

CARACTERIZACIÓN Y PROCEDENCIA DE OBSIDIANAS DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS DEL AREA NATURAL PROTEGIDA LAGUNA DEL DIAMANTE (MENDOZA, ARGENTINA) CON METODOLOGÍA NO DESTRUCTIVA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS (XRF).

A. M. De Francesco*, V. Durán**,
A. Bloise* y G. Neme***

Resumen

A través de análisis químicos por Fluorescencia de Rayos (XRF) efectuados sobre fuentes del sur de Mendoza, Neuquén y Chile Central, y artefactos de obsidiana procedentes de sitios arqueológicos del Área Natural Protegida Laguna del Diamante (Mendoza, Argentina) se ha determinado la procedencia de esos artefactos. Con esa información se discuten algunas propuestas referidas a la movilidad y origen de las sociedades humanas, que ocuparon las tierras altas cordilleranas del centro y sur de Mendoza durante la última mitad del Holoceno tardío.

Palabras clave: Fluorescencia de rayos (XRF) / Obsidiana / Procedencia de artefactos arqueológicos / Centro-Oeste Argentino.

Abstract

The provenance of obsidian artifacts coming from the Natural Protected Area Laguna del Diamante has been determined through X-Ray Fluorescence (XRF) chemical analysis made on them and on samples coming from sources located in south Mendoza, Neuquén and Central Chile. This information is used for evaluating previous proposals about the mobility and origin of the human societies that occupied the Cordillera highlands of central and south Mendoza during the last half of the Late Holocene.

Key words: X-Ray Fluorescence / Obsidian / Artifacts provenance / West-Central Argentina.

Introducción

En los últimos años se han realizado estudios de elementos traza sobre obsidiana que apuntan a resolver diferentes problemas arqueológicos del sur de Mendoza (Seelenfreund *et al.* 1996; Durán *et al.* 2004). Se han descubierto y caracterizado químicamente varias fuentes de esa materia prima, se ha definido la intensidad de uso de

* Dipartimento di Scienze della Terra - Università della Calabria - 87036 Rende (CS) - Italy.

E-mail: defrancesco@unical.it.

** Laboratorio de Geo-arqueología. CONICET. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Cuyo.

E-mail: duranvic@logos.uncu.edu.ar.

*** CONICET. Museo de Historia Natural de San Rafael, Mendoza, Argentina. E-mail: ananeme@infovia.com.ar.

las mismas, su dispersión areal y los cambios en su aprovechamiento a través del tiempo. Entre los resultados obtenidos, llamaba la atención la ausencia de artefactos de obsidiana de algunas de las fuentes localizadas en la cordillera en sitios arqueológicos extra-cordilleranos ubicados al sur del río Diamante -para el caso de la fuente Laguna del Diamante- (Durán *et al.* 2004), y en sitios relativamente próximos a las mismas -para el caso de la fuente Arroyo de Las Cargas-. Excavaciones y relevamientos llevados a cabo recientemente, junto a una mejor caracterización de las fuentes mencionadas, permiten discutir cuestiones referidas a la movilidad, intercambio y aprovechamiento de este recurso en las áreas cordilleranas del sur de Mendoza y Chile Central.

En base a las propuestas de Crisci *et al.* (1994) y De Francesco *et al.* (2000, 2004) se han analizado, con metodología no destructiva por Fluorescencia de Rayos X, 34 artefactos de obsidiana provenientes de dos sitios arqueológicos del Área Natural Protegida Laguna del Diamante (Mendoza, Argentina). Esta reserva se ubica en la Cordillera de Los Andes, próxima al límite argentino-chileno. Por sus características ecológicas y alturas de base que sobrepasan en general los 3200 m.s.n.m. es un lugar ideal para estudiar procesos de adaptación humana a ambientes de altura.

La información arqueológica disponible muestra que esta zona comenzó a ser utilizada hace aproximadamente 2100 años (Durán *et al.* 2006). En los estudios efectuados se han discutido distintas hipótesis en cuanto al lugar de origen de las sociedades que ocuparon estas tierras altas (Durán *et al.* 2004, 2006). Si bien hasta el presente ha tenido mayor aceptación la propuesta de un uso estacional de estos ambientes de altura por sociedades cazadoras-recolectoras provenientes de la vertiente oriental (Lagiglia 1999; Neme 2002; entre otros); en los últimos años se está afianzando la idea de que también participaron en el poblamiento humano del área sociedades agrícolas de la vertiente occidental (Sanhueza *et al.* 2004; Durán *et al.* 2006; entre otros).

