

147

## ANALISIS DE PIGMENTOS MINERALES Y SUS FUENTES POTENCIALES DE APROVISIONAMIENTO EN EL AREA DEL LAGO ROCA (SECTOR CHORRILLO MALO), PROVINCIA DE SANTA CRUZ (ARGENTINA)\*

JUAN BAUTISTA BELARDI\*\*  
ALEJANDRO SÚNICO\*\*  
DARIO N. PUEBLA\*\*\*

### RESUMEN

Se presentan los resultados de los análisis de lupa binocular, difracción y fluorescencia de rayos X realizados sobre muestras de pigmentos y fragmentos de pinturas rupestres provenientes del área del lago Roca (Santa Cruz, Argentina), especialmente del sector Chorrillo Malo (ambiente de ecotono bosque-estepa). Se discuten los lugares potenciales de obtención de pigmentos a partir del estudio de arcillas obtenidas en el cordón Baguales y el proceso de producción de pinturas. Los resultados alcanzados muestran la similitud de conocimientos técnicos empleados para la obtención de colores, utilización de aditivos y preparación de soportes, con los informados para sitios del noroeste de Santa Cruz. A la vez, los resultados indican el aprovisionamiento local de pigmentos y la proveniencia alóctona de yeso, aspectos que son relacionados con la utilización del bosque en el pasado por parte de las poblaciones cazadoras recolectoras que ocuparon la región de lago Argentino.

### SUMMARY

#### MINERAL PIGMENTS AND THEIR POTENTIAL PROVISIONING SOURCES IN THE LAGO ROCA AREA (SECTOR CHORRILLO MALO), SANTA CRUZ PROVINCE (ARGENTINA)

Results of binocular magnifying glass analyses, and X-Ray fluorescence and diffraction are presented. They are made on pigments and fragments of rock paintings from the area of lake Roca (Santa Cruz, Argentina), and specially from the sector Chorrillo Malo (forest-steppe transition). Potential provisioning places and the production sequence are discussed on the basis of samples of Baguales area. The results show the similarities of technical knowledge –obtention of colours, additive utilization and preparatoin of supports- with the ones from the northwest of Santa Cruz. In addition, the results point out to the local provisioning of pigments and the non local provenience of gypsum, aspects that are related to the utilization of the forest in the past in lake Argentino region.

- \* Este trabajo forma parte de los proyectos PID-BID 0554 "Magallania", dirigido por el Dr. Luis A. Borrero y del UBACyT FI-141 "Sierra Baguales: ¿Una barrera para la circulación?", dirigido por el Dr. Luis A. Borrero y la Lic. Nora. V. Franco.
- \*\* Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Unidad Académica Río Gallegos, Centro de Investigación Dra. Elsa Mabel Barbería. Lisandro de la Torre 1070. 9400, Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina.
- \*\*\* Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

## INTRODUCCION

En este trabajo se presentan los análisis y resultados de determinaciones mineralógicas realizados sobre muestras de pigmentos, pinturas rupestres y arcillas provenientes del área del lago Roca, sur de la región de lago Argentino, Santa Cruz (Argentina). Las determinaciones fueron llevadas a cabo mediante lupa binocular, y difracción y fluorescencia de rayos X. Si bien el carácter del trabajo es parcial, ya que no se pudieron realizar todos los análisis sobre todas las muestras, los resultados generados han permitido obtener información sobre los lugares potenciales de obtención de pigmentos minerales y el proceso de producción de las pinturas (Aschero 1983-1985, 1988).

Las muestras de pigmentos analizadas, fueron obtenidas durante la excavación del sitio Chorrillo Malo 2, mientras que los fragmentos de pinturas provienen tanto de este sitio como de los denominados Chorrillo Malo 1, 6 y 7. Todos ellos se encuentran en el sector Chorrillo Malo (72° 38' Oeste, 50° 28' Sur), del área lago Roca (Figura 1), actualmente en un espacio de ecotono entre la estepa y el bosque (Belardi *et al.*, en prensa). Por otra parte, las muestras de arcillas fueron recolectadas en las inmediaciones del cerro Verlika, ubicado en el cordón Baguales.

Conocer distintos aspectos del proceso de producción de pinturas rupestres y las potenciales áreas de aprovisionamiento de pigmentos genera nueva información para la discusión del uso, por parte de poblaciones cazadoras recolectoras, del bosque en el pasado. En este sentido, una de las hipótesis principales con las que se trabajó plantea el uso esporádico del bosque, considerado este espacio dentro de un marco macrorregional involucrando diferentes sectores de estepa (Belardi *et al.*, en prensa). De esta forma, la información aquí presentada complementa la ya generada para el área del lago Roca (ver Franco *et al.* en prensa) y, específicamente sobre pigmentos, los trabajos en desarrollo llevados a cabo por el Dr. Alan Watchman. Además, se aporta información que puede ser incluida dentro de la temática del estudio de pigmentos minerales, la evaluación de procesos de producción de pinturas rupestres y la identificación de áreas de proveniencia de pigmentos que se ha ido desarrollando a lo largo del tiempo en distintos ambientes de Patagonia (Arrigoni com. pers.,

Aschero 1983-1985, Barbosa y Gradin 1986-1987, Gómez Otero 1989-1990, Iñiguez y Gradin 1977, Rial y Barbosa 1983-1985, Christensen 1997). Así, se ha logrado un marco de referencia general sobre las temáticas señaladas.

