativa en relación a la baja densidad demográfica regional. Y esto es más significativo aun, al observar la correspondencia entre la secuencia de ocupaciones de este alero y los ciclos de inundaciones. En segundo lugar, el sitio se encuentra ubicado fuera de la *zona de impacto directo* y en un sector de menor costo de acceso – Figura 7.2 B-. Estos aspectos, sumados a la ausencia de otras ocupaciones y material en general en el mismo escenario, sugieren una selección positiva de este espacio por parte de grupos cazadores recolectores, especialmente en momentos de inundaciones. Por el contrario, en momentos libres de endicamiento, el escenario habitual –Figura 7.2 A- indica un uso distintivo del paisaje, caracterizado por una apreciación más extensiva del espacio. Esto se traduce en un despliegue del uso del espacio

por los distintos sectores de mayor y menor conexión espacial, de impacto directo e indirecto, pero siempre priorizando los costos de circulación.

La mayor cantidad de registro se encuentra en zonas de impacto directo o bien en sectores que quedan aislados geográficamente durante un evento. Es decir, se trata de un registro que sólo pudo depositarse entre endicamientos. Esto, sumado a la presencia de ocupaciones en momentos en los que sí hubo, permite pensar que las inundaciones no incentivaron el abandono de esta región ni la excluyeron de los circuitos generales de circulación. En cambio, sí sugiere, que este fenómeno tuvo incidencia en las decisiones inherentes al uso del espacio, al reposicionar un sector preferencial de la región. En este sentido, es factible que el Campo de Bloques Erráticos siempre haya sido un lugar distintivo en el paisaje; sus características particulares y la gran cantidad de aleros con material -pero sin fechado- apuntan hacia ello. Sin embargo, las restricciones del espacio en momentos de endicamiento, remarcarían esta preferencia.

Capítulo 8. Discusión final

Riesgo, Escalas de interacción y líneas futuras de análisis

8.1- Síntesis General

A partir del trabajo de simulación, la generación de escenarios y zonificaciones del espacio puede decirse, a modo de síntesis, que los endicamientos provocan el anegamiento de una buena porción de la región. En términos biogeográficos habrían funcionado como barreras temporales, aislando sectores del espacio y también aumentando los costos de acceso al territorio restante disponible. Correlativamente, desde el punto de vista arqueológico, este fenómeno habría tenido incidencia en las decisiones de gestión del espacio. Los escenarios muestran un uso diferencial del paisaje en el cual, en momentos de endicamiento, se habría priorizado un sector libre de riesgo de inundación y de menor costo de circulación y/o acceso además de otros rasgos atractivos para las poblaciones humanas como por ejemplo, reparos rocosos. En momentos libres de inundaciones, este sector también habría funcionado como un lugar preferencial, pero se observa además una efusión hacia otros sectores. Esta apertura se habría realizado a través de los corredores de menor costo de circulación; condición que habría sido relevante para las poblaciones cazadoras recolectoras que incorporaron al SLS dentro de sus rangos de acción.

Los endicamientos implican transformaciones del paisaje que se alternan en el tiempo con la configuración usual del paisaje. El análisis realizado partió de la consideración de escenarios que representaron ventanas estáticas del paisaje. Sin embargo, la dinámica del fenómeno genera variaciones en la disponibilidad de espacio que escapan a la información que brindan estos escenarios. A su vez, estas transformaciones del paisaje conllevan cierto riesgo ecológico, que puede haber sido sopesado por las poblaciones. Así, resulta interesante poner en perspectiva estos dos aspectos, a partir de considerar la interacción comportamiento – fenómeno en distintas escalas de apreciación. Estas escalas son principalmente definidas a partir del eje temporal –ver sección 4.6- y resultan complementarias al análisis realizado.

8.2- Riesgo y escalas de interacción

La primera escala de interacción del fenómeno con el comportamiento humano que puede identificarse, es aquella que puede medirse en la particularidad de un único evento, es decir, en términos sistémicos. La relación temporal de un único evento con el comportamiento está dada en mayor medida por la *velocidad* de llenado de la cuenca inundable y en menor medida, por la *duración* de la inundación –sin tener en cuenta su incidencia sobre otros recursos o sus consecuencias posteriores-. En términos de riesgo se lo puede relacionar directamente con la pérdida de vidas, bienes o con posibles aislamientos geográficos temporales de grupos humanos. Durante el siglo XX este fenómeno fue considerado como catastrófico, ya que en diversas oportunidades anegó estancias, enteras arruinando su economía (Skvarca 2002). Esto llevó a que en 1933 la Fuerza Aérea Argentina bombardeara el frente del glaciar para evitar su cierre, sin éxito, por cierto; incluso hubo quien propuso una detonación nuclear para frenar su avance (Heim 1951). No obstante esto, es factible pensar que el lento aumento de nivel, a razón de 5 a 25 cm diarios según los datos actualísticos, no haya representado ni un problema imprevisto ni un riesgo que no pudiera ser evitado por poblaciones cazadoras recolectoras tan móviles y con rangos de acción tan amplios como las que estamos considerando. Más allá de esto, aunque pueda ser gestionado, el riesgo ecológico persiste.

Luego, tenemos la denominada *recurrencia temporal de segundo orden*. Debido al comportamiento del glaciar, los eventos particulares ocurren en ciclos o períodos de recurrencia. Es decir, en esta escala se evalúa la interacción comportamiento – fenómeno a partir de considerar un período, que contiene varios eventos. Durante el siglo XX han ocurrido más de 18 eventos en menos de 100 años. Para el Holoceno tenemos una menor resolución. Cada uno de los fechados conocidos representa la fecha mínima de un evento. Y los eventos conocidos pueden representar cada uno un período en si mismo, o bien ciertos fechados pueden ser parte del mismo período. Al considerar esta intermitencia de eventos debe tenerse en cuenta dos aspectos. En primer lugar, las distintas inundaciones que conforman un período alcanzan diferentes niveles. Estas variaciones no fueron representadas en el escenario considerado debido a resolución de la información existente, tal y como se explicara en la sección 4.4. En segunda instancia, la intermitencia de eventos a lo largo de un período, genera lapsos de variable duración entre cada uno de estos. En dichos lapsos el paisaje podría haber sido utilizado “normalmente” ya que, por ejemplo, los corredores de las márgenes de los cuerpos de agua se encontrarían disponibles. Entonces, ¿es posible hablar de uso diferencial del paisaje si en los lapsos entre eventos, a lo largo de un período de

recurrencia, éste se utiliza de la misma manera que en momentos en los que no ocurre uno de estos períodos?

Pueden hacerse algunas consideraciones con respecto a la muestra con la que se cuenta. A partir de la simulación de distintos niveles de endicamiento (Figura 5.1) puede observarse que, en función de la ubicación topográfica respecto de la línea de costa de los materiales arqueológicos de superficie considerados, éstos quedan sumergidos entre 5 m y 10 m sobre nivel original. Dado que estos niveles se encuentran por debajo de la cota promedio del siglo XX - 15 m-, es factible suponer que estos materiales de superficie fueron alcanzados por la mayoría de los eventos. Mejor dicho, que no podrían haberse depositado durante la mayoría de ellos²⁷. Esto ocurre especialmente en las transectas del Lago Roca, Brazo Sur y de la Laguna 3 de Abril. Pero aun así persiste la duda acerca de si es posible que parte de estos materiales se hayan depositado en estos lapsos entre eventos durante un período.

A su vez, existen otros materiales que no pudieron ser incorporados en los escenarios por falta de información sobre su ubicación geográfica. Tal es el caso de los monitoreos de superficie paralelos a la Transecta Lago Roca realizados a distancia variable entre el agua y el bosque (Belardi 2003). Aunque muestran una verdadera menor frecuencia que la transecta, indican la presencia de materiales a cielo abierto más allá de la línea de costa. Por la topografía de su emplazamiento es pensable que estos, a diferencia de la transecta, no hayan sido afectados por la mayoría de los eventos. Es decir, que pueden haber sido depositados incluso en momentos en la que los cuerpos lacustres estaban endicados, especialmente si era una inundación menor. Más allá de esto, estos monitoreos de superficie carecen de control temporal acerca de si están relacionados o no con períodos de endicamiento y de un análisis tecnológico que pudieran dar cuenta de aspectos diferenciales en relación con los otros materiales. Un estudio sobre ellos resulta un paso obligado que puede aportar sobre esto.

El grano de la información arqueológica de superficie no nos permite tener control sobre la intensidad de uso de la porción más occidental de la región durante un período de endicamientos. Sin embargo, la información cronológica con la que se cuenta es clara en este punto. En primer lugar, se destaca la redundancia ocupacional de Chorrillo Malo 2 y la correlación de su secuencia con la del fenómeno. Debemos tener en cuenta que los fechados conocidos de este último, indican eventos particulares, y que éstos pueden haber ocurrido *ca.* 100 años antes (Mercer 1970). Las fechas de ambas secuencias, la arqueológica y la del fenómeno, teniendo en cuenta 1 sigma, son contemporáneas y cuando no lo son, no distan a más de 55 años – ver Cuadro 7.1-. Si tuviéramos en cuenta 2 sigmas para los fechados

arqueológicos, todas las ocupaciones serían contemporáneas con algún evento. Por otra parte, cada uno de los fechados del fenómeno da cuenta de otros tantos eventos que ocurren antes y después del mismo, es decir, un período. Por lo cual, aun cuando los fechados arqueológicos no se corresponden exactamente a los fechados de los eventos, las ocupaciones pueden haber sido contemporánea con el período correspondiente al evento fechado. En segundo lugar, las fechas de las ocupaciones que se encuentran entre periodos (*i.e.* Alero del Bosque), presentan distancias cronológicas de más de 500 años respecto al período de endicamiento más cercano; distancia que marca claras diferencias con los períodos de inundaciones.

Entonces, si bien la información de superficie no es totalmente esclarecedora al respecto, la muestra temporal, aunque chica –ver *infra*–, señala algunas tendencias en cuanto a momentos en los que se utilizan los distintos sectores. La región estaba siendo ocupada en momentos en los que hubo y no hubo endicamientos. Así, estas tendencias no deben medirse en una escala de presencia o abandono temporario, sino más bien en términos de intensidad de uso. En momentos de endicamiento, las restricciones temporales de espacio reforzarían tal vez, el sentido logístico de explotación de la región, remarcando así una preferencia por el Campo de Bloques Erráticos. Es decir, bajaría la intensidad de uso de los espacios afectados por la inundación, puntualizando sectores en el paisaje para actividades específicas. La razón para pensar esto estriba en dos puntos, en primer lugar, en que las inundaciones aumentan los costos de circulación. Aunque este es un aspecto que parece haber sido importante en unos y otros momentos, es interesante mencionar que luego de la retirada del agua, algunos sectores bajos como la cabecera de Brazo Rico, son propensos a la formación de mallines o suelos pantanosos. Esto se potenciaría en periodos de recurrencia de eventos. En segundo lugar, estaría relacionado también con la incertidumbre de la ocurrencia de una inundación y la necesidad de prevenir sus riesgos, que aunque evitables, no dejan de ser reales.