Para contrastar estas propuestas se está desarrollando un programa regional de caracterización química de fuentes y de artefactos arqueológicos elaborados sobre obsidiana. La metodología analítica no destructiva elegida permite definir el lugar de origen de las obsidiana utilizadas en la fabricación de artefactos recuperados de excavaciones arqueológicas. Si bien este método puede ser considerado menos preciso que otros (por ejemplo: análisis por activación de neutrones -INAA-), tiene la ventaja de conservar la integridad de las muestras. En los análisis de rutina por Fluorescencia de Rayos X y también en INAA las muestras se reducen a polvo, lo que genera la imposibilidad de estudiar artefactos con un valor museográfico y/o patrimonial alto. Por otra parte, la metodología elegida ha sido utilizada exitosamente en numerosos sitios arqueológicos del neolítico italiano y europeo (De Francesco *et al.* 2002 a y b, 2003, 2004; Antonelli *et al.* 2006; Langella *et al.* 2003).

Ubicación de las fuentes, metodología y resultados de los análisis químicos

La primera fase del trabajo ha consistido en la caracterización química de las obsi-

La fuente Arroyo de Las Cargas fue descubierta recientemente por personal del Complejo Las Leñas, se obtuvo de ellos la localización y una muestra, por ello no se puede hacer aún una descripción precisa de la misma y de su entorno.

En cuanto a las fuentes de Laguna del Diamante, se han distinguido allí tres sub-fuentes: 1- Arroyo Las Numeradas; 2- Cerro Casimiro; y 3-Arroyo Paramillos (ver Figura N°2 del trabajo de Durán *et al.* 2006 -en este volumen-). Las dos primeras corresponden a lugares donde se dan concentraciones y dispersiones irregulares de bloques diaclasados de obsidiana, en depósitos laháricos y piroclásticos de la Formación Huincán (Figura N°2). La tercera es un área de límites irregulares que incluye depósitos morénicos correspondientes a la última glaciación, y coluviales de edad reciente que se desarrollan en ambas márgenes del arroyo Paramillos (Sruoga *et al.* 2004). En estos depósitos recientes se ubican nódulos pequeños de obsidiana (en general con largos menores a 4 cm), muy redondeados, con una dispersión bastante irregular.

Figura N° 2. Fuente de obsidiana Cerro Casimiro, Laguna del Diamante.



Análisis de muestras provenientes de fuentes

El análisis químico de las muestras provenientes de fuentes se efectuó sobre polvo, utilizando el equipo de Fluorescencia de rayos X Philips 1740 ubicado en el Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de La Calabria (Italia). El polvo de obsidiana, obtenido sobre un molino de ágata, se prensó en un contenedor adecuado y luego fue puesto bajo análisis. Se han analizado elementos mayores, menores y traza, siguiendo el procedimiento de Franzini *et al.* (1972) para la corrección del efecto de matriz. Los resultados de los análisis de XRF se exponen en la Tabla N°1.

Tabla N° 1. Caracterización química de las obsidias provenientes de fuentes.

Sample	Laguna Maule								Ar Car
	C4MI	N7LMA	C5MA	C3MA	N8LMA	I7	N12	I	NMA
SiO ₂	75.10	76.94	76.59	76.55	76.49	75.58	76.29	74.93	74.56
Al ₂ O ₃	0.21	0.17	0.18	0.17	0.17	0.15	0.18	0.22	0.17
Fe ₂ O ₃	13.58	12.48	12.62	12.79	12.78	13.04	12.87	13.65	13.94
MnO	1.11	0.99	1.04	0.94	0.95	1.24	0.99	1.15	1.51
MgO	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08
CaO	0.29	0.22	0.25	0.23	0.24	0.20	0.26	0.29	0.62
Na ₂ O	0.65	0.64	0.70	0.64	0.63	0.54	0.64	0.66	1.47
K ₂ O	4.86	3.94	3.96	4.25	4.27	4.35	4.33	4.88	4.36
TiO ₂	4.09	4.56	4.59	4.35	4.38	4.84	4.36	4.12	3.24
P ₂ O ₅	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.05
Nb	13	10	12	12	8	29	12	13	8
Y	17	14	13	15	18	15	13	17	13
Rb	163	189	191	180	178	163	181	165	119
Zr	122	103	90	98	84	118	93	119	115
Sr	87	64	68	70	67	51	72	88	198
Ni	2	3	4	3	6	3	4	1	3
Cr	1	2	3	2	2	2	2	2	6
V	2	5	6	6	7	1	7	2	8
La	44	33	41	40	37	33	37	36	37
Ce	72	61	67	66	66	61	54	72	54
Co	2	2	3	2	1	2	1	1	3
Ba	676	606	618	614	609	226	603	671	536