## EL AREA Y LOS SITIOS ARQUEOLOGICOS DE ESTUDIO

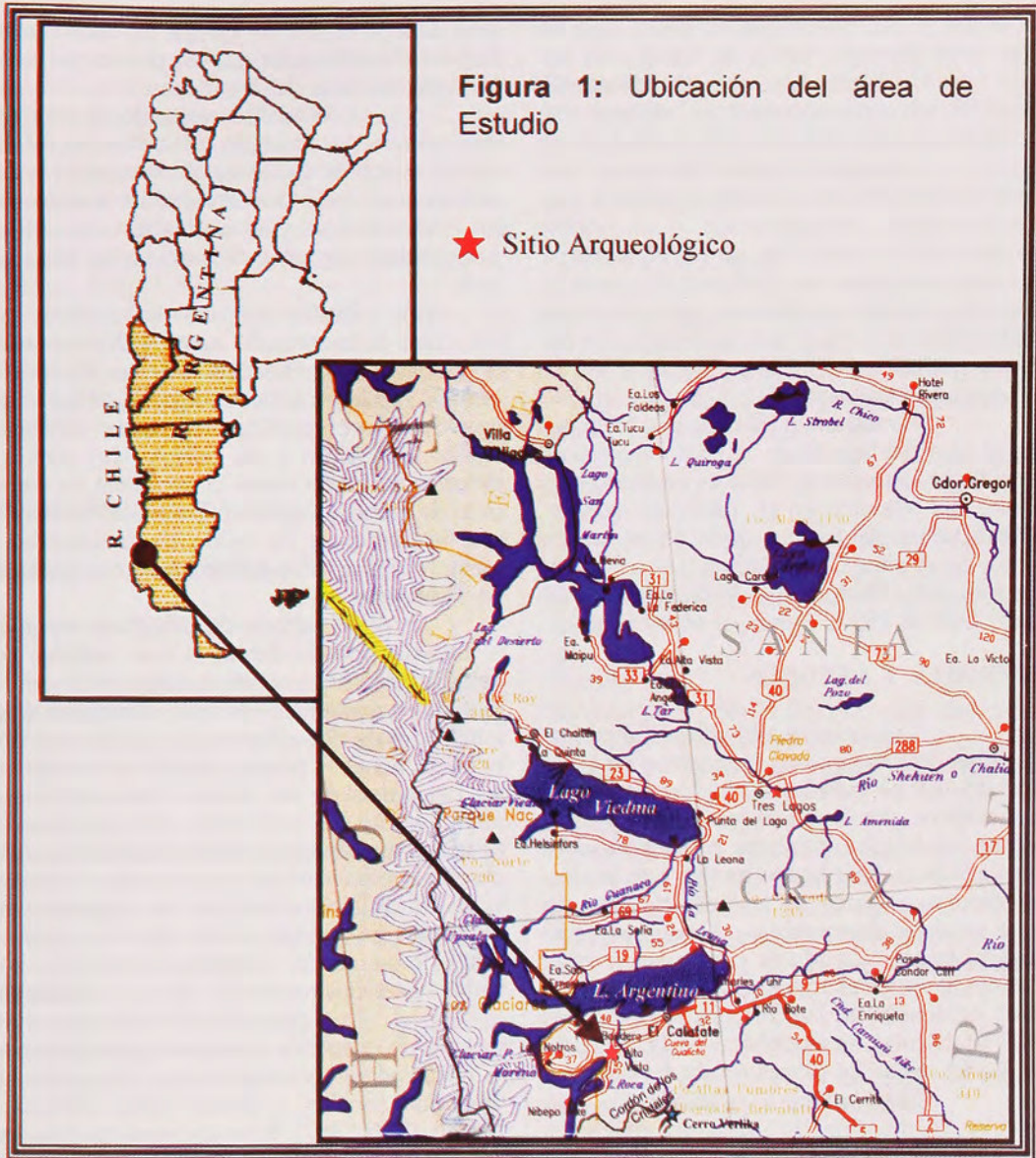
El área del lago Roca se localiza en el departamento de lago Argentino, en el sector suroeste de la provincia de Santa Cruz. Un aspecto saliente en el paisaje del área es una angosta franja de bloques erráticos de aproximadamente 13 kilómetros de longitud localizada entre las proximidades de la Ea. Chorrillo Malo y la ladera oeste del cordón de Los Cristales, próxima a la unión del lago Roca con el Brazo Sur.

Los bloques erráticos se han comportado como un recurso topográfico importante dentro del área ya que son los lugares que ofrecen reparos rocosos -aleros- y a la vez han brindado la posibilidad de ser utilizados como soportes para la realización de motivos rupestres.

Los pigmentos y fragmentos de pinturas rupestres estudiados provienen de sitios ubicados en esta franja de bloques erráticos, específicamente los localizados en el sector Chorrillo Malo del área del lago Roca. Como se mencionara, fueron estudiados fragmentos exfoliados recuperados en los sitios Chorrillo Malo 1, 2, 6 y 7. Estos sitios han sido presentados en Belardi *et al.* (en prensa) y Franco *et al.* (en prensa), por lo que aquí se los describe suscintamente.

El sitio Chorrillo Malo 1 tiene tres sectores con pinturas realizadas en rojo. El primer sector, localizado bajo un reparo, se encuentra desvaído y presenta motivos figurativos esquemáticos, junto con abstractos lineales. El segundo presenta dos grupos topográficos, uno de ellos es una escena compuesta por antropomorfos esquemáticos en una actitud dinámica y el otro grupo está compuesto por una fila de antropomorfos. El último sector, ubicado en el lado este del bloque muestra arrastres en buen estado de conservación.

Chorrillo Malo 2 es un alero en un bloque errático de dacita porfírica que ha sufrido metamorfismo (Favier Dubois 1997). Se han obtenido tres fechados, el más antiguo ha sido de 9740±50 años AP (AMS, GX-25279), prove-



niente del nivel ubicado entre 1,50 y 1,55 m de profundidad, otra fecha de  $4520 \pm 70$  años AP (Beta-82292), correspondiendo al nivel de 1,40-1,45 m, mientras que el más reciente, logrado en el nivel 0,75-0,85 m, es de  $1950 \pm 60$  años AP (LP-502) (Favier Dubois 1997, Franco *et al.* en prensa). Los sedimentos del alero están compuestos tanto por material autóctono, proveniente de la meteorización de la roca porfírica del alero, como alóctono, producto del depósito eólico e hídrico, estos últimos producidos por eventuales cursos de agua (Favier Dubois 1997).

El alero presenta restos de pinturas rupestres en su lado sur. Han sido realizadas en rojo oscuro y tienen una mala conservación. Se hallan distribuidas en dos grupos topográficos, uno hacia el oeste del alero y el otro en el sector central. Próximo a este sector ha sido excavada una superficie de dos metros cuadrados por un metro setenta de profundidad. Allí se recuperaron pigmentos a lo largo de la mayor parte de la secuencia (presencia de ocre en 1,30-1,35 m) y además distintos instrumentos con pigmentos entre los que cabe mencionar:

un yunque y percutor en los extremos, una de cuyas caras presenta rastros de haber sido utilizado como alisador con ocre (cuadrícula 2, 0,90–0,95 m) y otro percutor en extremo con ocre en las dos caras (cuadrícula 1: 1,10–1,15m).

Los sitios Chorrillo Malo 6 y 7 presentan pinturas en rojo. El sitio 6 muestra motivos figurativos, antropomorfos, y un posible matuasto en dos tonos. Por su parte, el sitio 7 tiene un gran panel con pinturas con motivos abstractos lineales, puntiformes, circunferencias concéntricas, tridígitos y antropomorfos. Se observó la posibilidad del repintado de uno de los motivos antropomorfos.

Se disponen de otros dos fechados para el área del lago Roca, también provenientes de aleros formados en bloques erráticos. Uno de ellos fue obtenido en el Alero del Bosque,  $3110 \pm 50$  años AP (Franco *et al.* en prensa), y el otro en el sitio Lago Roca 3 (Alero Carlos Balestra),  $170 \pm 30$  años AP (AMS, Beta-91302) (Favier Dubois 1997, Franco *et al.* en prensa).

## MATERIALES Y METODOS

Las muestras obtenidas son pequeños restos de pigmentos y fragmentos pintados exfoliados de las paredes de los distintos sitios arqueológicos, por lo que la mayoría se presentaba en cantidades inferiores a las necesarias para su análisis. Este hecho motivó que la elección para su examen se realizara de acuerdo con la cantidad disponible y no según su composición, imposibilitando la comparación entre las distintas especies minerales. Por otra parte, el alto contenido de cuarzo (estimado en más del 50%) dificultó, en algunos casos, la visualización de los picos de difracción de las arcillas.