Las respuestas a fenómenos naturales como este se encuentran condicionadas por la escala de la organización humana y su alcance geográfico (Moseley 2000). Cuando estos son recurrentes, la familiaridad con el riesgo asegura que estas perturbaciones ambientales estén continuamente medidas y socialmente controladas (Borrero 1994-95; Torrence y Grattan 2002). Entre los mecanismos que reducen la exposición, además de, por ejemplo cambios en la organización tecnológica o en las estrategias de subsistencia, se encuentra la movilidad y cambios en las pautas organizacionales de espacio (Grayson y Sheets 1979). Esto último, en particular, implica que para gestionar el riesgo se consideren áreas mayores que las afectadas, en nuestro caso, la cuenca inundable. Así, aunque no se asiste a un abandono circunstancial de la región en períodos de endicamiento, sí puede pensarse en su marginalización temporaria.

Esta marginalización es factible debido a, por un lado, la disponibilidad de espacios adyacentes al SLS como los campos bajos de la margen sur del Lago Argentino. Por otro, a la amplitud de los rangos de acción de las poblaciones. Es posible, entonces, que en períodos de mayor propensión a las inundaciones esta región fuera identificada dentro de los rangos perceptuales como de mayor riesgo, minimizando así su incorporación dentro de los rangos de acción.

En función de esto, podría decirse que las implicancias biogeográficas de este fenómeno se incrementan a medida que aumenta la escala espacial. Es decir, las consecuencias de los endicamientos tendrían más relevancia e impacto en una escala regional (SLS) o supra regional (margen sur del Lago Argentino), en el que se desarrollarían actividades a partir del reacomodamiento de estrategias de asentamiento y explotación plurianuales dentro de amplios rangos de acción. Esas condiciones llevarían a priorizar espacios sin riesgo dentro de la región para minimizar un posible *stress temporal* (*sensu* Franco y Borrero 1996) asociado con un evento; espacios como por ejemplo, el Campo de Bloques Erráticos. En cambio, esferas del comportamiento que pueden medirse en una escala local, tales como el acopio y procesamiento de diversos recursos líticos y faunísticos, no deberían verse afectados por el avance del agua. En otras palabras, las actividades más ordinarias podrían realizarse sin riesgo en las nuevas líneas de costa estabilizadas. Pero esto, dentro de un patrón regional cambiado por limitaciones para la circulación y el asentamiento.

Más allá de lo dicho y teniendo en cuenta el registro arqueológico, es importante remarcar que los endicamientos solamente colaboran en la marginalización de la región observada desde el registro. Otras variables ya mencionadas, tales como las geográficas, topográficas, climáticas y económicas y la disponibilidad de espacios adyacentes a la región, pueden haber jugado un rol igual o más importante. Es interesante destacar, en relación con esto, que durante el ACM, momento en el que por el descenso de los niveles lacustres se presentaron condiciones óptimas de circulación libre de riesgo de inundación, todo el área del Lago Argentino sufrió un virtual despoblamiento. Por lo cual, no sólo la circulación fue importante.

Por último, se encuentra la escala de interacción denominada *recurrencia temporal de primer orden* del fenómeno. Esta tiene que ver con la ocurrencia de períodos en distintos momentos del Holoceno y debe ser pensada en términos de una profundidad transgeneracional. Es decir, considerando como punto de partida el instante en que la región estuvo disponible o fue efectivamente ocupada, una alta recurrencia de ciclos implicaría una mayor interacción y por ende, un mejor conocimiento del fenómeno, de sus riesgos y sus consecuencias. A su vez,

supondría una mayor experimentación de respuestas posibles y así a largo plazo, las adaptaciones progresivamente deberían contemplar esta dinámica y mantener sus ajustes a un set de condiciones cambiantes dentro de un escenario en el cual estos fenómenos resultan una norma (Borrero 1994-95). Por caso contrario, una baja recurrencia afectaría negativamente la capacidad de respuesta, ya que perceptualmente un evento podría presentarse como una novedad que no encuentra antecedente en la memoria poblacional.

Se ha sugerido que los endicamientos podrían estar inducidos por el ENSO. Si esto fuera así, el fenómeno habría tenido una elevada recurrencia temporal; sin embargo, es una hipótesis que no ha sido corroborada. Por lo cual debemos ajustarnos a la secuencia de endicamientos conocida, información *proxy* que proviene de la dinámica del glaciar Perito Moreno y que presenta cierto desfasaje cronológico con los avances neoglaciarios por las razones ya expuestas. Según esta secuencia –ver Cuadro 4.2- existe un primer momento, a principios del Holoceno, en el que habrían ocurrido una serie de inundaciones, *ca.* 9.500 A.P., y luego, un hiato hasta el *ca.* 5.000 A.P. De esta fecha en adelante ocurren por lo menos otros 3 grandes momentos de endicamientos: entre *ca.* 5.000 y 4.500 A.P., *ca.* 3.800 A.P. y entre *ca.* 2.300 y 2.000 A.P.

La región del SLS presenta a principios del Holoceno, los fechados arqueológicos más tempranos de toda la cuenca superior del Río Santa Cruz (Chorrillo Malo 2). Ocupaciones que a su vez, fueron contemporáneas con eventos de inundación, por lo cual, este fenómeno pudo ser conocido desde sus inicios. Siguiendo la secuencia de Chorrillo Malo 2, luego se presenta un hiato de 4.000 años hasta *ca.* 6.000 A.P., lapso que es interpretado como un gran momento de exploración. Luego, los sub-conjuntos temporales definidos, así como también otras ocupaciones en la región, sugieren las etapas subsecuentes del modelo de poblamiento (*sensu* Borrero 1990). Es difícil establecer si este conocimiento temprano del fenómeno puede haber perdurado a lo largo de milenios. Si bien desde el punto de vista tecnológico se ha definido una continuidad desde el modelo de poblamiento, lo cierto es que las fechas tempranas de este sitio, en particular aquellas de *ca.* 9.700 y *ca.* 6.000 AP, se presentan como extremas. En el marco supra regional de la cuenca superior del Río Santa Cruz la firma arqueológica es prioritariamente tardía; desde el 4.000 A.P. en adelante (Borrero y Franco 2000; Belardi 2003). Entonces, cabe preguntarse si las ocupaciones más tardías del SLS pueden tratarse o no de generaciones relacionadas con aquellas mismas poblaciones tempranas. Esta pregunta es formulada más en términos de perduración de información que de continuidad biológica.

Lo cierto es que para el segundo momento de inundaciones, ca. 5.000 y 4.500 A.P., también se presentan ocupaciones en la región, una vez más representadas en Chorrillo Malo 2. A partir de entonces, los fechados adquieren una suerte de continuidad hasta el ACM, cubriendo así los momentos restantes de endicamientos. El reconocimiento de los recursos necesarios para asegurar la supervivencia contenidos en un ambiente forma parte de las actividades realizadas durante la exploración de un territorio. En particular, las actividades de subsistencia básica tales como el abastecimiento de alimentos, agua y diversas materias primas pueden resolverse en el lapso de una generación. Sin embargo, el conocimiento de los ciclos de un territorio, en cuanto al manejo de las fluctuaciones periódicas en la disponibilidad de recursos, de la aparición de eventos posiblemente catastróficos y de los ciclos climáticos es un proceso a largo plazo (Cashdan 1990; Borrero 1994-95). Como se mencionó, la incorporación de espacios dentro de los rangos de acción representa una toma de decisión en la que resulta muy importante la información con la que se cuenta. En una región con la configuración ambiental del SLS y con la ocurrencia de un fenómeno como el considerado, los elementos que intervienen en la decisión de su incorporación estarán mediados por la relación entre el rango perceptual y el riesgo ecológico. Por un lado, existe una correlación directa entre este rango y la incorporación de espacios en cuanto a que: “...*animals may be unwilling to accept the risk of leaving their home match if they do not perceive any other suitable habitat.*” (Lima y Zollner 1996: 132). Por otro lado, el tiempo para recavar información acerca del riesgo ecológico que los endicamientos suscitan, debe haber sido prolongado; aunque no se tiene control de cuánto.

Así, para la segunda mitad del Holoceno, si nos atenemos a la hipótesis de continuidad poblacional, la posibilidad de que la experiencia adquirida en un ciclo de inundaciones trascienda en el tiempo, está relacionada la eficacia de los mecanismos de transmisión sobre el fenómeno en los lapsos de 2.000 – 1.500 años entre períodos de inundación. Esto podría explicar la diferencia temporal entre las ocupaciones de Chorrillo Malo 2 (4.520 ± 70 y 3.790 ± 80 A.P.) y la ocupación ‘tardía’ del bosque representada por el Alero del Bosque (3.110 ± 50 A.P.). El primero se ubica en el ecotono, a no más de 2 km del inicio de aquel ambiente, pero a diferencia de este último, se encuentra fuera de la incidencia de las consecuencias del fenómeno. Dado que las ocupaciones del primer bloque errático son contemporáneas con dos momentos de endicamientos y planteadas además las diferencias espaciales, conjeturalmente podría decirse que la incorporación tardía de áreas que reciben mayor impacto estarían relacionadas con la necesidad de recabar información sobre el fenómeno. A su vez, resulta relevante la presencia de representaciones rupestres en el Campo de Bloques Erráticos como

posibles vehículos de transferencia de información. Un análisis iconográfico detallado y su ajuste cronológico podrían echar luz sobre esto.

Caso contrario ocurriría si entre períodos de endicamiento hubieran ocurrido ‘reseteos’ de información, ya sea porque su traspaso no hubiera sido eficiente, o bien, no se hubiera considerado necesario mantener referencias en la memoria poblacional. Si este fuera el caso, las características del fenómeno en sus diferentes escalas, brinda una perspectiva. La exposición al primer evento habría resultado una novedad, pero su impacto podría haber sido evitable. Luego, a medida que aumenta la frecuencia de estos a lo largo de un período, se iría acrecentando la noción de sus riesgos y consecuencias, llevando a adoptar un patrón de comportamiento que minimizara sus efectos. Esto es particularmente válido para la escala de interacción anteriormente desarrollada (*recurrencia temporal de segundo orden*). En este sentido, estos reseteos de información, contemplados en la escala de este *primer orden de recurrencia*, no deberían haberse presentado como problemas significativos.

Así, se consideró que las implicancias biogeográficas del fenómeno se incrementan a medida que aumenta la escala espacial. En una escala temporal de grano grueso (Holoceno) y fino (un evento), el fenómeno no habría representado un verdadero problema adaptativo. Las cosas cambian con la reiteración. La medida temporal en la que sus implicancias biogeográficas habrían generado mayor impacto y presiones selectivas, está dada por el período de recurrencia de eventos. Pero, independientemente de la escala, seguramente este fenómeno y las rupturas del glaciar han cautivado a las poblaciones del pasado tal y como nos cautiva hoy en día.