Sample	Cerro Huenul				Laguna Negra		Laguna Diamante			Ar Par
	EIH.	E9HU	E10HU	E1HU	C2LNEG	C16NEG	A6DIAM	A7DIAM	I3S	I4
SiO ₂	77.71	76.92	77.12	77.21	74.25	74.55	77.08	76.92	78.29	75.89
Al ₂ O ₃	0.10	0.10	0.11	0.11	0.26	0.26	0.09	0.10	0.08	0.15
Fe ₂ O ₃	12.53	13.01	12.89	12.87	13.91	13.72	12.83	12.96	12.18	13.42
MnO	0.82	0.83	0.81	0.78	1.31	1.33	0.77	0.76	0.72	1.00
MgO	0.08	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.07	0.06	0.06
CaO	0.24	0.24	0.24	0.23	0.40	0.39	0.20	0.23	0.20	0.37
Na ₂ O	0.74	0.73	0.74	0.73	0.90	0.89	0.57	0.58	0.55	1.23
K ₂ O	4.17	4.32	4.33	4.31	4.89	4.85	4.15	4.17	3.91	4.25
TiO ₂	3.59	3.73	3.65	3.64	3.97	3.89	4.22	4.20	3.99	3.60
P ₂ O ₅	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
Nb	12	15	12	14	13	12	14	14	12	12
Y	0	11	13	10	17	17	11	11	10	7
Rb	95	109	106	108	157	154	154	149	143	115
Zr	12	70	65	69	185	159	63	66	56	107
Sr	89	107	104	106	146	129	70	70	67	209
Ni	25	2	25	9	2	3	10	13	2	4
Cr	5	3	3	4	3	3	3	1	3	3
V	2	3	2	2	5	8	0	2	1	7
La	18	22	18	18	37	36	15	18	18	29
Ce	30	42	42	30	66	72	24	30	18	60
Co	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1

Toda la obsidiana analizada tiene una composición riolítica, como lo muestra la Figura N°3 (Le Bas et al. 1986).

Figura N° 3. Diagrama clasificatorio TAS (Le Bas et al. 1986).

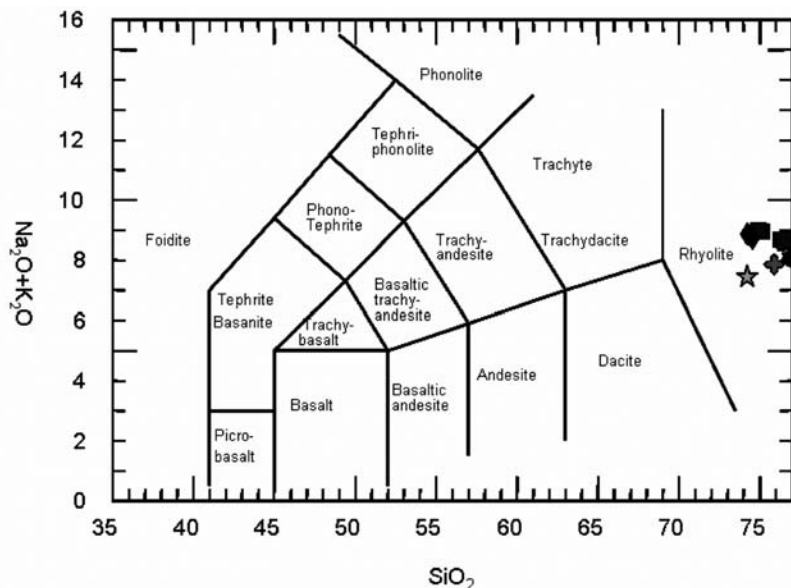
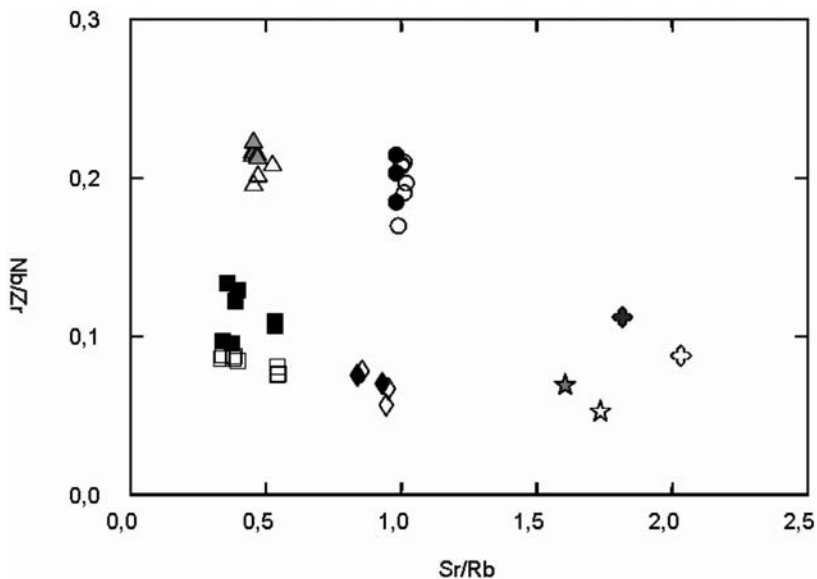


Figura N° 4. Comparación entre los reportes de las concentraciones en ppm sobre polvo de obsidiana geológica (símbolos plenos) y los reportes de intensidad de rayos X sobre fragmentos de las muestras de obsidiana de las fuentes (símbolos vacíos). Símbolos: ◇ - Arroyo Paramillos (Laguna Diamante); ○ - Cerro Huenul; △ - Laguna Diamante; □ - Laguna Maule; ◇ - Laguna Negra; ☆ - Arroyo de Las Cargas.