Se estudiaron por medio de lupa binocular 16 muestras de pigmentos obtenidas en el sitio Chorrillo Malo 2 y cinco fragmentos de soportes con pinturas exfoliados de los sitios Chorrillo Malo 1, 2, 6 y 7. La difracción de rayos X se llevó a cabo sobre cuatro de las 16 muestras obtenidas en Chorrillo Malo 2. Por último, se realizó fluorescencia de rayos X sobre seis muestras de arcilla obtenidas en la zona del cerro Verlika, ubicada aproximadamente a 25 kilómetros al sureste del sector Chorrillo Malo.

Respecto a la proveniencia de las arcillas, se debe señalar que las formaciones de las que fueron obtenidas las muestras constituyen el marco geológico aflorante en toda la re-

gión de lago Argentino, los que las hace relevante para el análisis aunque no provengan estrictamente del área del lago Roca.

Los análisis realizados fueron solo cualitativos, sin embargo, se realizaron estimaciones cuantitativas de las distintas especies de arcillas evaluando la intensidad de los picos en los difractogramas y su correlación con las especies mineralógicas determinadas en las muestras.

En forma preliminar, mediante lupa binocular (aumentos de hasta 40X), se realizó un análisis de la fracción clástica superior al tamaño arcilla presente en algunas de las muestras. Se llevaron a cabo reacciones con ácido clorhídrico en frío y en caliente con el fin de detectar en forma visual la presencia de carbonato de calcio y yeso respectivamente, mientras que la existencia de óxido de manganeso o materia orgánica fue determinada con peróxido de hidrógeno.

El método de difracción de rayos X fue seleccionado debido a que posibilita trabajar con muestras mínimas -caso común en los materiales rescatados- permite diferenciar fases mineralógicas de composición similar y a que principalmente se pueden identificar los minerales del grupo de las arcillas. Respecto a este último punto, es importante destacar que de acuerdo con antecedentes bibliográficos y las observaciones realizadas mediante lupa binocular, se partió de la hipótesis que los pigmentos no consistían en óxidos puros, sino que eran el resultado de mezclas naturales o antrópicas, con varias sustancias minerales en su composición.

Las principales limitaciones del método de difracción de rayos X se originan en la dificultad de obtener buenos diagramas de difracción (Bedlivy y Durán 1978, Barbosa y Gradín 1986-1987). Entre los motivos más destacados se encuentra el enmascaramiento que producen algunos minerales (en particular el cuarzo presente en algunos casos en porcentajes superiores al 50%) sobre otros de menor poder de difracción. Asimismo, esta diferencia en el poder de difracción puede provocar que algunas sustancias que se hallan en concentraciones elevadas y que tengan un bajo poder de difracción puedan pasar desapercibidas frente a otras que tengan una relación inversa.

Estas limitaciones pueden ser subsanadas en gran parte mediante el uso de software específico y complementando estos análisis con otros, como por ejemplo el de fluorescencia

de rayos X.

La preparación de las muestras para difracción de rayos X, se realizó según la metodología recomendada por Tertian y Claisse (1982). Se analizaron muestras de polvo orientadas al azar y muestras sin tratamiento, glicoladas y calcinadas. El preprocesamiento y su posterior análisis mediante fluorescencia de rayos X fue realizado según Norrish y Hutton (1969) y Vivit y Wang King (1988).

Los equipos utilizados fueron un Philips PW 1400 para fluorescencia y un Philips PW 1710 para difracción. El procesamiento de los difractogramas se realizó con el programa PC-APD versión 3.6 de Philips.

## RESULTADOS OBTENIDOS

### *Análisis por medio de lupa binocular*

#### **Pigmentos (Sitio Chorrillo Malo 2)**

Las muestras analizadas son presentadas de acuerdo a su posición estratigráfica, comenzando por los niveles superiores.

##### Capa 1

###### Muestra 1

Microsector D, 1-16 cm: pigmento de limonita.

###### Muestra 2

Microsector D, 1-16 cm: pigmento de hematita.

###### Muestra 3

Microsector C, 6-16 cm: fragmento de pigmento de hematita-maghemita. Fue seleccionado para analizar por difracción de rayos X.

###### Muestra 4

Microsector C, 16-26 cm: fragmento de pigmento de limonita.

###### Muestra 5

Microsector B, 16-26 cm: muestra de textura arcillosa con moderado contenido de yeso coloreado por limonita.

###### Muestra 6

Microsector B, 16-26 cm: fragmento arcilloso muy consistente coloreado con hematita. El centro del mismo es de color rojo y presenta un halo de color pardo de menor consistencia posible debido a la hidratación de la hematita en

la superficie del fragmento.

###### Muestra 7

Microsector D, 16-26 cm: limonita. Se encuentra impregnando una arenisca fina, constituida por clastos de cuarzo y muscovita recubiertos por una capa de óxido.

###### Muestra 8

Microsector D, 56-66 cm: hematita adherida a una lasca de pórfiro exfoliada de las paredes del alero. La hematita, de un lado de la lasca se presenta como una delgada pátina y del otro englobando clastos de cuarzo. Presenta yeso en pequeña proporción.

##### Capa 2

###### Muestra 9

Microsector C, 66-76 cm: limonita englobando clastos angulosos tamaño arena muy gruesa, posiblemente proveniente de las paredes del alero.

###### Muestra 10

Microsector D, 66-76 cm: hematita englobando partículas clásticas. Se encuentra como pátina coloreando granos de cuarzo y feldespato.

###### Muestra 11

Microsector A, 86-96 cm: fragmento de pigmento constituido por un limo fino cementado por abundante hematita, posee manganeso en forma de pequeñas motas, posiblemente de origen postdeposicional. Seleccionada para realizarle difracción de rayos X.

###### Muestra 12

Microsector C, 86-96 cm: limonita. Se encuentra impregnando un limo grueso.

###### Muestra 13

Microsector A, 105-115 cm: arena, fina, mayoritariamente constituida por clastos de cuarzo y muscovita. El cementante es limonita encontrándose en un porcentaje mayor al 60%.

###### Muestra 14

Microsector A, 106-116 cm: pigmento de textura arcillosa coloreado por hematita. Fue seleccionado para el análisis de difracción de rayos X.

###### Muestra 15

Microsector C, 106-116 cm: limonita sobre una lasca de pórfiro exfoliada de las paredes del alero.

