

Paleomagnetismo en arqueología: primeros resultados en el Alero Campo Cerda, provincia del Chubut, República Argentina

Autor:
Nami, Hugo G.

Revista -
Arqueología

1992, 2, 69-88



Artículo

PALEOMAGNETISMO EN ARQUEOLOGIA: PRIMEROS RESULTADOS EN EL ALERO CAMPO CERDA, PROVINCIA DEL CHUBUT, REPUBLICA ARGENTINA

Hugo G. NAMI*
Ana M. SINTO**

1. INTRODUCCION

A partir de las nuevas corrientes de investigación arqueológica desarrolladas mundialmente desde fines de la década del sesenta, se ha visto reforzada la necesidad de los trabajos interdisciplinarios en la investigación arqueológica (v. gr. Bonnichsen y Sorg 1986).

Sobre la base de una estrecha colaboración con las Ciencias de la Tierra que existe casi desde los inicios de la arqueología, se ha desarrollado la denominada geoarqueología o geología arqueológica (v. gr. Hassan 1979, Gladfelter 1977). Así algunos años atrás, la geoarqueología fue definida como "la contribución de las ciencias de la tierra, particularmente la geomorfología y la petrografía sedimentaria, en la interpretación del contexto arqueológico" (Gladfelter 1977: 519). El paleomagnetismo forma parte de esta corriente de investigación (ver Rapp y Gifford 1985).

Con el objeto de ubicar al lector en este tema, antes de desarrollar este artículo sería importante referirnos brevemente a algunos conceptos concernientes al paleomagnetismo en general y al arqueomagnetismo en particular.

Esta disciplina "es una rama de las Ciencias de la Tierra que sobre la base del estudio del magnetismo natural de las rocas de la corteza terrestre define las características del campo magnético terrestre en el pasado geológico e histórico" (Valencio 1980: 171). Además forma parte de aquella rama de la investigación científica llamada Geofísica que, "por definición (...) es la aplicación de principios y prácticas de la Física para la resolución de problemas relacionados con la Tierra" (Howell 1962: 13). Entre otras, algunas de las ciencias geofísicas son: la Meteorología, Hidrología, Oceanografía, Sismología, Vulcanología, Tectofísica y Geomagnetismo. Aitken (1970:77) distingue entre arqueomagnetismo cuando concierne a

* Programa de Estudios Prehistóricos (CONICET).

** Laboratorio de Paleomagnetismo "Daniel A. Valencio" (CONICET-UBA).

materiales arqueológicos y paleomagnetismo como un campo mucho más amplio que incluye materiales geológicos y un espacio mucho más largo de tiempo. Aunque como bien afirma Cook (1980) la diferencia es más de objetivo que de método. También es importante puntualizar que durante muchos años, el arqueomagnetismo estaba relacionado con las orientaciones normativas en la arqueología, razón por la cual uno de sus únicos objetivos era la de datación (v. gr. Cook y Belché 1958, Eighmy *et al.* 1980, Eighmy y McGuire 1989 entre otros). Aunque esta meta actualmente se mantiene, esta disciplina puede contribuir de acuerdo a los nuevos interrogantes que le propone la arqueología procesual (ver Wolfman 1984).

Las pesquisas del campo magnético terrestre están relacionados con la explicación de los procesos involucrados en el manto y en el interior de la Tierra (Bucha y Krs 1967: 364).

Los estudios de los geofísicos -cuyo campo de interés es el magnetismo de la corteza terrestre- cubren fenómenos producidos en una escala temporal amplia. Esto los diferencia de los meteorólogos, cuya escala es corta. En efecto, los cambios del campo magnético terrestre invierten décadas en desarrollarse y perduran durante muchísimo tiempo (Boxham y Gubbins 1990: 18).

Según Valencio (1980: 13) el campo magnético terrestre (c.m.t.) tiene distintos componentes. Uno de ellos es el dipolar y los otros son los no dipolares. Entre estos últimos, y de acuerdo a su duración están las variaciones diarias, las variaciones seculares y los disturbios magnéticos. Las variaciones seculares son las alteraciones del campo magnético terrestre que lo afectan localmente y se manifiestan lenta y progresivamente a través de los años, presentándose en todos los componentes del campo.

La posibilidad de usar las variaciones seculares del campo magnético terrestre (c.m.t.) como una técnica de datación para perfiles arqueológicos y paleontológicos es un aspecto poco desarrollado en las investigaciones del cono sur.

El c. m. t. puede suponerse como el campo de un gran dipolo magnético localizado en el núcleo de la Tierra. Una vez magnetizadas las rocas y los sedimentos de la corteza terrestre, la declinación e inclinación del c.m.t. -tal como lo explica Runcorn (1988)- quedan "congelados" en forma de magnetismo fósil, el mismo ayuda a conocer el campo magnético de la época de la formación de la roca o de la depositación de sedimento. La inclinación y la declinación indican en cada lugar de la superficie terrestre su campo magnético. La declinación indica la dirección, que es la desviación del c. N-S o sea que es el ángulo que forma el norte geográfico con el norte magnético (Boxham y Gubbins 1990: 20). La inclinación es la desviación del campo del plano horizontal, es decir el plano tangente en un punto de la superficie terrestre (Cook 1980: 73).

La variación de la dirección de la inmantación de los sedimentos ha sido

comprobada por Graham (1954 *apud* Howell 1962: 367). La explicación se realiza asumiendo que los sedimentos imantados tienden a alinearse por sí mismos paralelamente a la dirección variable del campo magnético a medida que se depositan.

De lo anterior se desprende que en una escala temporal de grano muy fino, el paleomagnetismo permite entre otras cosas, la posibilidad de observar las variaciones paleoseculares que existieron en el campo magnético de la corteza terrestre. Asumiendo que el valor medio de la magnetización remanente de una unidad de tiempo (flujo de lava, estrato sedimentario, varvita) representa la dirección del campo magnético terrestre en un momento dado. Así la dispersión angular registrada en las direcciones de remanencia de las unidades de tipo continua conocida incluirá la variación secular del campo magnético terrestre durante el lapso en el cual se originó la secuencia (Valencio *op. cit.* 303). Entonces, la variación secular puede conocerse mediante el estudio estadístico de las direcciones de la remanencia primaria en un muestreo de una secuencia cronológica conocida.