De las mismas muestras de obsidiana provenientes de fuentes se extrajeron fragmentos con formas y volúmenes semejantes a los de las muestras arqueológicas. Estos fragmentos fueron analizados luego a través de Fluorescencia X con metodología no destructiva (Crisci *et al.* 1994; De Francesco *et al.* 2000, 2005). Los datos de intensidad de rayos X obtenidos con el método no destructivo por XRF se confrontaron con los conseguidos sobre polvo con el método Standard, con el fin de verificar la sensibilidad del primero para discriminar la variedad de fuentes de obsidiana. El diagrama de la Figura N°4 (Sr/Rb vs Nb/Zr) muestra la óptima correspondencia entre la concentración absoluta de los elementos traza obtenida con metodología XRF sobre polvo y la intensidad de rayos X conseguida con la metodología no destructiva sobre los fragmentos íntegros. Si bien estos últimos muestran un ligero deslizamiento hacia abajo, el área es absolutamente confrontable.

Descripción del método analítico no destructivo por Fluorescencia X

El método analítico no destructivo por Fluorescencia X consiste en la irradiación del fragmento íntegro de obsidiana con rayos X primarios. Como consecuencia de esta acción, los elementos químicos contenidos en la muestra se excitan y emiten rayos X secundarios. El tipo e intensidad de los rayos secundarios dependerán de la naturaleza y concentración de los elementos químicos excitados.

Para un elemento químico dado, la intensidad de de rayos X emitidos dependerá no sólo de su concentración sino también de otros factores como:

- a- los efectos de absorción ligados a los elementos mayores contenidos en la muestra;
- b- los efectos granulométricos debidos a las dimensiones y formas de los cristales de las rocas; y
- c- los efectos relacionados con la superficie irradiada por rayos X de la muestra examinada.

Al efectuar análisis de XRF se deben manipular las muestras por la necesidad de generar superficies de irradiación perfectamente planas y de homogeneizar las mismas. Los efectos de absorción pueden considerarse sin importancia, ya que es escasa la variabilidad de elementos mayores en la obsidiana, y también los granulométricos por la baja presencia de fases cristalinas. En cambio, es un problema mayor no disponer de superficies de irradiación planas, que son además distintas en cada uno de los fragmentos de obsidiana analizados.

Al tener en cuenta que son solamente los efectos de superficie los que impiden una transformación directa de la intensidad de los rayos X secundarios en concentraciones absolutas, si se considera que para una misma muestra, las radiaciones emitidas por dos elementos químicamente afines, analizados contemporáneamente, soportan variaciones similares, los reportes de intensidad pueden ser usados entonces como concentraciones reales y por consiguiente para construir sus diagramas discriminantes.

Sólo cinco elementos químicos (Nb, Y, Zr, Rb y Sr) se han utilizado para definir las diversas áreas de proveniencia. Esta elección se justifica por la particular sensibilidad que tienen estos elementos químicos para caracterizar los procesos magmáticos que forman los fundidos riolíticos y dan origen a la obsidiana al solidificarse.

Análisis de muestras provenientes fuentes

Se seleccionaron 34 artefactos provenientes de los dos sitios excavados en Laguna del Diamante: LD-S4 y LD-S2. Al generar este conjunto se buscó que estuvieran representadas todas las variedades de obsidiana (clasificadas previamente en base a características macroscópicas: color, brillo, translucidez, etc.), y que hubiera especímenes de los distintos períodos de ocupación del Área. No se seleccionaron artefactos formatizados, sólo productos de talla (lascas y núcleos). Se trabajará en una instancia posterior sobre formatizados para corregir el sesgo que pudiera haberse dado en contra de artefactos conservados sobre obsidiana³. En los cuales podrían darse porcentajes mayores de obsidiana provenientes de fuentes distantes.

Tabla N° 2. Datos generales y proveniencia de las muestras de sitios arqueológicos. LD: fuente Laguna del Diamante (Arroyo Las Numeradas y Cerro Casimiro); LD-AP: fuente Laguna del Diamante-Arroyo Paramillos; LM: fuente Laguna del Maule; LN: fuente Laguna Negra; y ALC: fuente Arroyo de Las Cargas.