8.3- Líneas futuras de trabajo

Se expusieron los resultados de una primera aproximación hacia la evaluación de un fenómeno muy particular, como el de endicamientos. En este sentido, surge la necesidad de complementarlos con la incorporación de otras de líneas de evidencia y dejar sentadas las bases sobre las cuales es necesario avanzar en futuros trabajos. Así, en primera instancia debe remarcarse el hecho de que se trabajó con la distribución espacio-temporal del registro arqueológico y en menor medida con su frecuencia. En cambio, su composición sólo fue presentada en los antecedentes e incorporada puntualmente en la discusión. Una inclusión integral de esta propiedad, especialmente sobre los materiales de superficie, puede

suplementar o discutir el análisis realizado. Algunos aspectos ya han sido estudiados, como por ejemplo, la selección de materias primas o las variantes tecnológicas de diversos sectores (Franco 2002). Sin embargo, sería interesante evaluar las diferencias entre conjuntos que se ubiquen a distintas distancias respecto de la línea de costa, ya que pueden brindar más información acerca de la intensidad de uso de los corredores durante los períodos de endicamiento.

Se tuvieron en cuenta, a lo largo del trabajo, las características de la muestra con la que se trabajó. Por un lado, es claro que ésta no es suficiente para evaluar acabadamente el problema, en particular en lo temporal. Además no se ha trabajado en algunos sectores de la región para los que hay implicancias biogeográficas del fenómeno. Tal es el caso de la Península de Magallanes o la península que separa el Brazo Rico del Lago Roca. Por otro lado, el diseño muestral fue elaborado atendiendo los criterios supra-regionales que maneja el Proyecto Magallania y no con este problema particular en completa consideración. Así, se resalta la necesidad de ampliar la información cronológica y el muestreo de los espacios, poco o no representados, atendiendo a escalas espaciales amplias (*i.e.* Península de Magallanes o al oeste del Brazo Sur) y circunscriptas (*i.e.* trabajos a distintas distancias de la línea de costa).

Este trabajo muestra la importancia de desarrollar modelos como el realizado para diseñar estrategias de muestreo adaptadas a preguntas y problemas biogeográficos. En este sentido, la base de datos georeferenciada sirve de puntapié inicial para la elaboración de un modelo predictivo de sitios que pudiera incorporar dimensiones teóricas y empíricas, tales como las sectorizaciones en base a riesgo o costo de circulación, la distribución real y proyectada del registro arqueológico –basadas en diversas técnicas geoestadísticas– y otras variables ambientales como tipos de suelos. Los endicamientos han jugado un rol importante en las decisiones en torno a la utilización del paisaje y por ende, en la configuración del paisaje arqueológico regional. Pero también, las inundaciones recurrentes resultan un agente geomórfico que actúa y ha actuado interactivamente a lo largo de la ocupación humana, generando sobre el paisaje un contraste diferencial de procesos de formación postdepositacionales predominantes. En particular nos interesa remarcar aquí la variación en las tasas de sedimentación en distintos sectores de la cuenca inundable. Esta redepositación de sedimentos adquiere relevancia arqueológica en la medida en que puede generar espacios con mayor potencial estratigráfico. Trabajar en este aspecto podría ser extremadamente fructífero, en especial en espacios que resultaron ser de suma importancia en términos biogeográficos, tales como los corredores de las márgenes lacustres; espacios de los que sólo se cuenta con información de superficie. Entonces, es interesante destacar que la evaluación de los diversos

escenarios geomorfológicos (y sus causas) adquiere un doble sentido en tanto aspectos importantes de decisión conductual y también como formadores de la evidencia arqueológica. Este es un enfoque de homologación que resulta notorio al evaluar fenómenos naturales claramente perceptibles por las poblaciones. A futuro, la exploración e integración de un modelado regional de los distintos procesos de formación imperantes bajo aquel modelo predictivo, enriquecerán la proyección del paisaje arqueológico regional.

Apéndice

Definición del método y memoria descriptiva del procedimiento

A.1- Componentes.

Para la aplicación técnica de un Sistema de Información Geográfica (SIG) inicialmente se requiere la combinación de los componentes computacionales definidos como *Software* y *Hardware* (Buzai 1998). El primero de ellos, hace referencia a los componentes intangibles, es decir, los programas de aplicación. El Segundo en cambio remite a los componentes materiales de una computadora. La elección y combinación de ambos en cuanto a aplicaciones necesarias y capacidades físicas de llevarlas a cabo, permite alcanzar los resultados deseados.

- **Software.** Se utilizaron dos aplicaciones principales: MapInfo Professional (v. 6.5) y Arcview GIS (v. 3.2). Además, se utilizaron, entre otras, dos extensiones principales: Arcview Spatial Analyst (v.2.0a) y Arcview 3D Analyst (v. 1.0).
- **Hardware.** Pentium III 450 mhz., 320 MB; Placa de Video: NVIDIA RIVA TNT2 (32 MB).

A.2- Paso 1: Implementación del SIG

Previo a la implementación de un SIG es necesario realizar algunas definiciones previas que servirán como marco para la georreferenciación de la información y su posterior análisis; como por ejemplo, la definición del área de estudio y la proyección cartográfica a utilizar. Luego, el primer paso hacia la construcción de una base georreferenciada es la obtención de un mapa base sobre el cual se plasman las capas de información que se utilizarán en el análisis

En los términos de la simulación, el área de estudio más importante a incorporar era la cuenca de inundación. Sin embargo, como marco geográfico se utilizaron los límites naturales que

parecieran contener al Sistema Lacustre, es decir, aquellos que le confieren la condición de ‘corredor sin salida’. La importancia de incorporar este espacio ajeno al anegamiento radica principalmente en aspectos conductuales biogeográficos.

Para distintas regiones del mundo (*i.e.* Estados Unidos, Europa) existen distintas alternativas de donde obtener información cartográfica digitalizada o incluso MDEs con buena resolución de disposición gratuita (*i.e.* USGS) o no (*i.e.* ERS; SPOT; SRTM). No obstante esto, en la investigación en general y en la arqueología en particular, es común la propia generación de esta información, ya sea por los presupuestos que manejan los equipos de investigación o porque se trabaja fuera de aquellas regiones centrales (Felicísimo 1992; Hageman y Bennett 2000). En la Argentina, esta información se encuentra disponible a un alto costo y/o no ofrece una resolución enteramente adecuada a las necesidades de muchos trabajos. Por lo cual, de más está decir entonces que fue necesario crear, por propios medios, nuestra información digital.

A.2.1- Digitalización del Mapa Base

Se utilizaron cuatro cartas topográficas 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar ya que cubrían el área previamente definida (Hoja 5172-8-1 Península Magallanes; Hoja 5172-8-2 Cerro Frías; Hoja 5172-8-3 y 14 -1 Lago Roca y Hoja 5172-8-4 y 14-2 Sierra Baguales). Así, en primera instancia, cada de una de las cartas fue transformada a formato digital a través de su escaneo (300 dpi en formato TIFF). Luego, se procedió a su digitalización vectorial.

Inicialmente se probó un método automático de digitalización a través de una aplicación denominada MapScan (v. 1.0), que se trata de un software gratuito generado y distribuido por la División de Estadística de las Naciones Unidas (<http://www.un.org/Depts/unsd/softproj/software/mapscan.htm>). Éste y otros sistemas automáticos convierten las imágenes escaneadas en mapas vectoriales a través de identificar el color de sus píxeles (*i.e.* marrón: curva de nivel; azul: río). Sin embargo, debido a las características topográficas de la región este procedimiento no resultó efectivo. El resultado fue una gran cantidad de segmentos de polylíneas independientes –por fuera de las trazas de las curvas de nivel- debido a las pendientes pronunciadas que presenta el SLS. Aunque no se descarta este procedimiento para regiones menos accidentadas, particularmente para nuestro caso, el tiempo de procesamiento de estos mapas vectoriales iba a ser mucho. Por lo cual, se optó por una digitalización manual en pantalla utilizando el mouse como elemento de dibujo. Ésta fue realizada ‘calcando’ las

imágenes escanadas con MapInfo y demoró más 100 hs. de trabajo. Fueron digitalizadas diferentes capas de información en modo vectorial:

- Curvas de Nivel;
- Márgenes de lagos principales;
- Márgenes de lagunas temporarias;
- Cursos de ríos principales;
- Cursos de ríos secundarios y/o temporarios;
- Línea de Bosque;
- Principales Accidentes topográficos (*i.e.* barrancos);
- Puntos Topográficos;
- Puntos Topográficos Secundarios.

Para el ingreso de la información del registro arqueológico, en cambio, se utilizaron puntos GPS para la ubicación de sitios en estratigrafía y de inicio y finalización de algunas transectas. Algunas de estas últimas, fueron realizadas sin contar con dicha referencia, por lo cual, fueron emplazadas geográficamente. Las excavaciones fueron ingresadas como puntos mientras que, las transectas fueron representadas por polylíneas, en las que cada segmento de éstas identifica una unidad de muestro. La razón para esto es que bien pudiera ocurrir que sólo algunos muestreos quedarán bajo el agua; así de esta manera podrían ser identificados.

A.2.2- Proyección Cartográfica

Un *sistema de referencia* es un conjunto de parámetros que permite la localización de un punto sobre la superficie terrestre. En un sistema de coordenadas geográficas, por ejemplo, un punto cualquiera se localiza por su longitud y latitud. Sin embargo, existen diferentes mediciones de longitud y latitud de una misma posición de la tierra en función de la formula seleccionada para definir la forma de la Tierra. Esta definición está dada por el *datum*²⁸ que adopta cada país en función de la mejor manera de localizar su superficie. En la Argentina desde los '90 se utiliza como marco de referencia oficial la red POSGAR (POSiciones Geodésicas ARGentinas) expresado en el sistema *WGS 84*. Básicamente un sistema de referencia aporta a la generación de cartografía el marco básico para la ubicación de todos los elementos de la carta. La dificultad surge por el hecho de transferir una superficie esférica, la Tierra, a un plano. Por tal motivo se han desarrollado las proyecciones cartográficas de muy

diversos tipos y tratando de satisfacer distintos objetivos. La Argentina ha adoptado para la cartografía oficial el sistema proyectivo *Gauss-Krüger*, también conocido como transversa Mercator (UTM). Para el Territorio Nacional se han definido 7 ejes o fajas meridianas que reducen las deformaciones lineales; numeradas del 1 al 7 desde el Oeste hacia el Este (Rodríguez 2002). La unificación de todas las capas de información que se introducen en un SIG bajo la misma proyección cartográfica es la que permite su combinación (Buzai 1998).