De esta manera, esta disciplina aplicada a cuestiones de relevancia arqueológica entre otras cosas puede resolver distintos problemas de datación absoluta y relativa (Tarling 1985, Wolfman 1984). Esto se logra aplicándolo sobre artefactos hechos por el hombre, tales como las piezas de cerámica (*v. gr.* Aitken 1970, Games & Baker 1981), o sobre muestras obtenidas de las paredes de los hornos en los cuales se procesó el material cerámico (*v. gr.* Sasajima y Maneaka 1966, Jacobsen y Abrahamsen 1985, Barbetti y Hein 1989). También se aplica el paleomagnetismo sobre muestras sedimentarias obtenidas de perfiles estratigráficos de excavaciones arqueológicas (*v. gr.* Creer y Kopper 1974, Papamarinopoulos y Creer 1983).

Por otra parte puede contribuir a conocer con precisión el origen de ciertas rocas utilizadas en la manufactura de instrumentos de piedra. De esta manera, el arqueomagnetismo puede ayudar a resolver problemas de circulación, distribución o intercambio de materias primas por parte de las sociedades prehistóricas (ver Tarling 1985). Con distintas utilidades, es posible utilizar este método para enfrentar investigaciones con artefactos metálicos, tales como monedas (Tarling 1983).

Teniendo en cuenta lo anterior, se desprende que el aporte de esta disciplina a la arqueología contemporánea es muy vasto y variado, inclusive desde el punto de vista de su aplicación al estudio de sedimentos y desde una perspectiva eminentemente procesual puede ayudar a discutir problemas de formación de sitios arqueológicos.

Desde el descubrimiento del método del C14, tradicionalmente en Argentina, la cronología de los sitios arqueológicos ha sido realizada utilizando este método. Sin embargo, la utilidad del paleomagnetismo como método para datación ha sido conocida durante muchos años (ver Aikens 1970, Aitken 1974, Cook 1980, Valencio 1980, Wolfman 1984, entre otros).

Sobre la base de lo antedicho, se han muestreado para su análisis paleomagnético, diferentes perfiles estratigráficos provenientes de excavaciones llevadas a cabo en distintos proyectos arqueológicos de la Patagonia argentino-chilena.

Debido a ello, utilizando las variaciones paleoseculares del c.m.t. se consideró viable su aplicación para datar el perfil estratigráfico expuesto en un sondeo realizado en el Alero Campo Cerda (Valle de Piedra Parada, río Chubut Medio, Patagonia argentina). Las excavaciones recién están en sus comienzos, por ello hasta el momento no se cuentan con dataciones radiocarbónicas.

En este artículo, daremos a conocer los primeros resultados cronológicos obtenidos para este perfil estratigráfico. Estos estudios auguran importantes aplicaciones del paleomagnetismo al campo de la investigación arqueológica en el cono sur. En este caso, este método está siendo aplicado a la cronología de perfiles estratigráficos en cuevas, un campo poco explorado en el paleomagnetismo aplicado a la arqueología.

2. EL CASO DE ESTUDIO

El sitio Campo Cerda es un alero de grandes dimensiones que tiene una superficie total de 687 m² y cuya área potencialmente excavable es de 187,75 m² (Bellelli 1990).

Emplazado en el farallón N del valle del río Chubut, a 300 m. de su orilla, este abrigo rocoso es uno de los tantos relevados en el área de investigación Piedra Parada, ubicada en el Noroeste de la provincia de Chubut, curso medio del río homónimo, entre los paralelos 42° 30' y 43° y los meridianos de 70°30' y 69°30'. Más específicamente, Campo Cerda está situado a 70° 17' Longitud Oeste y 42° 37' Latitud Sur.

Desde el punto de vista arqueológico en esta área se realizaron un número interesante de distintas investigaciones (v. gr. Aschero *et al.* 1983, Bellelli 1987a, 1988, Bellelli *et al.* 1987, Perez de Micou 1979-82, 1988, Perez de Micou *et al.* 1992, etc.).

La orientación del mismo es S-So y la altitud es de 380 m.s. n. m. Está conformado en basaltos columnares que constituyen la barda de la meseta basáltica que da hacia el río y se encuentra en un microambiente diferenciado en el valle del mismo (Bellelli 1987b).

En sus inmediaciones posee distintos tipos de recursos útiles para la vida de sus habitantes: leña, agua, rocas, vegetales (Bellelli 1987b).

La descripción geológica del área fue realizada por Lage (1982). Según este investigador sabemos que la mayor parte de las formaciones del área son de origen

volcánico y de edad Terciaria. Las principales son la Formación Huitrera y El Mirador, ambas afloran en el 63% del territorio aproximadamente.

Campo Cerda fue sometido a un sondeo de 1 m² en 1987 por Bellelli, Perez de Micou y Onetto. Posteriormente en el verano de 1990 se comenzó la excavación sistemática de 17,5 m². Si bien la misma está en sus comienzos, a los efectos de este trabajo, según Bellelli (1990) es posible adelantar que se encontraron diversos restos dejados por distintos sistemas socio-culturales cazadores-recolectores que habitaron la región en el pasado.

Tanto en el sondeo como en las excavaciones se pudieron identificar acumulaciones de vegetales, artefactos y ecofactos líticos y faunísticos. Brevemente mencionaremos que en el nivel que identificamos como "d" en la fig. 1 se encontraron puntas de proyectil pedunculadas pequeñas, cerámica, estructuras de combustión, lascas, microlascas y otros hallazgos. En "e" son significativas las capas de vegetales que contienen distintas especies existentes en el área. Entre ellas *Chuquiraga avellanadae* (trayao), *Molimun spinosum* (neneo), *Atriplex sp.* (sampa o zampa) y otras (Perez de Micou com. pers. 1990). En el nivel que continuó en el sondeo ("f" en la fig. 1) hay muchos restos vegetales que no conforman "capas". Allí se encontraron artefactos laminares semejantes a los que se recuperaron en Campo Moncada 2 (Bellelli 1987a, 1988).