Muestra	Sitio	Componente/ Extracción	Cronología	Tipo	Variedad macroscópica	Fuente
Arg.1	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.8	1100±40 AP	Prod. talla	Cristalina	LD
Arg.2	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.9	1100±40 AP	Prod. talla	Crist. lechosa	LD
Arg.3	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.9	1100±40 AP	Prod. talla	Granular brill.	LD-AP
Arg.4	LD-S4-EI	Comp.II. Ext.5	782±35 AP	Prod. talla	Granul.opaca	LD-AP
Arg.5	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.7	1100±40 AP	Prod. talla	Oscura	LD-AP
Arg.6	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.8	1100±40 AP	Prod. talla	Lech.veteada	LD
Arg.7	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.7	1100±40 AP	Prod. talla	Negra/gris	LD-AP
Arg.8	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.8	1100±40 AP	Prod. talla	Blanca	LD
Arg.9	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.9	1100±40 AP	Prod. talla	Lechosa	LD-AP
Arg.10	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.7	1100±40 AP	Prod. talla	Cristalina	LD
Arg.11	LD-S4-EI	Comp.III.Ext.10	1100±40 AP	Prod. talla	Crist/cris.lech	LD
Arg.12	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.8	1100±40 AP	Prod. talla	Crist.veteada	LD
Arg.13	LD-S4-EI	Comp.II. Ext.6	782±35 AP	Prod. talla	Granular brill.	LD-AP
Arg.14	LD-S4-EI	Comp.II. Ext.6	782±35 AP	Prod. talla	Oscura	LD-AP
Arg.15	LD-S4-EI	Comp.II. Ext.6	782±35 AP	Prod. talla	Granul.opaca	LD
Arg.16	LD-S4-EI	Comp.I. Ext.1	190±60 A.P	Prod. talla	Gran.brill.vet.	LM
Arg.17	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.9	1100±40 AP	Prod. talla	Gris ambarina	LN
Arg.18	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.7	1100±40 AP	Prod. talla	Lechosa	LD
Arg.19	LD-S4-EI	Comp.I. Ext.1	190±60 A.P	Prod. talla	Lech.veteada	ALC

3- La casi totalidad de artefactos formalizados sobre obsidiana corresponde a puntas de proyectil (Durán et al. 2006).

Muestra	Sitio	Componente/ Extracción	Cronología	Tipo	Variedad macroscópica	Fuente
Arg.20	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.8	1100±40 AP	Prod. talla	Blanca	LD
Arg.21	LD-S4-EI	Rec. superficial	Sin fechado	Prod. talla	Blanca	LD
Arg.22	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.9	1100±40 AP	Prod. talla	Verde	LN
Arg.23	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.8	1100±40 AP	Prod. talla	Gran.brillante	LD-AP
Arg.24	LD-S4-EI	Comp.II. Ext.4	782±35 AP	Prod. talla	Gran.brillante	LD-AP
Arg.25	LD-S4-EI	Comp.I. Ext.3	190±60 A.P	Prod. talla	Blanca	LD
Arg.26	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.8	1100±40 AP	Prod. talla	Oscura	LD-AP
Arg.27	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.7	1100±40 AP	Prod. talla	Lechosa	LD
Arg.28	LD-S4-EI	Comp.II. Ext.3	190±60 A.P	Prod. talla	Crist.veteada	LD
Arg.29	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.8	1100±40 AP	Prod. talla	Crist.lechosa	LD
Arg.30	LD-S4-EI	Comp.III. Ext.9	1100±40 AP	Prod. talla	Crist.lechosa	LD
Arg.31	LD-S2-EI	Extracción 1	1410±60A.P	Prod. talla	Oscura	LD-AP
Arg.32	LD-S2-EI	Extracción 3	1410±60A.P	Prod. talla	Lech.veteada	LD
Arg.33	LD-S2-EI	Extracción 2	1410±60A.P	Prod. talla	Crist.veteada	LD-AP
Arg.35	LD-S4-EI	Comp.I. Ext.3	190±60 A.P	Núcleo	Cristalina	LD

Los 34 artefactos arqueológicos fueron analizados con el método analítico no destructivo por XRF. Al igual que con las muestras provenientes de fuentes, se obtuvieron las intensidades de rayos X de los elementos traza ya mencionados (Nb, Zr, Y, Sr y Rb). Estos datos se confrontaron para definir la proveniencia de las obsidias arqueológicas. Los resultados se muestran gráficamente en los diagramas de las Figuras N°5, 6 y 7.

Figura N°5. Diagrama binario de los reportes de intensidad de Sr/Zr vs Sr/Rb. La superposición de las muestras arqueológicas con las de las fuentes determina la proveniencia. Símbolos: + Muestras arqueológicas; Fuentes de obsidiana: ◇ - Arroyo Paramillos (Laguna del Diamante); ○ - Cerro Huenul; △ - Laguna del Diamante (Arroyo Las Numeradas y Cerro Casimiro); □ - Laguna del Maule; ◇ - Laguna Negra; ☆ - Arroyo de Las Cargas.