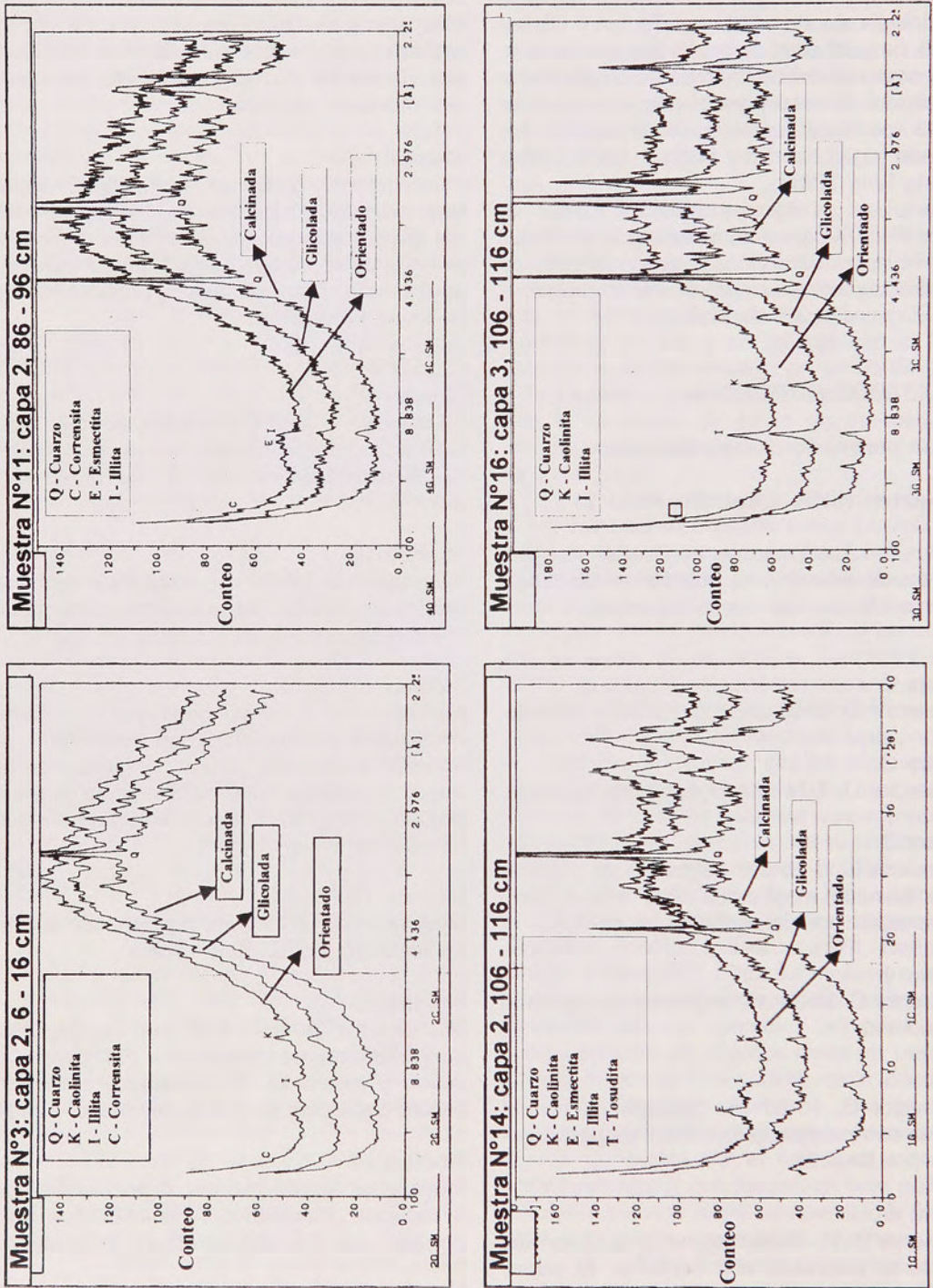


Fig. 2 Resultados del análisis de difracción de rayos X sobre pigmentos

TABLA 1:  
Resultados de los análisis de difracción de rayos X. La presencia de una determinada especie se halla indicada por una x.

Especie Mineral	Muestra 3	Muestra 11	Muestra 14	Muestra 16
Calcita	X	-	-	-
Cuarzo	X	X	X	X
Hematita	X	X	X	-
Magnetita	X	X	X	-
Plagioclasa	X	-	X	X
Rodocrosita	-	-	-	X
Yeso	X	-	-	-
Arcillas				
Caolinita	X	-	X	X
Corrensitita	X	X	-	-
Esmectita	-	X	X	-
Illita	X	X	X	X
Tosudita	-	-	X	-

Muestra 16  
Microsector C, 106-116 cm: hematita. Seleccionado para su análisis por difracción de rayos X.

**Pinturas**

Las muestras de pinturas provienen de restos de soporte exfoliados de los bloques erráticos Chorrillo Malo 1, 2, 6 y 7.

Sitio Chorrillo Malo 1: el soporte corresponde a un fragmento de pórfiro recuperado en el lado este del sitio. El pigmento es hematita y se presenta sobre una base de yeso. Este último mineral se encuentra también en la mezcla pigmentaria.

Sitio Chorrillo Malo 2: fragmento exfoliado encontrado en el microsector D, 90-100 cm. Solo visible con lupa binocular. El pigmento utilizado consiste en limonita y yeso en cantidades subordinadas. Adheridos al pigmento se detectaron pequeños cristales de cuarzo y mica.

Sitio Chorrillo Malo 6: corresponde a un fragmento exfoliado recuperado en la superficie del sitio. El soporte es un pórfiro riolítico. El pigmento consiste en hematita y se presenta como una delgada pátina y en pequeños restos entre los granos del soporte.

Sitio Chorrillo Malo 7: fragmento exfoliado del motivo concéntrico. El soporte es un pórfiro

cuarcífero. El pigmento utilizado es una mezcla de hematita y yeso.

Sitio Chorrillo Malo 7: fragmento exfoliado recuperado en la superficie del sitio. Hematita con mezcla de yeso.

*Análisis de difracción de rayos X*

**Muestras de pigmentos**

Los análisis de rayos X fueron realizados sobre muestras provenientes del sitio Chorrillo Malo 2 (Figura 2).

Los difractogramas de muestras en polvo orientadas al azar, indicaron la presencia de cuarzo en cuatro de ellas (Tabla 1). En tres de ellas (3, 14 y 16) se observó plagioclasa, hematita y magnetita. Solo en una muestra (3) se encontró yeso y calcita. La muestra 16 se destaca por la presencia de rodocrosita.

El bajo contenido de arcilla (estimado en no más de 40%) de las distintas muestras analizadas por difracción, conjuntamente con la escasa cantidad de material dificultó su determinación. A partir de los difractogramas pudo ser detectada la presencia de illita en las cuatro muestras, mientras que caolinita aparece en tres de ellas. La presencia de corrensitita (interestratificado de clorita trioctaédrica y clorita expansible) y esmectita fue determinada en sólo una muestra (3), al igual que la tosudita (Interestratificado de montmorillonita y sudoita)

TABLA 2:  
Resultados de los Análisis de Fluorescencia de rayos X.  
Datos relativos porcentuales.