Sobre la base de la información arqueológica existente para la secuencia regional del área (entre otros aspectos tipología lítica y cerámica, uso del espacio) Bellelli (1987a, 1990) piensa que estos vestigios corresponden a los que han sido denominados "Patagónico cerámico" e "Industrias de lascas laminares y hojas" (Aschero *et al.* 1983). En esta secuencia regional han sido datadas en otros sitios del área. De esta manera a 8 km en línea recta de Campo Cerda, en Campo Moncada 2, tanto las puntas pedunculadas como la cerámica han sido fechadas radiocarbónicamente en 780 ± 80 (AC-667) y 860 ± 60 (AC-668) años y las "Industrias laminares y de hojas" en 3350 ± 90 (AC-670), 4770 ± 90 (AC-671), 4885 ± 135 (AC-1110) y 5080 ± 100 (AC-666) años antes del presente respectivamente (Aschero 1987).

Esta cronología, relativa para las ocupaciones de Campo Cerda es importante para el estudio arqueomagnético. Esto se debe a que permite extrapolar la porción de la curva arqueomagnética obtenida en el perfil muestreado con la existente para los últimos 14.000 años en el norte de Patagonia.

3. METODO DE MUESTREO

En el verano de 1990 se tuvo la oportunidad de muestrear el perfil N del sondeo realizado en 1987. El mismo ha sido informado por Bellelli (1987). La mencionada

arqueóloga lo ha descrito como sigue: Una capa superficial compuesta por guano de vaca y oveja (fig. 1) a la que subyace una de guano compacto. Ambas son estériles desde el punto de vista arqueológico. La presencia de ganado en el área data de fines del siglo pasado, esta es la razón por la cual este guano podría haber comenzado a depositarse desde 1880-1890 aproximadamente (Bellelli com. pers. 1991). Es importante destacar que tanto la acción de estos animales como la humana en relación al pisoteo es un factor de perturbación importante en los sedimentos de las cuevas (ver Farrand 1986). Esta situación puede producir hundimientos para las muestras paleomagnéticas y convertirse en un factor de perturbación para las mismas (ver Tucker 1983). Por debajo de este guano, se encontró un nivel de arena suelta y en parte compactada con evidencia de diferentes restos de ocupación humana presentes en estos sedimentos, los que presentan diferentes coloraciones de acuerdo a los distintos restos dejados por el hombre. Así estas arenas incluyen vestigios de carbones producto de distintos episodios de combustión, restos de camadas de vegetales traídas por el hombre y distintos vestigios arqueológicos (b, c, d y e en la fig. 1).

Por debajo de la mismas, se encuentra un nivel de sedimento estéril desde el punto de vista arqueológico, por debajo de la cual se encuentra otro nivel de ocupación humana.

El sedimento que forma las capas inferiores de la estratigrafía del perfil muestreado es semejante a la que forma un gran médano existente fuera del abrigo rocoso.

La tarea de recolección de las muestras fue realizada según los lineamientos propuestos por Valencio (1980). Estas no difieren notablemente de las propuestas por otros (v. gr. Tarling 1985). Con ese objetivo se utilizaron tubos de hidrobrazo de una pulgada de largo y diámetro, respectivamente. Fueron insertados en el perfil N del sondeo realizado en 1987. Esta tarea fue llevada a cabo de manera tal que la inserción superponga la parte media del tubo con la siguiente (figura 1). Debido a la naturaleza del sedimento y a la sequedad del ambiente que impera dentro del alero, fue necesario humedecer al perfil para que los sedimentos no se disgregen al empujar delicadamente los tubos con el que se obtuvieron las muestras. Este humedecimiento se realizó utilizando un rociador, lo que permitió esparcir el agua de manera pareja y uniforme. El rumbo y el buzamiento de las mismas fue realizada con una brújula Brunton. Estas muestras fueron consolidadas con silicato de sodio. Esta técnica permitió extraer del perfil 17 muestras para su posterior análisis.

4. TECNICAS DE LABORATORIO Y PROCESAMIENTO

En el laboratorio se midieron las magnetizaciones remanentes naturales de todas las muestras utilizando un magnetómetro de tipo rotativo (Vilas, 1979). Las muestras 1 y 2 fueron descartadas, ya que sus resultados indicaban que se encontraban muy alteradas desde el punto de vista paleomagnético. En efecto, ambas no poseían una magnetización remanente estable (mre) que permitiera la interpretación de la declinación e inclinación paleomagnética en el momento de su depositación.

Teniendo en cuenta procedimientos de rutina para explorar el c.m.t. "grabado" en los sedimentos, con un intervalo de tres muestras se seleccionaron cinco especímenes piloto. Los mismos fueron sometidos a desmagnetización térmica en un horno comercial, marca Schonstedt, en pasos sucesivos correspondientes a temperaturas de 100°, 200°, 250°, 300°, 350°, 400° y 450°C. El comportamiento magnético de las muestras se ve reflejado en el ejemplo de la fig. 2 donde se han representado, en una proyección estereográfica las direcciones, y en una cartesiana las intensidades relativas de la magnetización remanente en las distintas etapas de desmagnetización de una de las muestras. Se observa que las mismas no presentan componentes de magnetización secundaria de importancia, lo que indica que son sumamente aptas para su interpretación paleomagnética.

Sobre la base del análisis del comportamiento magnético se eligieron las etapas de 200° y 250° C como las más apropiadas para aislar la dirección de la magnetización remanente estable (mre), esta fue la razón por la cual el resto de las muestras fue sometido a estas temperaturas.

El procesamiento de los datos fue realizado con el programa MAG88 diseñado por Oviedo (1989).

Se representaron los valores de Declinación (D) e Inclinación (I) del mre de las muestras en función de su posición estratigráfica en la secuencia (fig. 3a y b). Estos valores reflejan la dirección del campo magnético terrestre en el momento de la depositación y consolidación de los sedimentos. Como se verá más adelante, sobre la base de la comparación de estos resultados con una curva patrón de D e I para los últimos 10000 años, fue posible detectar un hiato en las variaciones seculares del c.m.t. registradas en el perfil sedimentológico procesado. Sorprendentemente, este hiato paleomagnético coincide con el cultural observado en el registro arqueológico. En las figuras 3a y 3b las líneas punteadas indicadas en el perfil responden a la posible existencia de un hiato, que se reflejaría en la diferencia mencionada anteriormente entre las edades obtenidas de las puntas pedunculadas y la cerámica (780 ± 80 y 860 ± 80 años antes del presente) y las "Industrias laminares y de hojas" (3350 ± 90 , 4770 ± 90 , 4885 ± 135 y 5080 ± 100). Por esta razón se ha subdividido el perfil en una parte superior (A) y una inferior (B).

5. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los perfiles de D e I obtenidos pueden ser comparados, dada la cercanía geográfica, con los magnetogramas obtenidos a partir del estudio paleomagnético de lagos del sudoeste argentino ubicados a 41°S y 71.5°W (Creer *et al.*, 1983) representados en la fig. 5a y b. Estos magnetogramas fueron construidos sobre la base de las variaciones seculares registradas en los lagos El Trébol, Campanario y Moreno para los últimos 14000 años. Como es sabido, las variaciones seculares tienen carácter regional, esta es la razón por la cual es posible utilizar esta "curva paleomagnética patrón" como herramienta de correlación local (ver Creer *et al.* 1983). Esta metodología ha sido ampliamente utilizada en el Hemisferio Norte (v.gr. Creer *et al.* 1980, Creer *et al.* 1981, Creer *et al.* 1982, etc.). Los pasos necesarios para ponerla en práctica pueden ser consultados en Sinito (1988: 86-87). De la observación y comparación de los perfiles de D (fig. 4a y 5a) surge una similitud entre los rasgos magnéticos registrados en la parte A del perfil de la secuencia de Campo Cerda y los correspondientes al magnetograma para las edades que van, aproximadamente entre los 400 y los 1400 años. También existen semejanzas entre las características de la parte B del perfil y los datos del magnetograma correspondientes al período entre los 3300 y los 3800 años.

Para poder utilizar un método de comparación más objetivo, se utilizó el siguiente procedimiento:

i) se determinaron por inspección visual los rasgos más importantes que podían ser correlacionados entre el perfil de D de la secuencia de Campo Cerda y el del magnetograma

ii) utilizando dichos rasgos como niveles de referencia se ajustaron las partes A y B del perfil a los tramos del magnetograma ya mencionados, usando éste como patrón. De esta forma se pudo pasar, para la secuencia de Campo Cerda, de un perfil de D en función de la posición estratigráfica a uno en función de la edad.

iii) se realizó una interpolación en los datos del perfil de Campo Cerda, de forma de obtener un valor de D cada 50 años, con el fin que los niveles temporales coincidieran con los del magnetograma, obteniéndose de esta forma un total de 21 datos.

v) se aplicó el método de correlación cruzada entre las partes A y B del perfil de la secuencia así elaborado y los tramos correspondientes del magnetograma (400-1400 años y 3300-3800 años AP respectivamente).

El coeficiente de correlación para la parte A resultó de 0.91 y para la parte B de 0.62.

Cuando se observan los perfiles de I correspondientes a la secuencia de Campo Cerda y al magnetograma (fig. 3b y 4b) la correlación no es evidente como en el caso de la D. Se utilizaron entonces los niveles de referencia establecidos en los perfiles de D para convertir el perfil de I de Campo Cerda en función de la posición estratigráfica en un perfil en función del tiempo, que pueda ser comparado con el magnetograma.

Se observó que parecía existir una correlación aceptable entre parte del perfil de I de la secuencia de Campo Cerda y el magnetograma, más precisamente, cuando se consideraba la zona inferior de la parte A y la totalidad de la parte B, pero dicha correlación no era observable al tener en cuenta la parte superior de la parte A del perfil (aproximadamente los primeros 700 años). Ya se ha destacado que tanto la acción animal como la humana en relación al pisoteo es un factor de perturbación importante en los sedimentos de las cuevas (Farrand 1986), por lo tanto es altamente probable que el registro de la I haya sido el más afectado por estas perturbaciones. Por esta razón se aplicaron distintos factores de corrección (I) a los valores de I medidos en la parte superior. Luego de diversas pruebas se logró un perfil de I modificada utilizando un factor $I = 22^\circ$, el cual parecía presentar una aceptable correlación con el perfil de I del magnetograma. Al aplicar el método de correlación cruzada con este perfil modificado los coeficientes obtenidos resultaron satisfactorios, 0.5 para la parte A y 0.68 para la parte B.

En la Fig. 5 se observan superpuestos los perfiles de D e I modificada correspondientes a la secuencia de Campo Cerda y a los magnetogramas.

En la Fig. 6 se ilustran las variaciones seculares de acuerdo a la Inclinación y la Declinación en relación a años antes del presente.

6. CONCLUSIONES

i) El material obtenido de excavaciones arqueológicas ha sido utilizado por primera vez en nuestro país para estudios paleomagnéticos y ha demostrado ser apropiado para este tipo de estudios

ii) A pesar de tratarse de un trabajo preliminar, ya que se cuenta con un pequeño número de muestras, se observa una buena correlación entre los registros obtenidos a partir de los datos de la secuencia de Campo Cerda y los surgidos de los estudios de los sedimentos lacustres del sudoeste argentino.

iii) De acuerdo a las mismas se ha posibilitado la datación relativa del perfil estratigráfico muestreado en Campo Cerda.

iv) Del análisis de los resultados se infiere que los datos obtenidos de las capas superiores de la secuencia son menos confiables, debido a que la acción del

pisoteo animal y humano, introduce perturbaciones de importancia.

v) Se confirma el rango de edades asignadas a las ocupaciones de acuerdo a la cronología obtenida por otros métodos en la secuencia regional en estudio.

vi) De la correlación surge la confirmación de la existencia de un hiato en esta secuencia.

vii) Los resultados obtenidos alientan la continuación de este tipo de trabajos interdisciplinarios.

viii) Para controlar los resultados alcanzados en este trabajo preliminar se han realizado muestreos en otros sitios arqueológicos del área (Angostura Blanca y Campo Moncada 2).

7. AGRADECIMIENTOS

Al CONICET y a la Universidad de Buenos Aires por el apoyo prestado para el procesamiento de los materiales.

Al Gobierno de la provincia del Chubut y a la Secretaría de Cultura de la Nación por haber facilitado y apoyado los trabajos de campo para la obtención de las muestras.

A Carlos Aschero, Cristina Bellelli y Cecilia Pérez de Micou por haber alentado la participación de el proyecto Piedra Parada.

A Haroldo Vizán por haber impulsado al primero de los autores a realizar estudios paleomagnéticos en arqueología.