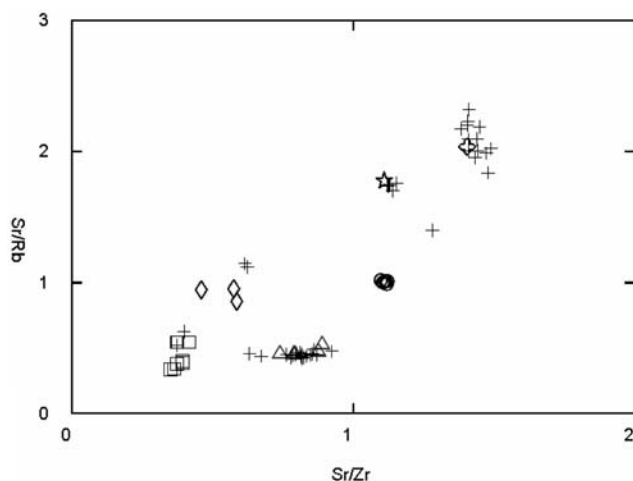


Figura N°6. Diagrama binario de los reportes de intensidad de Zr/Sr vs. Rb/Zr. Símbolos como los de la Figura N° 5.

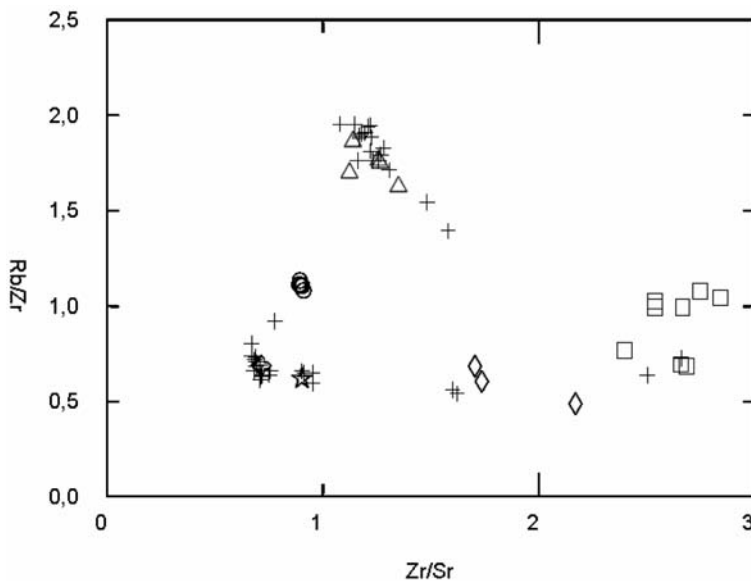


Figura N° 7 - Diagrama ternario de los reportes de intensidad de Zr/Sr - Sr/Zr - Rb/Zr. Símbolos como los de la Figura N°5.

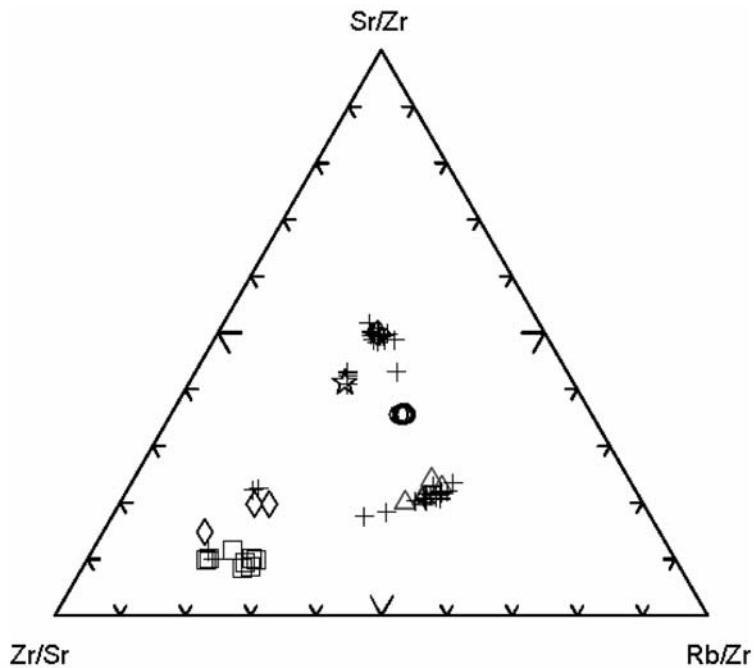


Tabla N° 3. Reporte de intensidad de rayos X de las muestras arqueológicas de los sitios LD-S2 y LD-S4.