Elementos	Muestra 3	Muestra 11	Muestra 14	Muestra 16
Si	32.52	64.39	59.06	68.25
Al	11.26	7.22	10.54	9.54
Fe	28.90	19.81	23.59	18.17
Mn	0.98	0.54	0.82	0.14
Mg	0.96	0.55	<0.50	<0.50
Ca	18.63	2.62	1.59	0.49
Na	<0.50	0.14	<0.50	<0.50
K	1.40	0.87	1.71	1.52
Ti	0.48	0.30	0.51	0.46
P	4.07	2.55	1.19	0.42
Total	99.20	99.00	99.00	99.00

(14). Las arcillas y minerales acompañantes de los pigmentos provienen de la roca de donde se obtuvo el colorante.

#### Análisis de fluorescencia de rayos X

El análisis de las perlas por fluorescencia de rayos X (Tabla 2) evidenció altos porcentajes de sílice que, conjuntamente con los datos mineralógicos obtenidos, permiten estimar que gran parte del mismo correspondería al cuarzo. Se determinó también un alto porcentaje de hierro que, dada la mineralogía de las arcillas y los minerales determinados, puede atribuirse como mayoritariamente proveniente de los óxidos. El resto de los elementos se encuentran en porcentajes muy similares con excepción del P y el Ca. La muestra 3 presenta un alto porcentaje de P, y el Ca alcanza casi el 19%. El incremento en el tenor de Ca es coincidente con la determinación de minerales de yeso y calcita.

#### FUENTES POTENCIALES DE APROVISIONAMIENTO

Los óxidos de hierro son minerales, tanto de origen primario como secundario, ampliamente distribuidos y asociados a todo tipo de rocas. Son comunes en las rocas plutónicas, metamórficas y sedimentarias e incluso se dan en suelos en condiciones particulares.

En la región de lago Argentino existe un amplio predominio de rocas sedimentarias tanto de origen marino como

continental potencialmente portadoras de óxidos de hierro. Por esa razón, tienen la posibilidad de ser utilizadas como material pigmentante, tanto en forma directa como por medio de transformaciones artificiales.

En el área de estudio y en sus inmediaciones, los óxidos se encuentran tanto en arcillas como en el material cementante de la matriz de rocas sedimentarias del Cretácico, Terciario y Cuaternario.

Se nombran a continuación algunas formaciones geológicas y sus miembros con el fin de brindar una perspectiva de las potenciales fuentes de aprovisionamiento en la región. Según Furque (1973), estas formaciones presentan pátinas de alteración o cementos con pigmentación amarilla o roja tanto en arcillitas, limolitas y areniscas. Es importante destacar que las mismas se hallan en las inmediaciones de los sitios arqueológicos bajo estudio y en ambos márgenes del lago Argentino (Figura 3). Esta distribución de las fuentes potenciales de aprovisionamiento es relevante dado que también se han registrado sitios con pinturas rupestres en la margen norte del lago (Carballo Marina *et al.* en prensa, Franco *et al.* 1992). Sin embargo, aquí se enfatizarán las fuentes ubicadas sobre la margen sur.

*Formación La Anita*, Miembro El Barco: areniscas con un predominio de colores amarillos verdosos.

*Formación Chorrillo*: bancos de arcillas rojas y rojo carmín (Furque 1973) con intercalaciones de bancos de arcillas verdes producto de altera-

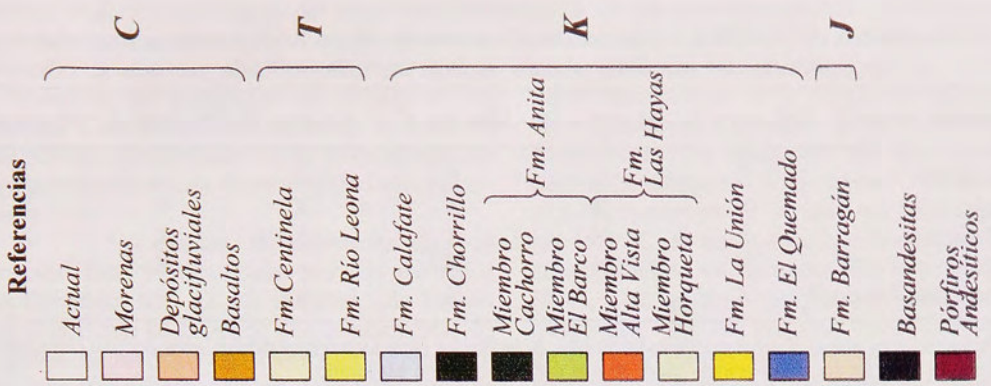


Fig. 3 Geología de los alrededores del Sitio Chorrillo Malo (Reformado de Furque 1973)

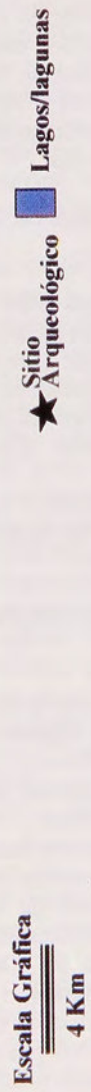
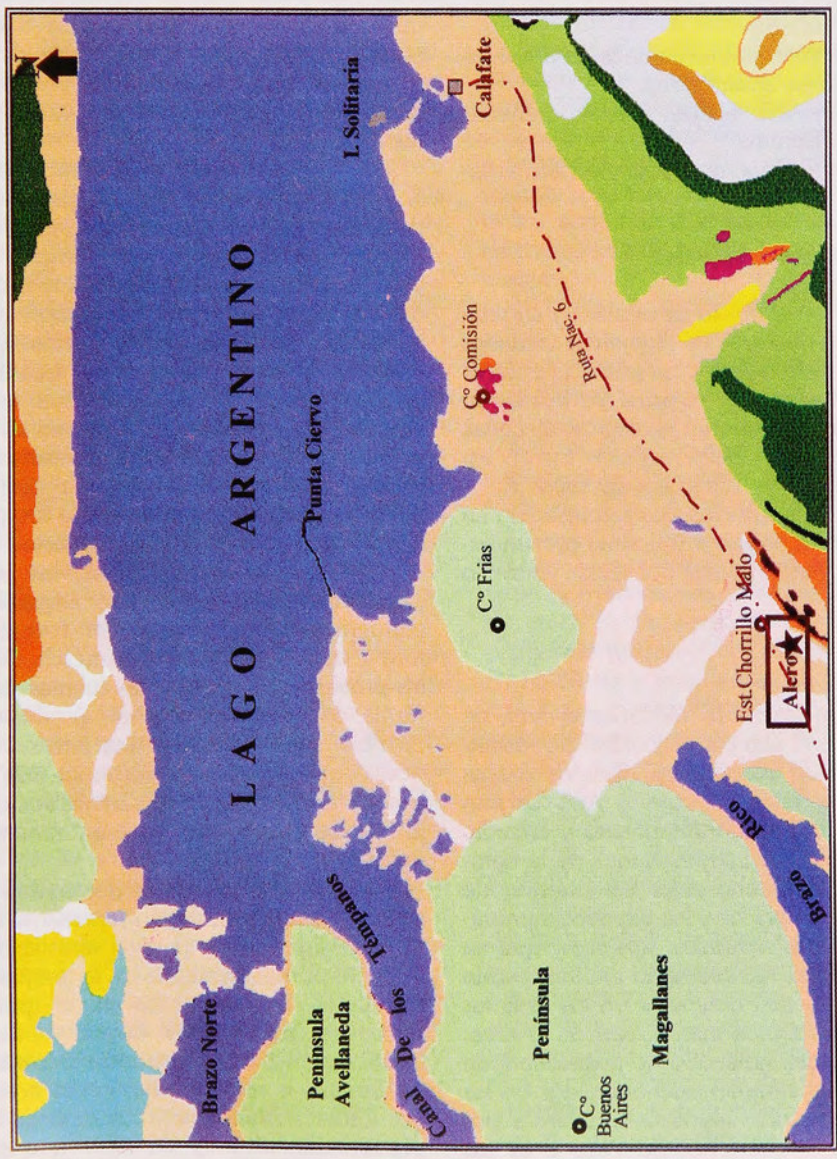