Previo a la digitalización de las diferentes capas de información se georreferenciaron las imágenes escaneadas a través de un módulo del MapInfo. Se utilizaron las coordenadas geográficas dispuestas en los vértices (9 puntos) de las cartas; al unificarlas bajo una misma proyección, automáticamente se combinaron en un mosaico. Al digitalizar en forma de vectores la información de las cartas ya georreferenciadas, las capas de información heredaron esta proyección.

Los pasos siguientes fueron, en primer lugar, la migración de los datos digitalizados en MapInfo a la aplicación Arcview, con el cual se realizó el análisis; en segundo lugar, el cambio del sistema proyectivo. Para el primer paso, se utilizó la extensión *Universal Translator* de MapInfo que permitió traducir los archivos *.tab –MapInfo- a *.shp –Arcview-. Para el cambio de proyección se utilizó el *Projection Utility* de Arcview. A través de esta extensión se cambiaron las coordenadas geográficas (lat. y long.) a coordenadas planas *Gauss-Krüger* Faja 1-meridiano central 72°, que es la correspondiente a la región del SLS. Este paso fue realizado ya que las coordenadas planas permiten un manejo más sencillo de la resolución de las grillas –raster-. Luego se pudo proceder con la generación del DEM y el análisis.

A.3- Paso 2: Desarrollando la simulación...

A.3.1- Modelo Digital de Elevación

Entre las diferentes formas para generar un MDE, se utilizó una denominada *red de triángulos irregulares* (TIN). Un TIN es una forma de estructuración de datos propio de un modelo vectorial de información y es una de las más utilizadas en la arqueología (Hageman y Bennett 2000). Básicamente se trata de una superficie representada por un conjunto de triángulos adosados que recubren el terreno de forma completa. Los triángulos se construyen ajustando un plano a tres puntos cercanos no colineales, y se adosan sobre el terreno formando un

mosaico que puede adaptarse a la superficie con diferente grado de detalle, en función de la complejidad del relieve. Se trata de una estructura en la que el terreno queda representado por el conjunto de superficies planas – triángulos contiguos y no solapados- que se ajustan a una estructura anterior de puntos. Cada nodo del triángulo contiene un valor altitudinal (z) conocido. Los valores entre los nodos pueden ser interpolados, por lo cual adquiere la condición de ser una superficie continua (Felicísimo 1992; Esri 1998; Hageman y Bennett 2000).

Entre las razones por la que se optó por un TIN se encuentra el hecho de que éstos se adaptan a la complejidad del terreno siendo uno de los métodos más eficientes para representar superficies topográficamente accidentadas como las del SLS. A su vez, permiten la incorporación de estructuras auxiliares (*i.e.* cauces, barrancos, etc.) que son incorporadas al modelo, por lo cual la representación topográfica adquiere mayor fidelidad. Otros aspectos que resaltan de un TIN: no presuponen ni exigen la continuidad estadística de la superficie a representar; respeta los valores de los datos que son utilizados como vértices y mantienen su altitud exacta. Por último, la elección correcta de la estructura de datos de un MDE es importante porque condiciona el futuro manejo de la información. Esto implica considerar cuestiones relacionadas con el almacenamiento de datos y su gestión informática y así, a evaluar también en función de las limitaciones de hardware con las que se cuentan. En este sentido, los TIN representan estructuras más livianas (peso de los archivos), sin redundancia de datos y de fácil procesamiento.

Para su generación fue utilizado la extensión *Arcview 3D Analyst* (v. 1.0). Fueron incorporados todas las capas de información explicitadas anteriormente menos la línea de bosque. Para cada capa se definió el tipo de rasgo de superficie (*mass points; hard y soft breaklines*, etc.) que es la manera en como cada una incide en la superficie final. A su vez, se definió un área dentro de la extensión de la información digitalizada que representa el terreno a modelar (*ca.* 1373 km²). El resultado final es el MDE que puede verse en la Figura 5.1 que es la conjunción de 49.978 nodos y 99.493 triángulos.

A.3.2- Graficación de endicamientos

Una vez obtenido el MDE, ya era posible simular la extensión areal de los endicamientos; para ello, fue utilizada la extensión *Arcview Spatial Analyst* (v.2.0a). Este procedimiento fue realizado a partir de la generación de nuevas curvas de nivel (*Contours*) para las cotas que

eran de interés. Fue establecido una altitud de 181 m.s.n.m. para los cuerpos lacustres, lo que representa un nivel promedio de sus variaciones estacionales. Así, para obtener el alcance espacial de una inundación de 5 m sobre nivel se unieron todos los puntos que presentaban una altitud de 186 m.s.n.m. Luego, se eliminaron las líneas de contorno no deseadas generadas por las depresiones del terreno en áreas no continuas de cuenca de inundación. Una vez que se tenía una línea continua que contuviera a los cuerpos lacustres, se la unificó transformándola en un polígono. Por último, se extrajo de éste aquellos espacios elevados por sobre el nivel dentro del área inundada. Estos paso se repitieron sucesivamente con las cotas de interés restantes y fueron utilizadas las extensiones *XTools* y *Point & Polyline Tools* (v1.2). A su vez, para las visualizaciones en 3 dimensiones también se utilizó la extensión *Water Layer*.

A.4- Paso 3: Zonificación Inicial

Una vez obtenida la simulación de un endicamiento de 35 m sobre nivel original se procedió a identificar los espacios geográficamente aislados que quedaban encerrados entre la inundación y otros rasgos geográficos. Estos fueron convertidos a dos nuevas capas de información de polígonos; la primera, que los representa separadamente. La segunda, que los unifica con la extensión areal de la inundación, es decir, caracterizando todo el espacio inhibido (*zona de impacto directo e indirecto geográficamente aislado*). Este procedimiento fue realizado con la extensión *XTools*.

A.5- Paso 4: Zonificación Final

Un TIN es la estructura más adecuada, en este caso, para generar un MDE por su capacidad para representar una topografía compleja con precisión. No obstante esto, presenta problemas o mejor dicho, resulta más difícil de manejar en procesos de análisis, superposición y combinación temática de capas de información. Por ello, un procedimiento convencional es construir un MDE en base a esta estructura y luego convertirla a un formato *raster* o de grilla –ver sección 3.5.1.2- para trabajar más sencillamente la combinación de información (Felicísimo 1992; Gillings 1995). Así se diseño una grilla de 1882 filas y 1432 columnas, siendo la resolución – tamaño de celda- de 25 m; para esto se utilizó la extensión *Arcview Spatial Analyst* (v.2.0a).

Para llevar a cabo la zonificación final de los escenarios (Paisaje Habitual – Endicado) en primera instancia, se derivó un modelo de pendientes del MDE. Luego, siguiendo con lo anterior, se fueron transformando a grilla –rasterizando- cada una de las capas de información que iban a ser incorporadas en esta zonificación: altitud, pendiente, presencia de bosque y sectores inhibidos. A la par, se fue reclasificando cada una de estas capa en categorías dicotómicas (0;1) en donde -1- representaba mayor costo y -0- menor costo, siguiendo los umbrales establecidos en la sección 3.3.3. En el escenario de *Paisaje Endicado*, los sectores inhibidos, dado que no son costos, fueron reclasificados dictómicamente pero con los valores (0; 100) para poder diferenciarlos posteriormente. Finalizados estas transformaciones se procedió a combinar las capas a través de una adición. El resultado fue una nueva capa de información en grilla con celdas de valores: 0;1;2;3;100;101;102. El valor -0- representa un bajo costo de circulación; -1;2;3- presencia de 1, 2 ó 3 categorías que implicaban mayor costo; -100; 101;102; 103- sectores inhibidos y/o con presencia de categorías que implicaban mayor costo – el valor 103 sólo se presentó en espacio geográficamente aislados ya que era imposible la presencia de celdas inundadas a más de 1000 m.s.n.m.-. En el escenario de *Paisaje Habitual* los sectores inhibidos representan la disposición de los lagos en su nivel normal; por lo cual las celdas presentaban sólo los siguientes valores: 0;1;2;3;100.

Luego estas capas, distintas para cada escenario, fueron reclasificadas en - 0;1;2- representando respectivamente: sectores de menor costo; de mayor costo e inhibidos. Podría haberse establecido para representar el costo de circulación, una zonificación más fina siguiendo los valores -0;1;2;3-. Sin embargo, para esto habría que haber desarrollado una discusión acerca de grados relativos de costos para cada variable (pendiente, altura, o circular por un área vegetacionalmente cerrada). Por lo cual, en un principio se mantuvo una clasificación simple que permitiera apreciar especialmente los espacios de menor costo de circulación. Por último, a esta nueva capa de información se le agregó la distribución espacial del registro – y luego discriminada temporalmente- y se utilizó una función del módulo original de Arcview (*select by theme*) para reclasificar cada elemento arqueológico en función de la zonificación.

Notas

1. El Campo de Hielo Patagónico Sur es el mayor cuerpo de hielo temperado en el Hemisferio Sur y se encuentra ubicado a lo largo de los 73° 13' W entre los 38° 15'S y 52° 40'S. Su longitud es de *ca.* 350 km y tiene un ancho de 40 km promedio. Da origen a numerosos glaciares de descarga a ambos lados de la cordillera. Los tres glaciares efluentes más importantes hacia el este son el glaciar Viedma, el glaciar Upsala y el glaciar Perito Moreno (Skvarca 1992).

2. Cuando en capítulos siguientes hablemos del sector de Bosque estaremos haciendo referencia a la porción occidental de la región, es decir, el área entre las cabeceras del Brazo Rico y Lago Roca y el Campo de Hielo Patagónico Sur.

3. Este término es aplicado al proceso por el cual algunos glaciares que terminan en un cuerpo de agua (marina o lacustre) desprenden grandes bloques de hielo produciendo icebergs. En el capítulo 4 se amplía la definición y se consideran sus particularidades.

4. Puede ser definida como la corriente de la biología evolutiva que aplica la teoría de selección natural al estudio de la adaptación y el diseño biológico en un contexto ecológico, involucrando el comportamiento de los organismos bajo estudio (Winterhalder y Smith 1992).

5. Desde la ecología del paisaje, los conceptos de conectividad y fragmentación del paisaje se encuentran relacionados. El primero refiere al grado en el que un paisaje facilita o restringe los movimientos entre parches de recursos. La fragmentación, en cambio, es la disrupción de las conexiones entre elementos del paisaje espacialmente separados. La fragmentación produce un mayor o menor grado de aislamiento entre segmentos de un habitat, ecosistema o uso del espacio. Una barrera biogeográfica representa una de las tantas formas de fragmentación de un paisaje (Jaeger 2000; Tischendorf y Fahrig 2000).