A Cristina Bellelli por haber leído y comentado el manuscrito.

A Claudio Sylwan por sus comentarios.

8. REFERENCIAS CITADAS

AITKEN, M. J.

1970. Dating by archaeomagnetic and thermoluminescent methods. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 269: 77-88.

AITKEN, M. J.

1974. *Physics and archaeology*. Clarendon Press, Oxford.

ASCHERO, C. A.

1987. Tradiciones culturales en la Patagonia Central -una perspectiva ergológica.

Comunicaciones de las Primeras Jornadas de Arqueología de la Patagonia
17-26.

ASCHERO, C. A., C. PEREZ DE MICOU, M. ONETTO,
C. BELLELLI, L. NACUZZI y A. FISHER.

1983. *Arqueología del Chubut-El Valle de Piedra Parada*, Gobierno de la Provincia del Chubut, Serie Humanidades 1.

BARBETTI, M. y D. HEIN.

1989. *Paleomagnetism and high-resolution dating of ceramic kilns in Thailand: a progress report. World Archaeology* 21 (1): 51-70, Londres.

BELLELLI, C.

1987a. *El componente de las capas 3a, 3b y 4a de Campo Moncada 2 (CM2) -provincia del Chubut- y sus relaciones con las industrias laminares de Patagonia Central. Comunicaciones de las Primeras Jornadas de Arqueología de la Patagonia* 33-39.

BELLELLI, C.

1987b. *Informe al CONICET. MS*

BELLELLI, C.

1988. *Recursos minerales: Su estrategia de aprovisionamiento en los niveles tempranos de Campo Moncada 2 (Valle de Piedra Parada, Río Chubut). Arqueología Contemporánea Argentina* (Editado por Hugo D. Yacobaccio) 147-176, Editorial Búsqueda, Buenos Aires.

BELLELLI, C.

1990. *Informe al CONICET, MS.*

BELLELLI, C., H. G. NAMI y C. PEREZ DE MICOU.

1987. *Arqueología y experimentación. Obtención, manufactura y uso de artefactos líticos sobre vegetales en el área de Piedra Parada (Chubut-Argentina). Revista do Museu Paulista XXXII: 7-29, Sao Paulo.*

BLOXHAM, J. & D. GUBBINS.

1990. *La evolución del campo magnético terrestre. Investigación y Ciencia* 161: 18-25, Barcelona.

BONNICHSEN , R. & M. H. SORG.

1986. Organizing Research on the Peopling of the Americas. *New Evidence for the Pleistocene Peopling of the Americas* (Bryan, A. Ed.) 357-360, Center for the Study of the Early Man, Orono.

BUCHA, V.,A. J.& M. KRS.

1967. Geomagnetism and Paleomagnetism. *Studia geophysica et geodesica* 11: 364-372

COOK, R. M.

1980. Arqueomagnetismo. *Ciencia en Arqueología* (Brothwell, D., E. Higgs & G. Clark, compiladores) 70-81, Fondo de Cultura Económica, México.

COOK, R. M. & J. C. BELSCHE.

1958. Archaeomagnetism: A Preliminary Report on Britain. *Antiquity* XXXII: 167-178.

CREER, K. M. & J. S. KOOPER.

1974. Paleomagnetic Dating of Paintings in Tito Bustillo Cave, Asturias, Spain. *Science* 186: 348-350.

CREER, K. M., T. E. HOGG, P. W. READMAN & C. REYNAUD.

1980. Paleomagnetic Secular Variation Curves Extending Back to 13,400 years B.P. Recorded by Sediments Deposited in Lac de Joux, Switzerland. Comparison with U.K. Records. *Journal of Geophysics* 48: 139-147.

CREER, K. M., P. W. READMAN & S. PAPAMARINOPOULOS.

1981. Geomagnetic secular variations in Greece through the last 6000 years obtained from lake sediment studies. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society* 66: 193-219.

CREER, K. M. & P. TUCHOLKA.

1982. Construction of type curves of geomagnetic secular variation for dating lake sediments from eastcentral North America. *Canadian Journal of Earth Sciences* 9 (6): 1106-1115.

CREER, K.M., D. A. VALENCIO, A. M. SINTO, P. TUCHOLKA & J. F. VILAS.

1983. Geomagnetic secular variation 0-14000 yr BP as recorded by lake sediments

- from Argentina. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society* 74 (1): 199-222.
- EIGHMY, J. L., R. S. STERNBERG & R. F. BUTLER.
1980. Archaeomagnetic dating in the American Southwest. *American Antiquity* 45 (3): 507-517.
- EIGHMY, J. L. & R. H. MCGUIRE.
1989. Dating the Hohokan Pahse Sequence: An Analysis of Archaeomagnetic Dates. *Journal of Field Archaeology* 16 (2): 215-231.
- FARRAND, W. R.
1988. Rockshelter and cave sediments. *Archaeological Sediments in Context* (Stein, J.K. & W. R. Farrand Ed.) 21-39, Center for The Study of Early Man, Orono.
- GLADFELTER, B.G.
1977. Geoarchaeology: the geomorphologist and archaeology. *American Antiquity*, 42: 519-538.
- HASSAN, F. A.
1979. Geoarchaeology: The Geologists and Archaeology. *American Antiquity*, 44 (2):267-270.
- HOWELL, B. J.
1962. *Introducción a la Geofísica*. Omega, Barcelona.
- JACOBSEN, P. E. & ABRAHAMSEN, N.
1985. Magnetic Mapping of Kiln Remnants at Bistrupo. Third Nordic Conference on the Application of Scientific Methods in Archaeology, *ISKOS* 5: 321-328.
- KOOPER, J. S. & K. M. CREER.
1973. *Caves Karst* 15 (13).
- GAMES, K. P. & M. E. BAKER.
1981. Determination of geomagnetic archaeomagnitudes from clay pipes. *Nature* 289 (5797): 478-479.
- LAGE, J.
1982. Descripción Geológica de la Hoja 43c, Gualjaina, provincia del Chubut.

OVIEDO, E. S.

1989. **Mag88: un sistema de computación para análisis de datos paleomagnéticos.** Tesis doctoral, Departamento de Geología, FCEN, UBA.

PAPAMARINOPOULUS, S. & K.M. CREER.