Elemento Muestra	Nb	Zr	Y	Sr	Rb
Arg.1	226	665	73	564	1265
Arg.2	96	501	57	383	857
Arg.3	130	1605	58	2282	1131
Arg.4	197	1344	124	1979	1079
Arg.5	119	1357	54	1949	974
Arg.6	105	553	59	476	973
Arg.7	167	1583	117	2219	998
Arg.8	179	783	93	636	1378
Arg.9	173	1612	120	2225	1026
Arg.10	68	299	20	245	581
Arg.11	150	705	76	603	1323
Arg.12	158	653	91	440	1007
Arg.13	152	1634	70	2395	1208
Arg.14	217	1927	155	2720	1173
Arg.15	119	544	52	445	985
Arg.16	179	1942	90	2765	1324
Arg.17	37	1439	20	898	803
Arg.18	103	419	23	327	766
Arg.19	98	1349	83	1555	919
Arg.20	73	316	30	261	613
Arg.21	144	660	74	564	1248
Arg.22	104	2620	73	1614	1411
Arg.23	168	1748	71	2417	1207
Arg.24	153	1399	48	1996	1023
Arg.25	115	720	67	567	1290
Arg.26	124	1189	74	1647	759
Arg.27	140	601	58	502	1146
Arg.28	154	653	94	413	909
Arg.29	95	542	64	472	1057
Arg.30	161	736	83	585	1296
Arg.31	112	1063	81	1465	700
Arg.32	116	511	44	417	962
Arg.33	163	1292	81	1863	854
Arg.35	221	940	145	869	1835

Conclusión

Los resultados obtenidos de los análisis químicos efectuados sobre artefactos arqueológicos de los sitios LD-S2 y LD-S4 otorgan un claro predominio a las fuentes de obsidiana más próximas (las fuentes LD y LD-AP se ubican a distancias menores a 10 km de los mismos). En los sitios mencionados la presencia de obsidiana alcanza valores muy altos: alrededor del 40 % en el primero y del 70 % en el segundo. Sobre

todo en este último, aparecen productos de talla correspondientes a todas las etapas de las secuencias de reducción de las fuentes de obsidiana locales. Lo que demuestra un uso bastante intensivo y prolongado de las mismas (Durán et al. 2006).

Estudios precedentes muestran que la obsidiana originaria de Laguna del Diamante no se presenta en sitios arqueológicos ubicados en la vertiente oriental, al sur del río Diamante (Durán et al. 2004). Para explicar este hecho, en el trabajo citado, se pusieron en discusión distintas alternativas: 1- uso de estas fuentes por cazadores-recolectores de las planicies orientales; 2- uso de estas fuentes por cazadores-recolectores adaptados a ambientes cordilleranos; o 3- uso de estas fuentes por agricultores de la vertiente occidental. El que no aparecieran obsidias de Laguna del Diamante, en una muestra pequeña de sitios chilenos, hizo que se diera preferencia entonces a la segunda alternativa.

La información ahora generada permite profundizar aquella discusión. La presencia minoritaria de artefactos elaborados sobre obsidias provenientes de las fuentes de Arroyo de Las Cargas (alrededor de 100 km al sur) y de las lagunas Negra y del Maule (ambas a más de 220 km al suroeste), podría ser utilizada para afirmar que los grupos que ocuparon este sector de la cordillera tuvieron, en los últimos 2000 años, rangos de movilidad altos. Pero debe tenerse en cuenta que los mismos resultados podrían servir también para defender otras alternativas.

Sólo un 11,4 % de la obsidiana analizada proviene de fuentes distantes; lo que muestra una clara preferencia por los recursos locales, pese a que los mismos aparecen (en general) en forma de nódulos pequeños y con densidades mucho menores que en aquellas fuentes. Este resultado es coherente con las expectativas de movilidad de grupos que explotan ambientes de altura.

Si bien la muestra no es muy numerosa, llama la atención que sea mayor la frecuencia de obsidiana proveniente de fuentes ubicadas a más de 200 km, en relación a la que proviene de alrededor de 100 km (8,5 % corresponde a Laguna del Maule-Laguna Negra y 2,8 % a Arroyo de Las Cargas). Hay dos modelos que intentan explicar la distribución de materiales no locales en un paisaje. El primero de ellos es el llamado "*down the line*" (Renfrew 1993; Brose 1994). De acuerdo con el mismo, se espera que la frecuencia de elementos no locales esté en relación directa con la distancia. Es decir que cuanto más lejos se esté de la fuente de origen del material exótico, menor va a ser la cantidad de elementos de esa fuente y, a la inversa, mientras menor sea la distancia a la fuente mayor será la presencia de elementos de la misma.

Por otra parte, el segundo tipo de modelos de dispersión de materiales no locales, en el que se pueden incluir el llamado "*punto a punto*" (Brose 1994) y el "*focalizado*" (Stewart 1994), predicen expectativas de hallazgos similares a lo encontrado en Laguna del Diamante. En estos modelos, se espera que las cantidades de elementos no locales no disminuyan en función de la distancia de la fuente; sino que, por el contrario, se encuentren puntos en el paisaje con frecuencias de materiales que no guarden ningún tipo de relación con la localización de sus lugares de aprovisionamiento (por ejemplo

densidades mayores de materiales de las fuentes más distantes, en relación a las menos distantes). Este tipo de situaciones son esperables en redes sociales con sistemas de intercambio estructurados, en los que generalmente se están moviendo elementos con alto valor social o que cumplen otro tipo de funciones como la de reforzar alianzas entre grupos. El tipo de comportamiento de la cultura material, relacionado a este segundo tipo de modelos, está fuertemente influenciado por prácticas culturales, especialmente aquellas referidas a la estructuración de alianzas, ferias o redes de circulación de bienes entre otros (Janetsky 2002). Podría considerarse entonces que, en Laguna del Diamante, la frecuencia de hallazgos de obsidiana no local se escapa parcialmente de las expectativas del modelo “*down the line*”. Por lo cual disminuirían las posibilidades de que la presencia de ítems provenientes de áreas distantes se deba a un aumento en los niveles de movilidad de los grupos humanos.