6. Estos aspectos se engloban bajo el concepto de Vulnerabilidad de una población humana. Puede ser definido como las características de una población en los términos de su capacidad para anticipar, sobrellevar, resistir y recuperarse del impacto o también la gestión que hacen las poblaciones al respecto tanto para evitarlos, prevenirlos, adelantarse y resolver sus

consecuencias sin que necesariamente sean afectados directamente. Este concepto permite, entonces, relacionar las presiones ecológicas que genera un fenómeno con las adaptaciones específicas de las poblaciones, aspecto central de análisis desde un marco ecológico evolutivo. Para una discusión sobre este concepto y su aplicabilidad arqueológica se puede remitir a Torrence 2002 y Torrence y Grattan 2002.

7. En la literatura usualmente aparece abreviado como “GIS” debido a su traducción al inglés: *Geographical Information System*.

8. En la literatura puede aparecer abreviado como “DEM” debido a su traducción al inglés: *Digital Elevation Model*.

9. Es conocido como TIN, que es la abreviatura de su traducción al inglés: *Triangulated Irregular Network*.

10. Remitirse a Savage (1990b) para una discusión de la utilidad de cada modelo en la investigación arqueológica.

11. Otras cronologías como la de Wenzens (1999) propuestas para el sector del Río Guanaco, ubicado en la meseta entre Lago Argentino y Lago Viedma, no son tenidas en cuenta para evaluar patrones generales de avance por el tipo de glaciar que este autor considera –glaciares satélites- (Glasser et al. 2004).

12. Lamentablemente, por razones de falta de recursos, este trabajo ha quedado en una instancia preliminar, evaluando solamente en detalle, las señales correspondientes al siglo XX. (Del Valle *com. pers.*).

13. Para ello es necesario aceptar el supuesto de que el volumen hidrométrico aportado por los tributarios del SLS, se ha mantenido relativamente constante a través del Holoceno Medio y Tardío.

14. A principios de la década de los '90, ocurrió un fenómeno similar.

15. Sin embargo, previo a aceptar esta hipótesis, sería necesario responder por qué, si el ENSO es un fenómeno global, no se ha observado su incidencia en otros glaciares y tan sólo en el Perito Moreno (Borrero *com. pers.*)

16. Los criterios para su generación se encuentran explicitados en el Capítulo 3 y en el Apéndice.
17. Es importante destacar que el MDE no fue diseñado con el objeto de determinar el desagüe natural de la región. La resolución con la que se trabaja no permite evaluar aspectos de la microtopografía que bien pudieran incidir en la cota y ubicación específica del vertedero.
18. Desde el punto de vista del paisaje, en realidad, esto describe como cambio de fase en la fragmentación y no una reducción en sí misma (Jaeger 2000).
19. La inclusión de estos sitios se debe a que, más allá de sus características arqueológicas, estos se encuentran dentro del área de catchment de las inundaciones.
20. No obstante, la ausencia de una firma arqueológica que de cuenta de una adaptación a ambientes de bosque es un problema general en la arqueología de Patagonia (Borrero 1994-95). Uno puede preguntarse si la falta de una adaptación al bosque puede deberse a una pretensión errónea de homologar tipo de habitat con adaptación, o bien a dificultades metodológicas para su identificación (Borrero y Muñoz 1999)
21. Riesgo aquí sigue a Belardi (2003).
22. Entre los bloques con material de superficie y/o representaciones rupestres se encuentran: Chorrillo Malo 1; Chorrillo Malo 3 a 11; Campo del Paine 1 a 3; Lago Roca 1, 2 y 4 /Franco et al. 1999).
23. Las transectas trabajadas en la cabecera del Brazo Rico, son: TBR 1 a 5; T9J; TPR 1 a 5. Éstas quedan recurrentemente inundadas en su totalidad por una cota 15 m (promedio alcanzado en el siglo XX).
24. Las transectas trabajadas son: Transecta Lago Roca; 3 de abril este; 3 de abril sur de chorrillo. Estas transectas quedan recurrentemente inundadas en su totalidad por una cota 15 m (promedio alcanzado en el siglo XX).
25. El equipamiento pasivo es aquel que durante un tiempo del año no se usa, que está almacenado y que sería de uso básicamente estacional (Franco 2002).

26. También existen otros, como por ejemplo Lago Roca 2, pero del cual no se dispone de cronología.

27. Esto también pone de manifiesto que la simulación, con una cota de 35m, no sobredimensionó su anegamiento.

28. El *datum* está compuesto por un 'elipsoide' -forma geométrica que representa al geoide, forma real de la Tierra- y por un punto 'Fundamental' en el que el elipsoide y el geoide de la tierra son tangentes (Rodríguez 2002). Es decir, el datum representa el ajuste de la superficie real terrestre con la localización de un punto sobre el elipsoide que es la superficie de referencia para referir las coordenadas de localización.

Bibliografía citada

Aniya, M. y H. Sato

1995a. Holocene glacial chronology of Upsala Glacier at Peninsula Herminita, Southern Patagonia Icefield. *Bulletin of Glacier Research* 13: 83-96.

1995b. Holocene glacier variations at Tyndall Glacier area, southern Patagonia. *Bulletin of Glacier Research* 13: 97-109.

Aniya, M. y P. Skvarca

1992. Characteristics and variations of Upsala and Moreno glaciers, southern Patagonia. *Bulletin of Glacier Research* 10: 39-53.

Barberena, R.

2002. *Los límites del mar. Isótopos estables en Patagonia meridional*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Barton, C.M., J. Bernabeu, J.E. Aura y O. Garcia

1999. Land-use dynamics and socioeconomic change: an example from the polop alto valley. *American Antiquity* 64: 609-634.

Behrensmeier, A.K.

1978. Taphonomic and ecological information from bone weathering. *Paleobiology* 4 (2): 150-162.

Belardi, J.B.

2003. *Paisajes Arqueológicos: Un estudio comparativo de diferentes ambientes patagónicos*. Tesis doctoral no publicada. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Belardi, J.B., L.A. Borrero, P. Campán, M. Carballo Marina, N.V. Franco, M.F. Garcia, V.D. Horwitz, J.L. Lanata, F. Martin, S. Muñoz y F. Savanti

1992. Intensive Archaeological survey in the upper Santa Cruz Basin, Southern Patagonia. *Current Anthropology* 33: 451-454.

Belardi, J.B. y P. Campán

1999. Estepa y Bosque: la utilización de los lagos y lagunas en la región de Lago Argentino (Provincia de Santa Cruz). En *Soplando el Viento. Actas de las III Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, pp. 25-41. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano y Universidad Nacional del Comahue. Neuquén - Buenos Aires.

Belardi, J.B., F. Carballo Marina, M.I. Hernández Llosas y H. Cepeda.

1994. Arqueología del Bosque: el área del Lago roca (Lago Argentino, Prov. de Santa Cruz) En prensa en Actas XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina. San Rafael.

Belardi, J.B., A. Sunico y D.N. Puebla

2000. Análisis de pigmentos minerales y sus fuentes potenciales de aprovisionamiento en el área del Lago Roca (Sector Chorrillo Malo), Provincia de Santa Cruz (Argentina). *Anales Instituto Patagonia. Serie Ciencias Humanas* 28: 291-304.

Bettinger, R.L.

1991. *Hunter-Gatherer: Archaeological and Evolutionary Theory*. Plenum Press. New York.

Binford, L.R.

1980. Willow smoke and dogs tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity* 45: 4-20.

1982. The Archaeology of Place. *Journal of Anthropological Archaeology* 1 (1): 5-31.

Boone, J. y E.A. Smith.

1998. Is it evolution yet? A Critique of Evolutionary Archaeology. *Current Anthropology* 39: 141-173.

Borrazzo, K.

2004. *Hacia una Tafnomía Lítica. El análisis tafonómico y tecnológico de los conjuntos artefactuales líticos de superficie provenientes de los loci San Genaro 3 y 4 (Bahía San Sebastián - Tierra del Fuego, Argentina)*. Tesis de licenciatura no publicada. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Borrero, L. A.

1994-95. Arqueología de la Patagonia. *Palimpsesto. Revista de Arqueología* 4: 9-69.

1998. Brazo Sur, margen oeste. Informe de Tareas. MS.

1999a. The Prehistoric Exploration and Colonization of Fuego-Patagonia. *Journal of World Prehistory* 13 (3): 321-355.

1999b. Informe de Tareas Brazo Sur. MS.

2001. *El poblamiento de la Patagonia. Toldos, Milodones y volcanes*. Emecé. Buenos Aires.

2004. The archaeozoology of the Andean 'dead Ends' in Patagonia: Living near the Continental Ice Cap. En *Colonisation, Migration and Marginal Areas. A zooarchaeological approach*. Editado por : M. Mondini, S. Muñoz y S. Wickler, pp. 51-61. Oxbow Books, Londres.

Borrero, L. y F. Carballo Marina

1998. Proyecto Magallania: La cuenca Superior del Río Santa Cruz. En: *Arqueología de la Patagonia Meridional (Proyecto Magallania)*. Compilador: L.A. Borrero, pp. 11-27. Ediciones Búsqueda de Ayllu. Concepción del Uruguay.

Borrero, L.A. y N.V. Franco

2000. Cuenca superior del río Santa Cruz: perspectivas temporales. En: *Desde el país de los gigantes. Perspectivas Arqueológicas en Patagonia*, pp. 345-356. Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Río Gallegos.

Borrero, L.A., N.V. Franco, F. Carballo Marina y F. Martín

1998-99. Arqueología de Estancia Alice, Lago Argentino. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 18: 31-48.

Borrero, LA y S. Muñoz

1999_ Tafonomía en el Bosque patagónico. Implicaciones para el estudio de su explotación y uso por parte de las poblaciones humanas de cazadores – recolectores. En *Soplando el Viento. Actas de las III Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, pp. 43-56. Instituto Nacional de

Antropología y Pensamiento Latinoamericano y Universidad Nacional del Comahue.
Neuquén - Buenos Aires.

Buzai, G.D.

1998. Sistemas de Información Geográfica (SIG). En: Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial. Compiladores: S.D. Matteucci y G.D. Buzai, pp. 185-195. Colección CEA, Eudeba, Buenos Aires.

Clapperton, C.M.

1993. *The Quaternary Geology and Geomorphology of South America*. Elsevier, Amsterdam.

Cashdan, E.

1990. Introduction. En *Risk and Uncertainty in Tribal and Peasant Economies*. Ed. E. Cashdan, pp. 1-16. Westview Press. Boulder.

Carballo Marina, F. y B. Ercolano

2003. La ocupación humana en la margen sur del Lago Argentino, Santa Cruz, Argentina. *Intersecciones en Antropología* 4: 45-58.

Church, T., R.J. Brandon y G.R. Burgett

2000. GIS Applications in Archaeology: Method in search of Theory. En: *Practical Applications of GIS for Archaeologist. A Predictive Modeling Kit*. Editado por: Westcott, K..L. y R. J. Brandon, pp. 135-155. Taylor & Francis. Londres.