1983. The Paleomagnetism of Cave Sediments. *Geomagnetism of Backed Clays and Recent Sediments* (Creer, K. M. , P. Tucholka and C. E. Barton, Eds.) 243-248, Elsevier.

PEREZ DE MICOU, C.

1979-1982. Sitio Piedra Parada 1 (PP1), Departamento Languineo, Provincia de Chubut (República Argentina). *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología* 9: 97-111, Buenos Aires.

PEREZ DE MICOU, C.

1988 Paleoeotnobotánica y determinación de territorios de explotación en asentamientos cazadores-recolectores. *Precirculados IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 52-63. Buenos Aires.

PEREZ DE MICOU, C., C. BELLELLI y C. ASCHERO

1992 Vestigios minerales y vegetales en la determinación del territorio de explotación de un sitio. *Análisis espacial en la arqueología patagónica* (L. Borrero y J.L. Lanata Editores), pp. 53-82. Ediciones Ayllu. Buenos Aires.

RUNCORN, S. K.

1988. Paleomagnetismo lunar. *Investigación y Ciencia* 137: 54-62.

SASAJIMA, S. & K. MAENAKA.

1966. Intensity studies of the Archaeo-secular Variation in West Japan, with Special Reference to the Hypothesis of the Dipole Axis Rotation. *Memoirs of the College of Science, University of Kyoto, Geology and Mineralogy, Series B, XXXIII* (2): 53-67.

SINTO, A. M.

1988. *Análisis de las variaciones geomagnéticas paleoseculares recientes en el Hemisferio Sur y su relación con los modelos físicos que postulan el origen del campo magnético terrestre.* Tesis Doctoral, FCEN, UBA.

TARLING, D. H.

1983. The Possible Utilization of the Magnetization of Archaeological Metallic Artifacts. *Journal of Archaeological Science* 10: 41-42.

TARLING, D. H.

1985. Archaeomagnetism. *Archaeological Geology* (Rapp Jr., G and Gifford, J. Eds.), 237-263, Yale University Press, New Haven and London.

TUCKER, P.

1983. Magnetization of unconsolidated sediments and theories of DRM. *Geomagnetism of Baked Clays and Recent Sediments* (Creer, K. M., P. Tucholka & C. E. Barton Eds.) 9-19, Elsevier.

VALENCIO, D.A.

1980. El magnetismo de las rocas. Eudeba, Buenos Aires.

VILAS, J.F.A.

1979. El magnetómetro UBA, 8Hz y su aplicación a los estudios paleomagnéticos. Tesis Doctoral, Depto. de Física, FCEN, UBA.

WOLFMAN, D.

1984. Geomagnetic Dating Methods in Archaeology. *Advances in Archaeological Method and Theory* (Schiffer, M. Ed.), 7: 363-458, Academic Press, New York.

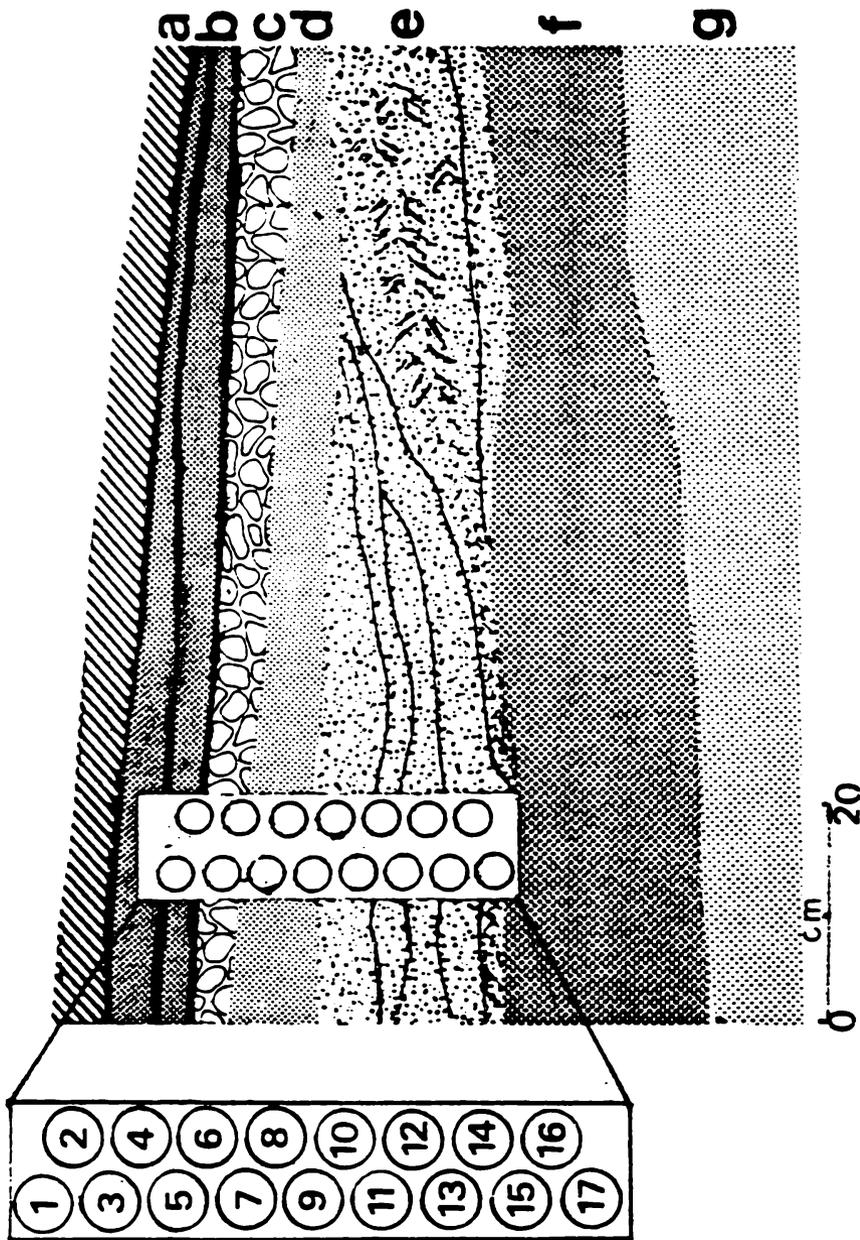


Figura 1. Perfil del sondeo donde se muestra la localización de las muestras y su correspondiente numeración.