TABLA 3:  
Resultados de los Difractogramas de difracción de rayos X de muestras naturales.  
La presencia de una determinada especie se halla indicada por una x.

Especie mineral	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Muestra D	Muestra E	Muestra F
Caolinita	X	X	X	-	-	-
Cuarzo	X	X	X	X	X	X
Esmectita	X	X	X	X	X	X
Illita	X	X	X	-	X	-
Interestratificados*	X	-	X	-	-	-

\* En los casos en que se observaron interestratificados de arcillas los picos fueron muy débiles, estos podrían corresponder a tosudita o corrensita, pero la mala calidad de la señal no permite asegurarlo.

ción de las anteriores.

*Formación Calafate:* areniscas finas amarillentas y arcillas arenosas amarillentas.

*Formación Centinela:* arcillas pardas, areniscas pardas y amarillentas.

*Formación Santa Cruz:* areniscas y arcillas amarillentas.

#### *Análisis de muestras naturales*

Con el objeto de establecer correlaciones entre las muestras de pigmentos extraídos de los sitios arqueológicos y las potenciales fuentes de proveniencia del material se extrajeron muestras de las formaciones geológicas aledañas (Franco *et al.* 1996). Estas muestras fueron sometidas al análisis de difracción de rayos X.

Los resultados que se presentan en la Tabla 3 corresponden a muestras provenientes del Cerro Verlika al sur del sector Chorrillo Malo.

#### DISCUSION

En las zonas aledañas al área de estudio existe una alta disponibilidad de sustancias pigmentantes basadas en distintos óxidos de hierro, por ejemplo rojo y rojo carmín (hematita), pardo, pardo amarillento y amarillo (goethita y limonita). Los resultados de la comparación llevada a cabo entre las muestras de pigmentos arqueológicos y los pigmentos provenientes de fuentes naturales, muestran que su aprovisionamiento fue realizado en una escala local, ya que pueden obtenerse en las distintas formaciones geológicas que afloran en el área. Todo esto estaría indicando la posibilidad de que los pigmentos hayan sido obtenidos en los lugares más cercanos, hipótesis fortalecida por el hallazgo en el sitio Chorrillo Malo 2 de las

muestras 3, 8 y 16. La muestra 8 está compuesta por hematita en la matriz de un fragmento de roca sedimentaria y como pátina recubriendo clastos redondeados de cuarzo y feldespato.

Los análisis de difracción de rayos X mostraron también que las distintas especies de arcillas identificadas se corresponden con la mayoría de las especies comúnmente utilizadas para la elaboración de pigmentos y de amplia distribución en la región. La comparación entre las arcillas presentes en las mezclas y aquellas tomadas de las formaciones del área indicó una similitud composicional significativa, tanto en las especies mayoritarias como las minoritarias representadas por los interestratificados. Nuevamente, esto permitiría suponer que aquellas utilizadas para la preparación de los pigmentos fueron extraídas de fuentes locales.

De todas formas, las similitudes planteadas entre pigmentos arqueológicos y pigmentos naturales debe ser considerada en forma cuidadosa, ya que la mezcla de materiales provenientes de distintas fuentes puede alterar la composición original, produciendo por ejemplo, similitudes con una tercera. Así, sería necesario establecer correlaciones más estrechas a partir de muestreos más intensivos o de otros elementos indicadores, ya sean mineralógicos o químicos.

La presencia dominante de rocas sedimentarias en la región representa una oportunidad significativa para el abastecimiento de materia prima destinada a la preparación de pigmentos. Si bien se ha citado (por ejemplo Barbosa y Gradin 1987, Iñiguez y Gradin 1977) la utilización de una sustancia mineral específica (jarosita o natrojarosita) como constituyente por sí sola o como aditivo colorante de un mezcla pigmentaria, es muy probable que en el sitio

Chorrillo Malo 2 y en el área del lago Roca, los pigmentos se hayan preparado artificialmente por medio de distintas mezclas y transformaciones físicas de los materiales disponibles en las cercanías. Esto se sustentaría sobre la base de la tecnología evidenciada en la preparación de los pigmentos y su alta disponibilidad natural en el área.

Un ejemplo de pigmentos de fácil obtención está representado por los de color amarillo (limonita). Es un mineral de origen secundario, que se produce por la alteración de minerales de hierro o con hierro en su constitución, por exposición al aire, humedad, ácidos carbónicos u orgánicos (Dana 1969). En la naturaleza se encuentra ampliamente distribuida, debido a que se deposita a muy bajas presiones y temperaturas desde las soluciones que contienen hierro y se halla presente en un gran número de rocas sedimentarias de la región.

El tratamiento térmico de los pigmentos produce el cambio de coloración de los mismos (ver Aschero 1983-1985, Barbosa y Gradin 1986-1987, Iñiguez y Gradin 1977, Rial y Barbosa 1983-1985). La amplia disponibilidad de limonita conjuntamente con la facilidad con la que puede ser transformada en maghemita o hematita, permiten plantear la posibilidad de que los pigmentos rojos fueran obtenidos en su forma natural de presentación o bien por tratamiento térmico. La transformación de una especie a otra se produce a muy baja temperatura (250 °C). A partir de pigmentos de limolita (amarillos) se pueden obtener por deshidratación pigmentos de maghemita (rojo pardo) y hematita (rojo).

Por lo tanto, no se puede determinar mediante las técnicas utilizadas en el presente estudio si la hematita/maghemita ha sido obtenida por tratamiento térmico o si estos óxidos son de origen natural. Los pigmentos rojos y amarillos presentan posibilidades diferenciales de colores obtenibles, siendo las más amplias las del amarillo (limonita). Esto se debe a que mediante tratamiento térmico se pueden lograr los distintos tonos de rojo, no siendo posible el proceso inverso. La muestra 6 (microsector B, 15-25 cm) del sitio Chorrillo Malo 2 consiste en un fragmento de arcilla de color rojo muy consistente rodeado por un halo friable de color pardo que podría haber sido obtenido por medio de calcinación, a la cual debería su dureza y su susceptibilidad a la alteración.