Cooper, J.A.G. y O.H. Pilkey

2004. Sea-level rise and shoreline retreat: time to abandon the Bruun Rule. *Global and Planetary Change* 43 :157–171.

Del Valle, R., P.Skvarca, M.V. Manzini y L. Lusky

1995. A preliminary study of sediment cores from Lago Argentino and fluctuations of Moreno glaciär, Patagonia. *Bulletin of Glacier Research* 13: 121-126

Depetris, P.J. y A.I. Pasquini

2000. The hydrological signal of the Perito Moreno Glacier damming of Lake Argentino (southern Andean Patagonia) : the connection to climate anomalies. *Global and Planetary Change* 26: 367–374.

Dibble, H., P.G. Chase, S.P. McPherron y A. Tuffreau

1997. Testing the reality of a “living floor” with archaeological data. *American Antiquity* 62 (4): 629-651.

Dincauze,

1987. Strategies for paleoenvironmental reconstruction in archaeology. En: Schiffer, M. (ed.). *Advances in Archaeological Method and Theory* 11:255-304.

Ebert, J.I

2000. The state of the art in “inductive” predictive modeling: Seven big mistakes (and lots of smaller ones). En: *Practical Applications of GIS for Archaeologist. A Predictive Modeling Kit*. Editado por: Westcott, K..L. y R. J. Brandon, pp. 129-134. Taylor & Francis. Londres.

Ebert, J.I. y T. Kohler

1988. The Theoretical Basis of Archaeological Predictive Modeling and Consideration of Appropriate Data collection Methods. En: *Quantifying the present and predicting the past: Theory, method and application of archaeological Predictive modeling*. Editado por : Judge, J. y S. Lynne, pp.97-171. U.S. Department of the Interior Bureau of Land Management, Denver.

Favier Dubois, C.

1997. Indicadores de tasas de depositación relativas en el registro arqueológico y tafonómico. Su aplicación en sitios de Fuego Patagonia. *Arqueología* Revista de la Sección Prehistoria, Instituto de Cs. Antropológicas, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, N° 7: 51-75.

1999. Pedogénesis y formación de registros en bahía San Sebastián (Tierra del Fuego) y Lago Roca (Santa Cruz). En *Soplando el Viento. Actas de las III Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, pp. 319-332. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano y Universidad Nacional del Comahue. Neuquén - Buenos Aires.

Felicísimo, A.M.

1992. *Modelos Digitales de Terreno. Introducción y aplicación en las ciencias ambientales*. Tesis Doctoral. <http://www.etsimo.uniovi.es/~feli>

Fernandez-Jalvo, Y. y P. Andrews

2003. Experimental effects of water abrasion on bone fragments. *Journal of Taphonomy* 3: 147-163.

Fiebel, C.S.

2001. Archeological sediments in lake margin environments. En: *Sediments in Archeological Context*. Editado por Stein, J.K. y W.R. Farrand, pp. 127-148. The University of Utha Press, Saltlake City.

Foley, R.

1981. A Model of Regional Archaeological Structure. *Proceedings of the Prehistoric Society* 47: 1-17.

Franco, N.V.

2002. *Estrategias de utilización de recursos líticos en la cuenca superior del río Santa Cruz*. Tesis doctoral no publicada. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

2004. La organización tecnológica y el uso de escalas espaciales amplias. El caso del sur y oeste del Lago Argentino. En: *Temas de Arqueología. Aproximación en estudios líticos*. Eds: Loponte, D. y A. Acosta, pp. 101-144. Editorial: Los Argonautas

Franco, N. y L.A. Borrero

1996. El Stress Temporal y los artefactos líticos. La cuenca superior del Río Santa Cruz. En: *Arqueología*. En *Solo Patagonia*, pp:341-348.CENPAT. Puerto Madryn.

Franco, N.V., L.A Borrero y M.V. Mancini

2004. Environmental changes and hunter-gatherers in southern Patagonia: Lago Argentino y Cabo Virgenes (Argentina). *Before Farming: the Archaeology and Anthropology of Hunter-Gatherers*, International, Quarterly Archaeology and Anthropology Journal, n° 3, article 3.

Franco, N.V., L.A. Borrero, J.B. Belardi, F. Carballo Marina, F. Martín, P. Campán, C. Favier Dubois, N. Stadler, M.I. Hernandez Llosas, H. Cepeda, S. Muñoz, F. Borella, e I. Cruz

1999. Arqueología del Cordón Baguales y Sistema Lacustre al Sur del Lago Argentino. *Praehistoria 3*: 65-86.

Franco, N.V. y N. Stadler

2000. Sierra Baguales: una perspectiva tecnológica. En: *Desde el país de los gigantes. Perspectivas Arqueológicas en Patagonia*, pp. 31-42. Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Río Gallegos.

Furque, G.

1973. Descripción geológica de la hoja 58b, Lago Argentino. Provincia de Santa Cruz. *Boletín Servicio Nacional Minero geológico* 140. Subsecretaria de Minería, Ministerio de Economía, Buenos Aires

Garcia M.F., F. Carballo Marina, P. Campán e I. Cruz

1999. Procesos de Formación Natural del Registro Arqueológico: Lineamientos para su Discusión en el Lago Rico (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Praehistoria 3*: 87-104.

Gifford, D.P.

1978. Ethnoarchaeological observations of natural Processes affecting cultural remains. En: *Explorations in Ethnoarchaeology*. Editado por: Richard A. Gould: 77-101. School of American Research book, University of new Mexico Press, Albuquerque.

Gillings, M.

1995. Flood dynamics and settlement in the Tisza Valley of the north- east Hungary: GIS and upper Tisza project. En: *Archaeology and Geographical Information Systems: A European Perspective*. Editado por: Lock, G. y Z. Stancic, pp. 171-185 . Taylor & Francis. Londres

Gillings, M. y G.T. Goodrick

1996. Sensuous and Reflexive GIS: exploring visualisation and VRML. *Internet Archaeology* 1. Disponible en http://intarch.ac.uk/journal/issue1/gillings_toc.html

Glasser, N.F., S. Harrison, V. Winchester y M. Aniya

2004. Late Pleistocene and Holocene palaeoclimate and glacier fluctuations in Patagonia. *Global and Planetary Change* 43: 79–101.

Goñi, R

1988. Arqueología de Momentos tardíos en el Parque Nacional Perito Moreno (Santa Cruz-Argentina). *Precirculados de las ponencias científicas presentadas a los simposios. IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp.140-151, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Goñi, R. y G. Barrientos

2004. Poblamiento tardío y movilidad en la cuenca del lago Salitroso. En *Contra Viento y Marea. Arqueología de Patagonia*. Compiladores: Civalero, M.T., P.M. Fernandez y A.G. Guráieb, pp.313-324. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Goñi, R., J.B. Belardi, S. Espinosa y F. Savanti

2004. Más vale tarde que nunca: cronología de las ocupaciones cazadoras- recolectoras en la cuenca del lago Cardiel (Santa Cruz, Argentina). En *Contra Viento y Marea. Arqueología de Patagonia*. Compiladores: Civalero, M.T., P.M. Fernandez y A.G. Guráieb, pp.237-248. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Grayson, D.K. y P. D. Sheets

1979. Volcanic Disasters and the archaeological Record. En: *Volcanic Activity and Human Ecology*. Editores: Sheets, P.D.y D.K. Grayson. Pp:623-632. Academic Press. Nueva York

Hageman, J.B. y D.A. Bennett

2000. Construction of digital elevation models for archaeological applications. En: *Practical Applications of GIS for Archaeologist. A Predictive Modeling Kit*. Editado por: Westcott, K..L. y R. J. Brandon, pp. 113-128. Taylor & Francis. Londres.

Heim, A.

1951. *Informe sobre un estudio Glaciológico en el Parque Nacional Los Glaciares*. Administración General de Parques Nacionales.

Jaeger, J.A.G.

2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology* 15: 115–130.

Kelly, R.L.

1992. Mobility/ Sedentism: Concepts, archaeological measures and effects. *Annual Review of Anthropology* 21 : 43-66.

1995. *The Foraging Spectrum. Diversity in Hunter – Gatherer Lifeways*. Smithsonian Institution Press, Washington and London.

Kneip, A.

2004. *O povo da lagoa: Uso do SIG para modelamiento e simulação na área arqueológica do Camacho*. Tesis Doctoral no publicada. Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias Humanas. Universidad de Sao Paulo. Disponible en <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8153>

Kvamme, K.L.

1990. GIS algorithms and their effects on regional archaeological analysis. En *Interpreting space: GIS and archaeology*. Editado por: Allen, K.M.S., S.W. Green y E.B.W. Zubrow, pp. 112-126. Taylor & Francis, Londres.

1995. A view from across the water: the north american experience in archaeological GIS. En: *Archaeology and Geographical Information Systems: A European Perspective*. Editado por: Lock, G. y Z. Stancic, pp. 1-14 . Taylor & Francis. Londres

1999. Recent directions and developments in geographical information systems. *Journal of Archaeological Research* 7 (2): 153-201.

L' Heureux, G.L.

2003. Estudio comparativo de muestras arqueofaunísticas de guanaco (*Lama guanicoe*) de la cuenca superior del río Santa Cruz. *Intersecciones en Antropología* 4: 75-85

Lanata, J.L.

1997. Los Componentes del Paisaje Arqueológico. *Revista de Arqueología Americana* 13:151-165.

Lapido, O. R. y F. X. Pereyra

2002. Riesgo Geológicos. En: *Geología y recursos Naturales de santa Cruz. Relatorio del XV Congreso Geológico Argentino, El Calafate*. Editor: M.J. Haller. VI-1:831-845. Buenos Aires.

Leusen, P.M.V.

2002. Pattern to Process. Methodological investigations into the formation and interpretation of spatial patterns in archaeological landscapes. Tesis Doctoral publicada en Internet. Rijksuniversiteit Groningen. <http://irs.ub.rug.nl/ppn/239009177>

Lima, S.L. y P.A. Zollner

1996. Towards a behavioral ecology of ecological landscapes. *Trends in Evolution and Ecology* 11 (3): 131-135.

Mancini, M V.

1998. Análisis polínicos de las secuencias arqueológicas en el área del Lago Argentino. En: *Arqueología de la Patagonia Meridional (Proyecto Magallania)*. Compilador: L.A. Borrero, pp. 111-132. Ediciones Búsqueda de Ayllu. Concepción del Uruguay.

2001 Análisis polínico de un sitio de altura del Holoceno Tardío: Cerro Verlika 1, sudoeste de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 38 (4): 455-462.

Manzi, L.M.

1999. Diseño exploratorio acerca del uso del espacio por grupos cazadores- recolectores pedestres de la Isla Grande de Tierra del Fuego. En *Soplando el Viento. Actas de las III Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, pp. 419-438. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano y Universidad Nacional del Comahue. Neuquén - Buenos Aires.

Markgraf , V.