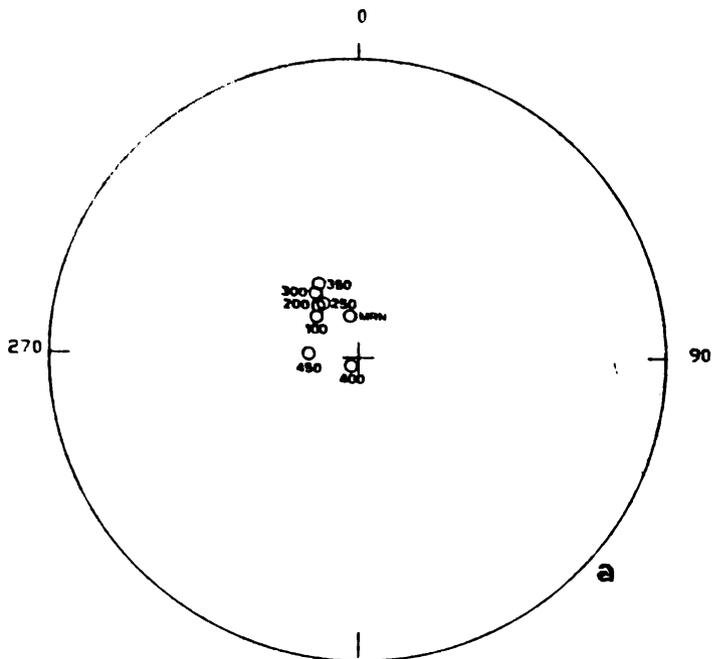


Figura 2. a) Proyección estereográfica de las direcciones del mrn residual de la muestra n° 17 luego de cada etapa de lavado térmico.

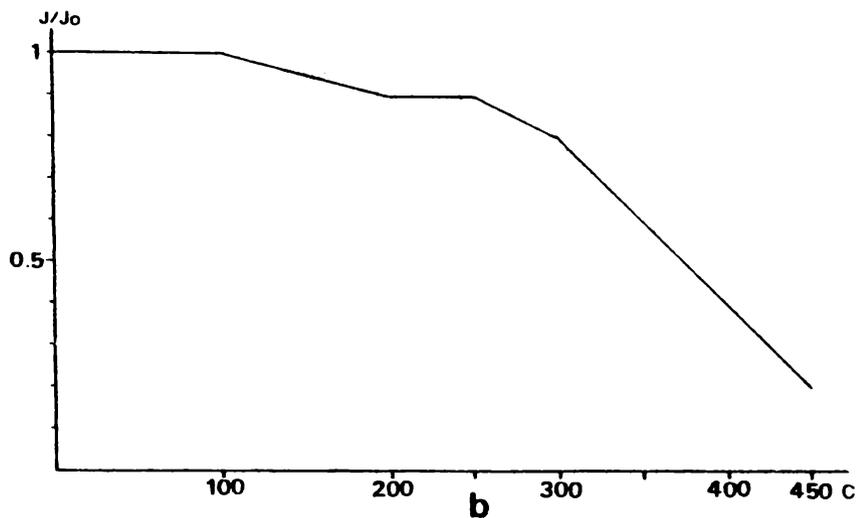


Figura 2. b) proyección cartesiana de los valores de intensidad relativa de la magnetización remanente de la misma muestra en los diferentes pasos de la desmagnetización térmica.

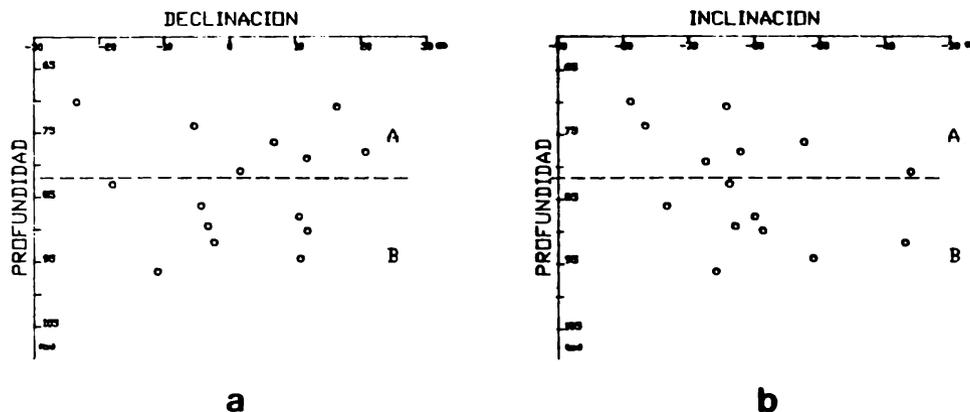


Figura 3. Perfiles de la magnetización remanente estable (m.r.e.) de acuerdo a la localización estratigráfica de las muestras en la secuencia. La línea de puntos representa la posible existencia de un hiato paleomagnético en la misma. a) Declinación, b) Inclinación.