La magnetita presente en la ma-

yoría de las muestras podría constituir una impureza en la hematita o en la roca sedimentaria de la cual fue extraído el pigmento. Es importante destacar que si la magnetita es llevada a una temperatura de 220 °C se transforma en óxido férrico de color rojo sin que cambie su patrón de difracción a los rayos X. No obstante, si la temperatura se incrementa hasta alcanzar los 550 °C la magnetita cambia su estructura convirtiéndose en hematita. En la provincia de Santa Cruz existen importantes yacimientos de magnetita, uno de los más conocidos se halla en el lago Cardiel, donde yace en grandes volúmenes en arenas en las costas del lago. También es común en varios sectores de las playas de distintos cuerpos lacustres, en estratos sedimentarios y en la costa oceánica. Esta gran disponibilidad abre la posibilidad de que se haya utilizado esta metodología para la obtención de pigmentos rojos. Sin embargo, ello debe interpretarse sólo como una hipótesis que deberá ser analizada a la luz de un número mayor de muestras y de análisis experimentales y cuantitativos.

La utilización de yeso tanto como aditivo para la dilución de pigmentos o como base previa a la aplicación sobre la roca ha sido una técnica conocida y practicada en Patagonia (ver Aschero 1988, Barbosa y Gradin 1986-1987). A partir de los resultados presentados, esto también sucedería en el sector Chorrillo Malo del área del lago Roca. El yeso como aditivo en las mezclas pigmentarias provenientes del Sitio Chorrillo Malo 2 fue reconocido tanto por reacción química como por difracción de rayos X. Su presencia fue comprobada en pigmentos (microsector C, 6-16 cm, microsector B, 16-26 cm y microsector D, 56-66 cm -Muestras 3, 6 y 8 respectivamente). Mientras que su utilización como base o soporte fue identificado en cuatro de los cinco fragmentos exfoliados de las paredes del alero Chorrillo Malo 1 lado este Chorrillo Malo, 2 (microsector D, 66-76 cm) Chorrillo Malo 7 (Motivo concéntrico) y Chorrillo Malo 7 (superficie). En estos casos, el yeso pudo identificarse en forma de una capa muy delgada, tanto debajo de la capa de color como solo, o por debajo de restos de pinturas muy desvaídas. En estos dos últimos casos, la capa de yeso se presenta como una estructura dendrítica a veces en forma de panel de abejas probablemente debido a la disolución del yeso por humedad ambiente u otros agentes. La identificación de esta estructura posibilitaría el reconocimiento de

sectores pintados, por ejemplo, en restos de soporte exfoliados que actualmente no muestran pinturas (ver Aschero 1983-1985, 1988).

En el caso de la muestra 3 de Chorrillo Malo 2, microsector C, 6-16 cm, conjuntamente con el yeso, se identificó calcita. Dicha especie es altamente probable que haya sido agregada en forma involuntaria a la mezcla al incorporar el yeso, dado que es común que ambos minerales se encuentren asociados en la naturaleza.

En las capas sedimentarias de la región o en cuerpos lacustres cercanos no ha sido observado yeso en las cantidades suficientes como para permitir su aprovechamiento. Sin embargo, es común en la región extraandina, por lo que es de suponer que fuera transportado desde una distancia considerable.

La presencia de rodocrosita (carbonato de manganeso) en la muestra 16 del sitio Chorrillo Malo 2, debe interpretarse en forma preliminar como una impureza del material utilizado, ya que por sus propiedades químicas y físicas no se puede identificar la finalidad específica que tendría el incorporarla a la mezcla pigmentaria. Por otra parte, el análisis de fluorescencia indicó que el manganeso se encuentra en muy bajo porcentaje (0,98 %), por lo cual la participación de este mineral en la mezcla es secundaria. En esta misma muestra se determinó que pese a presentar una coloración roja, el análisis no detectó la presencia de hematita, por lo cual es posible que se encontrara por debajo del límite de detección del método. Rial y Barbosa (1983-1985) detectaron la presencia de hematita sólo aumentando considerablemente la sensibilidad del equipo, hecho que confirma en ambos casos que mediante concentraciones muy bajas del óxido era factible obtener la coloración deseada.

El cuarzo y la plagioclasa ocurren comúnmente como acompañantes de las arcillas, o en la mayoría de los materiales de donde podrían provenir los componentes de los pigmentos por lo cual sólo ofrecen información a los fines de la caracterización de la muestra.

Por último, los distintos elementos determinados mediante fluorescencia de rayos X guardan una buena correlación con las especies minerales determinadas. Como hecho llamativo, se debe destacar la presencia en la muestra 2 del sitio Chorrillo Malo 2 de un porcentaje de fósforo elevado; este, si bien, puede provenir de impurezas presentes en el material

originario o de algún proceso postdeposicional, su incorporación a la mezcla podría también deberse a fragmentos óseos de instrumentos utilizados para la preparación de la mezcla (ver Barbosa y Gradin 1986-1987).

## CONCLUSIONES

Si bien debe considerarse la posibilidad de la utilización de los pigmentos para pintura corporal u otras tecnofacturas, aparte de su empleo para pinturas rupestres en sí (Aschero 1988, Christensen 1997, Falchi 1994), en el sitio Chorrillo Malo 2 y a modo de hipótesis pueden asociarse los pigmentos a las pinturas rupestres. De la misma manera, si se consideran todas las muestras obtenidas, tanto de pigmentos como de pinturas, como provenientes de una sola unidad, se tendrían representadas las distintas etapas del proceso de producción de las pinturas. El mismo abarcaría desde la utilización del pigmento original, su tratamiento térmico, el agregado de aditivos y el empleo del soporte con y sin preparación. Si bien a partir del registro disponible esto no puede sostenerse para cada una de las unidades de excavación, sí puede ser utilizada como hipótesis a ser contrastada si se ampliaran las excavaciones.

Por otra parte, los pigmentos, las muestras de pinturas analizadas y los instrumentos con pigmentos recuperados también en este sitio -presentes desde algún momento posterior al 4520 AP y claramente anterior al 1950 AP- muestran la redundancia en el uso del sitio para una actividad que involucra el uso de pigmentos, al menos para la elaboración de pinturas rupestres desde ese momento.

Si comparamos los resultados aquí obtenidos con la información disponible para otros sitios ubicados en el noroeste de la provincia de Santa Cruz, como Cerro Casa de Piedra 5 (Aschero 1983-1985), Alero Cárdenas (Barbosa y Gradin 1986-1987) y la Cueva de las Manos (Iniguez y Gradin 1977), se puede ver que existe una base de conocimientos técnicos similares en cuanto a las posibilidades de obtención de colores mediante tratamiento térmico, utilización de aditivos y preparación de soportes.