1988. Fell's Cave: 11.000 years of change in paleoenvironments, fauna and human occupation. En *Travels and Archaeology in South Chile*, Editado por Hyslop J., pp. 196-201, University of Iowa Press, Iowa City

Marozas, B.A. y J.A. Zack

1990. GIS and archaeological site location. En *Interpreting space: GIS and archaeology*. Editado por : Allen, K.M.S., S.W. Green y E.B.W. Zubrow, pp. 165 -174. Taylor & Francis, Londres.

Menotti, F.

2002. Climatic change, flooding and occupational hiatus in the lake-dwelling central European Bronze Ages. En: *Natural disasters and cultural change*. Ed: Torrence, R. y Grattan, J., pp.235-249 (London)

2003. Cultural response to environmental change in the alpine lacustrine regions: the displacement model. *Oxford journal of archaeology* 22 (4):375-396.

Mercer, J.H.

1968. Variations of some Patagonian Glaciers since the Late- Glacial I. *American Journal of Science* 266:91- 109

1970. Variations of some Patagonian Glaciers since the Late Glacial II. *American Journal of Science Vol.269:1-25*.

Mercer, J.H. y T.A. Ager

1983. Glacial and floral changes in southern Argentina since 14,000 years ago. *National Geographic Society Research Reports* 15: 457-477.

Morang, A. y L.E. Parson

2002. Coastal Morphodynamics. En *Coastal Engineering Manual* (EM 1110-2-1100), Part IV-3. U.S. Army Corps of Engineers Internet Publishing Group. Disponible en <http://www.usace.army.mil/inet/usace-docs/eng-manuals/em.htm>

Moseley, M.E.

2000. Confronting Natural Disaster. En: *Environmental Disaster and the archaeology of Human Response*. Editado por: Bawden, G. y R.M. Reycraft. Pp. 219- 224. Anthropological Papers No. 7. Maxwell Museum of Anthropology. New Mexico.

Naruse, R., P. Skvarca, T. Kadota y K. Koizumi

1992. Flor of Upsala and Moreno glacier, southern Patagonia. *Bulletin of Glacier Research* 10: 55-62.

Pafundi, L.G. y K. Borrazzo

2005. Estudio de la dinámica postdeposicional de márgenes lacustres. Tafonomía lítica aplicada al caso de los endicamientos del Sistema Lacustre al sur del Lago Argentino (Provincia de Santa Cruz-Argentina). MS.

Petraglia, M. y R. Potts

1994. Water flow and the formation of early pleistocene artifacts sites in Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Anthropological Archaeology* 13: 228-254.

Porter, S.

2000. Onset of Neoglaciation in the Southern Hemisphere. *Journal of Quaternary Science* 15 (4): 395-408.

Potts, R.

1997. *Humanity's Descent. The Consequences of Ecological Instability*. Avon Books. New York.

1998. Variability Selection in Hominid Evolution. *Evolutionary Anthropology* 7:81-96.

2001. Behavioral Response to Variable Pleistocene landscapes. En *In the Mind's Eye. Multidisciplinary Approaches to the Evolution of Human Cognition*. International Monographs in Prehistory. Archaeological Series 13:137-153. Ann Arbor, Michigan.

Rabassa, J. y A. Coronato

2002. Glaciaciones del Cenozoico Tardío. En: *Geología y recursos Naturales de santa Cruz. Relatorio del XV Congreso Geológico Argentino, El Calafate*. Editor: M.J. Haller. I-19:303-315. Buenos Aires.

Raffo, J.M., B.S. Colqui y M.E. Madejski

1953. Glaciar Moreno. *Serie Hidrometeorológica* 9: 293-341. Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional, Buenos Aires.

Reycraft, R.M. y G. Bawden

2000. Introduction to Environmental Disaster and the archaeology of Human Response. En: *Environmental Disaster and the archaeology of Human Response*. Editado por: Bawden, G. y R.M. Reycraft. Pp. 1-10. Anthropological Papers No. 7. Maxwell Museum of Anthropology. New Mexico.

Rosignol, J.

1992. Concepts, Methods, and Theory Building. A Landscape Approach. En *Space, Time and Archaeological Landscapes*. Editado por : Rosignol, J. y L. Wandsnider, pp.3-16. Plenum Press. New York and London.

Savage, S.H.

1990a. Modelling the late Archaic social Landscape. En *Interpreting space: GIS and archaeology*. Editado por : Allen, K.M.S., S.W. Green y E.B.W. Zubrow, pp. 330 -355. Taylor & Francis, Londres.

1990b. GIS in archaeological research. En *Interpreting space: GIS and archaeology*. Editado por: Allen, K.M.S., S.W. Green y E.B.W. Zubrow, pp. 22-32. Taylor & Francis, Londres.

Scheinsohn, V. y S.D. Matteucci

2004. Spaces and species: archaeology, landscape ecology and spatial models in northern Patagonia. *Before Farming: the Archaeology and Anthropology of Hunter-Gatherers*, International, Quarterly Archaeology and Anthropology Journal, nº 1, article 2.

Skvarca, P.

1992. Algunos aspectos glaciológicos del Campo de Hielo Patagónico Sur. *Ciencia e Investigación* 95 (5):134-140.

2002. Importancia de los Glaciares del Hielo Patagónico Sur para el desarrollo regional. En: *Geología y recursos Naturales de santa Cruz. Relatorio del XV Congreso Geológico Argentino, El Calafate*. Editor: M.J. Haller. V-1:785-798. Buenos Aires.

Stine, S.

1994. Extreme and persistent drought in California and Patagonia during mediaeval time. *Nature* 345:705-708.

Strelin, J.A. y E.C. Malagnino

2000. Late-Glacial History of Lago Argentino, Argentina, and Age of the Puerto Bandera Moraines. *Quaternary Research* 54: 339–347.

Stuefer, M.

1999. Investigations on Mass Balance and Dynamics of Moreno Glacier based on Field Measurements and Satellite Imagery. PhD dissertation, Leopold-Franzens-Universität, Innsbruck.

Tischendorf, L y L. Fahrig

2000. How should we measure landscape connectivity? *Landscape Ecology* 15: 633–641.

Torrence, R.

2002. What makes a disaster? A long-term view of volcanic eruptions and human responses in Papua New Guinea. En: *Natural disasters and cultural change*. Editores: Torrence, R. y J. Grattan,. Pp:293-312. Londres.

Torrence, R. y J. Grattan

2002. The archaeology of disasters: past and future. En: *Natural disasters and cultural change*. Editores: Torrence, R. y J. Grattan,. Pp:1-18. Londres.

Van Buren, M.

2001. The archaeology of El Niño event and other “natural“ disasters. *Journal of archaeological Method and Theory* 8 (2): 129-149.

Villalba, R., A. Lara, J.A. Boninsegna, M. Masiokas, S. Delgado, J.C. Aravena, F.A. Roig, A. Schmelter, A. Wolodarsky y A. Ripalta.

2003. Large-scale temperature changes across the southern andes: 20th-century variations in the context of the past 400 years. *Climatic change* 59: 177–232.

Warren, C.R.

1994. Freshwaters calving and anomalous glacier oscillations: recent behavior of Moreno and Ameghino Glaciers, Patagonia. *The Holocene* 4 :422-429.

Warren, C.R y M. Aniya

1999. The calving glaciers of southern South America. *Global and Planetary Change* 22: 59–77.

Waters, M.R.

1998. The Effect of Landscape and Hydrologic Variables on the Prehistoric Salado: Geoarchaeological Investigations in the Tonto Basin, Arizona. *Geoarchaeology: An International Journal* 13 (2): 105–160.

Welch, P.S.

1952. *Limnología*. Mc Graw-Hill Book Company, Inc.

Wenzens, G.

1999. Fluctuations of Outlet and Valley Glaciers in the Southern Andes (Argentina) during the past 13,000 years. *Quaternary Research* 51: 238-247.

Whitley, T.G. y L. M. Hicks

2002. Using A Geographic Information Systems (GIS) Approach to Extract Potential Prehistoric and Historic Period Travel Corridors Across a Portion of North Georgia. Trabajo presentado en *2001 Southeastern Archaeological Conference, Chattanooga, Tennessee*. Disponible en <http://www.brockington.org>

Will, R.T. y J.A. Clark

1996. Stone artifact movement on impoundment shorelines: a case study from Maine. *American Antiquity* 61 (3): 499-519.

Winterhalder, B. y E.A. Smith

1992. Evolutionary Ecology and the Social Sciences. En *Evolutionary Ecology and Human Behavior*. Editado por Smith, E.A. y B. Winterhalder, pp. 3-24. Aldine de Gruyter, New York.

Cuadro 3.1 Criterios para la clasificación de la capa temática de Costas de Circulación

Costo	Altitud	Pendiente	Vegetación
Mayor Costo	>= 1000 msnm.	>= 40°	Presencia de bosque
Menor Costo	< 1000 msnm.	< 40°	Ausencia de Bosque

Cuadro 4.1 Fechas de endamicamientos y rupturas del s. XX y sus niveles máximos alcanzados

Endamicamiento	Ruptura	Nivel max. (m)	Endamicamiento	Ruptura	Nivel max. (m)
1917	1917	--	1964- Invierno	1966- Verano	28.4 / 27
1934	1935	--	--	1970	--
1939- Invierno	1940- Verano	10.5	--	1972	--
1941- Invierno	1942- Verano	14.9	--	1975	--
1946- Verano	1947	2.6	--	1977	--
1951- Invierno	1952- Verano	12.3 / 11.3	--	1980	--
1952- Primavera	1953- Verano	14.4 / 12.8	--	1984	--
1954- Invierno	1954- Primavera	--	--	1988	--
1954- Primavera	1956- Primavera	26.7 / 25.6	--	1990	--
1959- Invierno	Feb/Marzo 1960	13.1 / 11.6	2003- Primavera	2005- Verano	14
1962- Primavera	1963- Verano	15.7	2005- Invierno	→	

(Nota: En los casos en los que se consigna más de un nivel máximo, se debe a inconsistencia en la bibliografía. Fuente: Raffo et al. 1993; Anaya y Sivara 1992; Stuetgen 1999)

Cuadro 4.2 Síntesis de la información acerca de los endamicamientos para la construcción de la simulación

Cronología "Tipo Mercer"	Cronología "Tipo Anzota" (*)	Fecha mínima de Endamicamientos (± años AP) (**)	Cota máxima sobre nivel
--	--	9.510 ± 210	Hasta 35 m
--	--	4.950 ± 100 (***)	
--	--	4.640 ± 40 (***)	
Primer Avance	Primer Avance	3.860 ± 115	
Segundo Avance	Segundo Avance	3.830 ± 115	Hasta 28 m
		2.310 ± 40	
Tercer Avance	Cuarto Avance	2.170 ± 105	
		1.980 ± 100	

(*) El tercer avance Neoglaciario de la cronología Tipo Anzota no se encuentra representado por el Glaciar Perito Moreno.
 (***) Los códigos de los fechados fueron incluidos en el texto.
 (****) Según Potter (2000) estas fechas indican el Primer Avance Neoglaciario y los endamicamientos más tempranos.