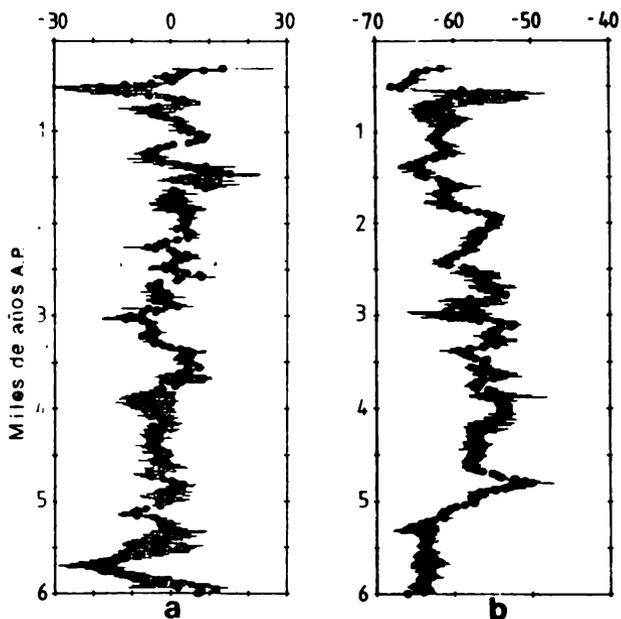
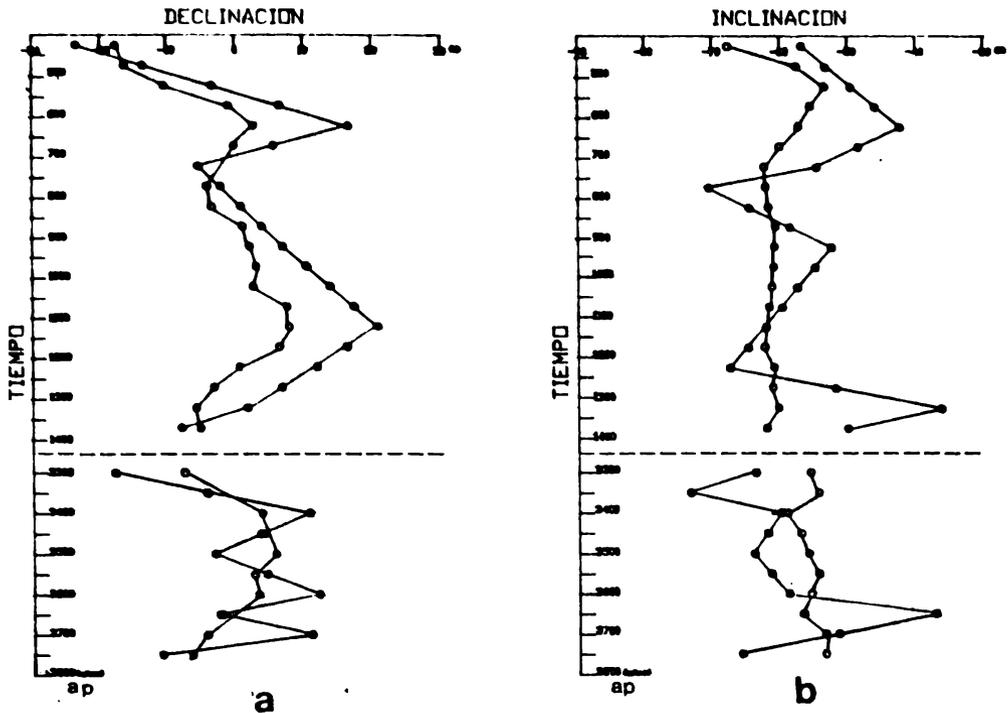


Figura 4. Magnetograma que muestra la curva patrón derivada de los estudios paleomagnéticos de los lagos localizados en el SO de Argentina, 41°S y 71.5°W. (Creer et al. 1983). En ellos se muestran la Declinación (a) y la Inclinación (b) en relación a años C14 antes del presente.



Referencias ●: Campo Cerda, ○: Lagos del SO argentino.

Figura 5. Perfiles de valores interpolados obtenidos en la secuencia de Campo Cerda superpuestos a aquellos correspondientes al magnetograma ilustrado en la figura 4. Los círculos en negro representan Campo Cerda y los vacíos al de los lagos del NO de la Patagonia. a) Inclinación. b) Declinación.

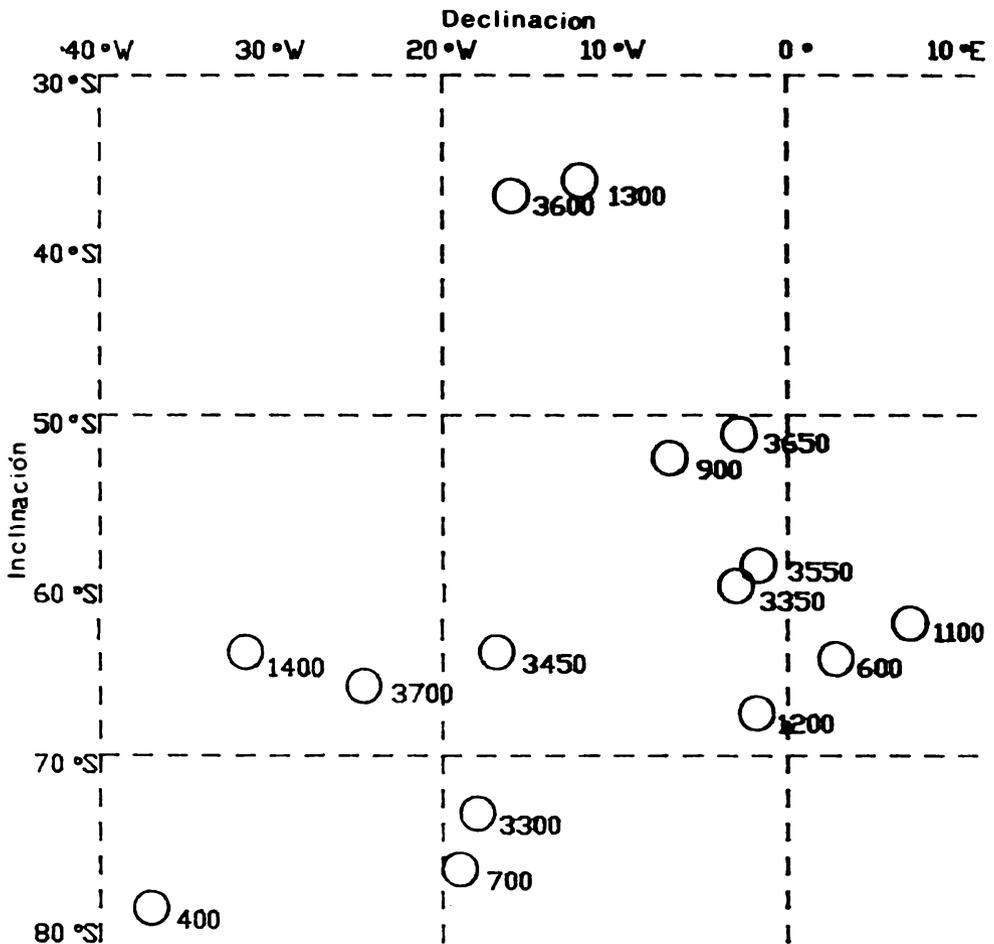


Figura 6. Variación secular de la Inclinación y Declinación que ha tenido la dirección del campo magnético terrestre en Campo Cerda según los resultados obtenidos en este análisis. Todas las fechas están en años antes del presente.