Como ya fuera mencionado, en términos del estudio de la movilidad de las poblaciones que generaron las pinturas y pigmentos, la obtención de colorantes no habría representado restricciones, ya que pueden

ser recolectados en cualquiera de las tantas formaciones sedimentarias que abundan en la región. El único elemento de los utilizados para el proceso de manufactura de las pinturas y pigmentos que muestra el aprovisionamiento más allá de una escala local, sería el yeso.

Entonces, si consideramos que el sector Chorrillo Malo se encuentra en un ambiente de ecotono entre el bosque y la estepa, puede postularse que de ser utilizado el bosque en forma ocasional, esos momentos de utilización contemplaban cierta planificación, al menos desde el punto de vista de la producción de pinturas. De esta forma, también puede plantearse el conocimiento de la disponibilidad de soportes (cuya utilización como tales comenzaría en algún momento posterior a los 4520 años AP) y por lo tanto de abrigos, como lo refleja el sitio Chorrillo Malo 2, que exhibe ocupaciones desde hace 9700 años AP.

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Victor A. Funes del Laboratorio de Fluorescencia y Difracción de Rayos X de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco por la colaboración brindada en el manejo del equipo de rayos X.

Flavia Carballo Marina, Silvana Espinosa, Nora Franco y Luis Borrero comentaron distintas versiones del trabajo. Les estamos muy agradecidos.

A Cristian Favier Dubois, por hacernos llegar información que nos faltaba.

La Administración Nacional de Parques Nacionales permitió la realización de los trabajos y colaboró en distintas tareas logísticas.

Por último, agradecemos profundamente a la Sra. Luisa Díaz, propietaria de la Ea. Chorrillo Malo, quien muy gentilmente nos ayudó en todo lo que estuvo a su alcance.

BIBLIOGRAFIA

ASCHERO, C. 1983-1985. Pinturas rupestres en asentamientos cazadores-recolectores: dos casos de análisis aplicando difracción de rayos x. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología* 10:291-306.  
ASCHERO, C. 1988. Pinturas rupestres, activi-

dades y recursos naturales: un encuadre arqueológico. *Arqueología Contemporánea Argentina. Actualidad y Perspectivas*, Pp. 109-145. Ediciones Búsqueda, Buenos Aires.  
BARBOSA, C. E. y C. J. GRADÍN 1986-1987. Estudio composicional por medio de difracción de rayos X de pigmentos del alero Cárdenas, provincia de Santa Cruz. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* NS. Tomo XVII (1):143-171.  
BEDLIVY D. y E. ARCIDIACONO DE DURÁN 1978. *Introducción a la Determinación de Minerales por Difracción de Rayos X*. Asociación Argentina de Mineralogía Petrología y Sedimentología. Serie Didáctica N° 2. Buenos Aires.  
BELARDI, J. B., F. CARBALLO MARINA, M. L. HERNÁNDEZ LLOSAS y H. CEPEDA, Arqueología del bosque: el área del lago Roca, Lago Argentino, Provincia de Santa Cruz. En prensa en *Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina*.  
CARBALLO MARINA, F., L. A. BORRERO, N. V. FRANCO, J. B. BELARDI, V. HORWITZ, P. CAMPAN, F. MARTIN, S. MUÑOZ, F. BORELLA, M. F. GARCÍA y J. L. LANATA, Arqueología de la costa de lago Argentino, río La Leona y pampas altas intermedias. En prensa en *Praehistoria* 3.  
CHRISTENSEN, M. 1997. Les colorants du site de Bahía Colorada. *Bahía Colorada (île d'Englefield). Les premiers chasseurs de mammifères marins de Patagonie australe*. Editado por D. Legoupil. Pp. 227-233. Ministère des Affaires Etrangères. Editions Recherche sur les Civilisations, Paris.  
DANA E. S. y W. E. FORD 1985. *Tratado de Mineralogía*. Ed. Compañía Editorial Continental. México.  
FALCHI, M. P. 1994. Posibilidades y perspectivas en los estudios de pigmentos de pinturas rupestres. *Actas y Memorias (Primera parte). XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Revista del Museo de Historia Natural de*

- San Rafael XIII* (1-4):74-75.
- FAVIER DUBOIS, C. M. 1997. Indicadores de tasas de depositación relativas en el registro arqueológico, su aplicación en sitios de Fuego Patagonia. *Arqueología* 7:51-77.
- FRANCO, N. V., J. B. BELARDI, P. A. CAMPÁN y M. F. GARCÍA 1992. Primeras observaciones arqueológicas en cotas altas entre lago Argentino y lago Viedma (Santa Cruz). *Palimpsesto. Revista de Arqueología* 2:139-143.
- FRANCO, N. V., J. B. BELARDI, P. CAMPAN y N. STADLER 1996. *Informe campaña al cerro Verlika*. Informe presentado al CONICET. MS.
- FRANCO, N. V., L. A. BORRERO, F. CARBALLO MARINA, J. B. BELARDI, F. MARTIN, P. CAMPAN, C. M. FAVIER DUBOIS, M. I. HERNÁNDEZ LLOSAS, N. STADLER, H. CEPEDA, F. MUÑOZ, F. BORELLA, e I. CRUZ 1999. Arqueología del cordón Baguales y sistema lacustre al sur del lago Argentino. En prensa en *Praehistoria* 3.
- FURQUE, G. 1973. *Descripción Geológica de la Hoja 58b, Lago Argentino. Provincia de Santa Cruz*. Boletín 140. Subsecretaría de Minería. Servicio Nacional Minero. Buenos Aires.
- GOMEZ OTERO, J. 1989-1990. Cazadores tardíos en la zona fronteriza del paralelo 52 sur. El paraje de Juni Aike. *Anales del Instituto de la Patagonia. Serie Ciencias Sociales* 19:47-71.
- IÑIGUEZ, A. M. y C. J. GRADIN 1977. Análisis mineralógico por difracciones de rayos x de muestras de pinturas de la Cueva de las Manos, estancia Alto Río Pinturas. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología NS*. vol XV:121-128.
- NORRISH, K. y J.T. HUTTON 1969. An Accurate X-Ray Spectrographic Method for the Analysis of a Wide Range of Geological Samples. *Geochemica and Cosmochemica Acta*. Vol. 33. Pp 431-453. Pergamon Press.
- RIAL, G. E. y C. E. BARBOSA 1983-1985. Análisis mineralógico por difracción de rayos x de muestras de pinturas del cerro Casa de Piedra, sitio CCP5 (Provincia de Santa Cruz, Argentina) *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología* 10: 307-311.
- TERTIAN R. y F. CLAISSE 1982. Specimen Preparation - Glass-Transformed Solid Solution Specimens. *Principles of Quantitative X Ray Fluorescence Analysis*. Pp .323-330. Londres.
- VIVIT DAVISON y BI-SHIA WANG KING 1988. The Determination of Mayor Oxide and Trace element Concentration in Eighteen Chinese Fuorescence Spectrometry. *Geostandars Newsletter* 12 (2):363-370.