Cuadro 7.1 Fechados de Chorrillo Malo y Endamicamientos

Chorrillo malo 2 (± años AP)	Fecha mínimas de endamicamientos (± años A.P.)
9.740 ± 50	9.510 ± 210
9.690 ± 80	
6.170 ± 50	
	4.950 ± 100
4.520 ± 70	4.640 ± 40
3.790 ± 80	3860 ± 115
	3.830 ± 115
	2.310 ± 40
1.950 ± 60	2.170 ± 105
	1.980 ± 100

Cuadro 6.1 Fechados conocidos para la región del SLS

Sector	Sitio	Fechado (± años A.P.)	Código
Estepa	Alice 1	1.480 ± 70	Beta-11112232
		1.370 ± 70	Beta-11112231
	Alice 2	740 ± 60	GX-27174
Ecotono	Chorrillo Malo 2	9.740 ± 50	GX-25279, AMS
		9.690 ± 80	CAMS 71152, AMS
		6.170 ± 50	CAMS 71153, AMS
		4.520 ± 70	Beta 82292
		3.790 ± 80	Beta 148743, AMS
		1.950 ± 60	LP-502
Bosque	Alero del Bosque	3.110 ± 50	Beta-91301, AMS
	Sitio Marchant	2310 ± 40 (*)	GX-25992-AMS
	Lago Roca 3	170 ± 30 (**)	Beta-91302, AMS

Fuente: Borrero et al. 1998-1999, Borrero 1999b, Franco et al. 1999, Franco 2002, Franco et al. 2004
 (*) Representa un fechado máximo de deposición de los materiales.
 (**) El sitio también es conocido como Alero Carlos Balestra. La presencia de un trozo de alambre y un clavo a una profundidad considerada indica que se trataría de un material muy removido (Favier Dubois 1997). No obstante, las características tecnológicas del conjunto son acordes a los recuperados en distintos sitios de la región para un periodo entre ca. 3.800 y 3.100 AP (Franco, 2002).

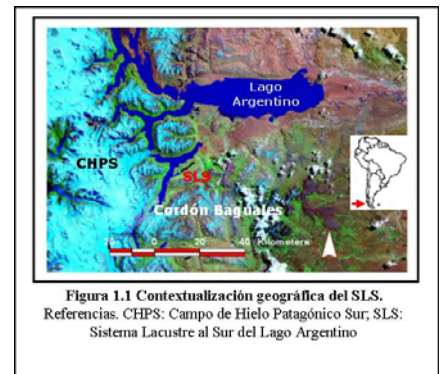


Figura 1.1 Contextualización geográfica del SLS. Referencias: CHPS: Campo de Hielo Patagónico Sur; SLS: Sistema Lacustre al Sur del Lago Argentino

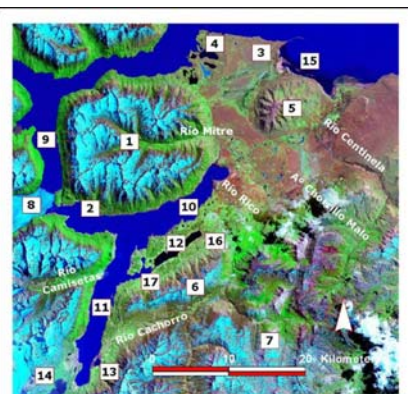


Figura 1.2 Sistema Lacustre al Sur de Lago Argentino. Referencias: 1. Península de Magallanes; 2. Bahía Catalán; 3. Punta Ciervo; 4. Punta Banderas; 5. Cerro Frías; 6. Cordón de los Cristales; 7. Cordón Baguales; 8. Glaciar Perito Moreno; 9. Canal de los Tempanos; 10. Brazo Rico; 11. Brazo Sur; 12. Lago Roca; 13. Laguna 3 de Abril; 14. Lago Frías; 15. Lago Argentino; 16. Campo de Bloques Erráticos; 17. La Angostura

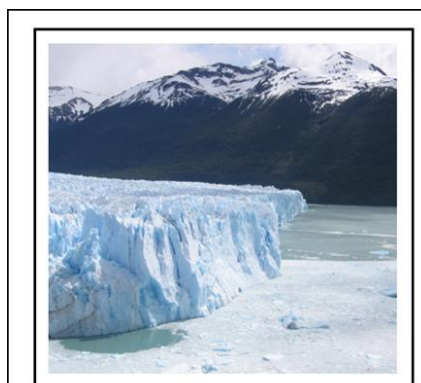


Figura 1.3 Frente norte del glaciar Perito Moreno



Figura 1.4 Vista aérea del endamicamiento de 2004



Figura 1.5 Endicamiento 2005

Puede apreciarse el frente sur del glaciar montado sobre la península y la diferencia de niveles, que al momento de la foto- noviembre 2005- era de 2,5 m. De fondo se observa el Cerro Moreno-1.800 msnm

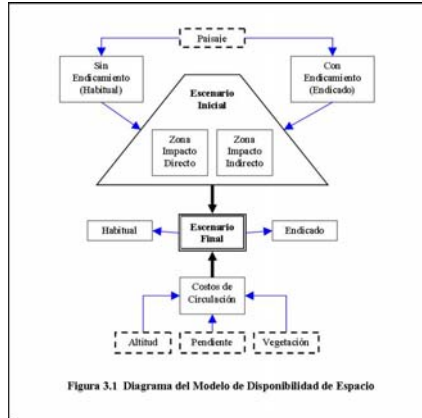


Figura 3.1 Diagrama del Modelo de Disponibilidad de Espacio

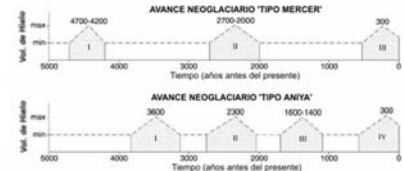


Figura 4.1 Correlación entre las cronologías de avances glaciares (modificado de Glasser et al. 2004)

Figura 5.1. Simulación de niveles de Endicamiento

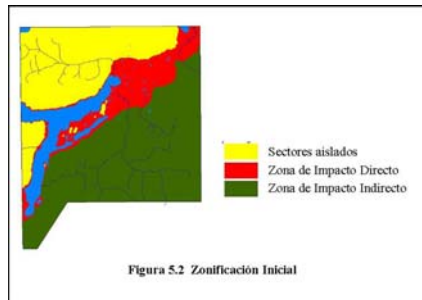
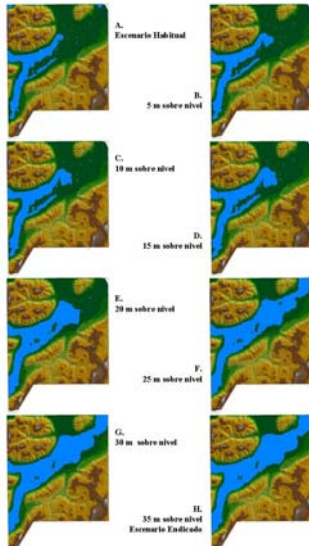


Figura 5.2 Zonificación Inicial

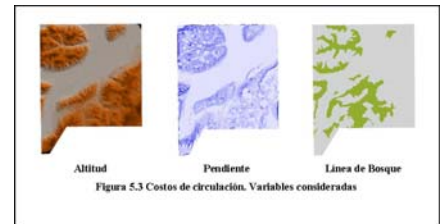


Figura 5.3 Costos de circulación. Variables consideradas



Figura 5.4 Imagen del bosque de lenga desde un claro en el área del Lago Roca

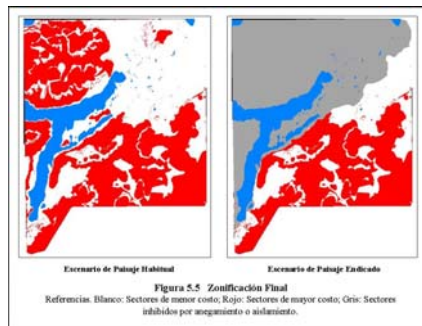


Figura 5.5 Zonificación Final
Referencias: Blanco: Sectores de menor costo; Rojo: Sectores de mayor costo; Gris: Sectores inhibidos por argamuzo o silenciamiento.

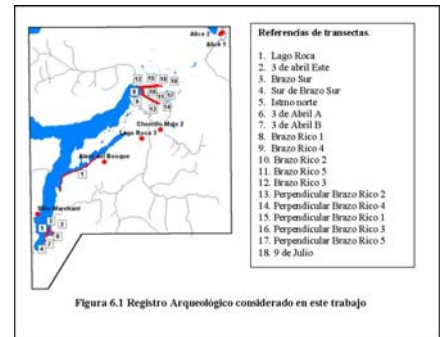


Figura 6.1 Registro Arqueológico considerado en este trabajo

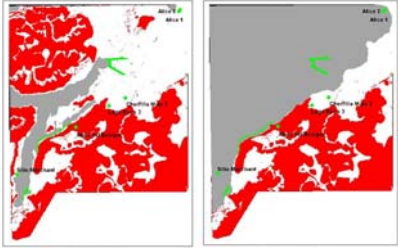


Figura 7.1 (A y B). Disposición del registro arqueológico sobre la Zonificación Final.
 Referencias: Blanco: Sectores de menor costo; Rojo: Sectores de mayor costo; Gris: Sectores inhabilitados por anegamiento o aislamiento; Puntos verdes: sitios con fechados; Líneas verdes: Transectas de superficie

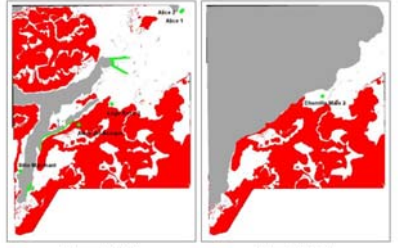


Figura 7.2 (A y B). Disposición del registro arqueológico de acuerdo a su temporalidad sobre la Zonificación Final.
 Referencias: Blanco: Sectores de menor costo; Rojo: Sectores de mayor costo; Gris: Sectores inhabilitados por anegamiento o aislamiento; Puntos verdes: sitios con fechados; Líneas verdes: Transectas de superficie

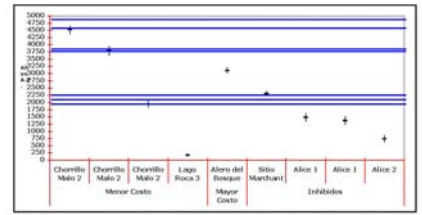


Gráfico 7.1. Endicamientos conocidos y fechados de sitios ordenados por categorización según la Zonificación Final del esquemate entendido.
 Referencias: Líneas azules: eventos de empizamiento conocidos según tabla 4.2-