En lo que hace a la discusión sobre el origen de las sociedades que ocuparon este sector de la cordillera, los resultados obtenidos no aportan argumentos concluyentes a favor de ninguna de las hipótesis propuestas. Si bien los datos a favor de una movilidad restringida serían los esperados por el modelo de intensificación planteado por Neme (2002) para cazadores-recolectores de la vertiente oriental; también funcionarían para defender un aprovechamiento estacional de los valles cordilleranos por grupos de agricultores de la vertiente opuesta. Un aprovechamiento que pudo también ser la respuesta a un proceso de intensificación iniciado en las tierras bajas occidentales.

En un escenario como el propuesto, queda aún por definir cómo funcionaron y evolucionaron esas redes de intercambio, quiénes participaron en ellas, cuál fue el rol que tuvieron en las mismas espacios cordilleranos como el de Laguna del Diamante, cómo se controlaban las vías y nodos de circulación, etc. La Arqueometría comienza en esta región a ofrecer respuestas a algunos de aquellos interrogantes. Dentro de esta línea de investigación, el método no destructivo por Fluorescencia de Rayos X, por ser poco costoso, versátil, sensible y rápido, permite analizar muestras arqueológicas numerosas sin ninguna selección o pérdida. Los resultados obtenidos confirman, una vez más, su utilidad y lo transforman en una herramienta válida para determinar el origen y dispersión de las obsidias arqueológicas.

Agradecimientos: A la Universidad de La Calabria, Italia, por haber avalado el proyecto y haber afrontado los costos de los análisis efectuados en el Laboratorio de Ciencias de La Tierra. Al CONICET y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (FONCYT) por haber avalado y subsidiado los estudios arqueológicos, a través del PIP 02924 y el PICT-I4695 respectivamente. Esta investigación también recibió el aval y apoyo financiero de la SECYT (Universidad Nacional de Cuyo).

Bibliografía

- ANTONELLI, F., G. M. CRISCI, A. M. DE FRANCESCO y M. SILVESTRINI. 2005. Le ossidiane degli insediamenti neolitici delle Marche: provenienza ed implicazioni. *Atti del Convegno di Caserta*. Pp.303-311. Patron Editore, Bologna, Italia.
- BROSE, D. 1994. Trade and exchange in the Midwestern United States. En: *Prehistoric exchange systems in North America*. Editores Baugh, T. y J. Ericson. Pp. 215-240. Plenum Press. New York.
- CRISCI, G. M., M. RICQ-DE BOUARD, U. LANZAFAME y A. M. DE FRANCESCO. 1994. Nouvelle méthode d'analyse et provenance de l'ensemble des obsidiennes néolithiques du midi de la France. *Gallia Préhistoire*, 36: 299-327. Francia.
- DE FRANCESCO, A. M., G. M. CRISCI y U. LANZAFAME. 2000. Non-destructive analytical method by XRF for provenancing archaeological obsidians from Mediterranean Area. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* Vol.357:229-239. Italia.
- DE FRANCESCO, A. M., G. M. CRISCI, M. BOCCI y U. LANZAFAME. 2002. Provenienza delle ossidiane archeologiche di alcuni siti neolitici italiani. *PLINIUS, supplemento italiano all'European Journal of Mineralogy*, N°28:137-138. Italia.
- DE FRANCESCO, A. M., G. M. CRISCI, G. RADÌ, C. TOZZI, P. PERAZZI y S. DUCCHI. 2002. Provenance of the obsidians coming from Catignano (Abruzzo), Pianosa (Tuscany Archipelago) and Lumaca (Corsica) Neolithic sites with non-destructive X-ray Fluorescence analytical method. 2° *Congresso Nazionale Scienza e Beni Culturali*. Bologna. 29 de enero-1 de febrero de 2002. Italia.
- DE FRANCESCO, A. M., M. BOCCI y G. M. CRISCI. 2004. Provenienza dal Monte Arci per le ossidiane di alcuni siti archeologici dell'Italia Centrale e della Francia Meridionale. *Atti del 2° Convegno Internazionale "L'ossidiana del Monte Arci nel Mediterraneo"*. Pau (Cagliari) 28-30 de noviembre de 2003. Ed. AV (CA). Pp. 303-309. Italia.
- DE FRANCESCO, A. M. y G. M. CRISCI. 2003. L'ossidiana. En: *Gli scavi nel villaggio neolitico di Catignano (1971-1980)*. Editores Tozzi, C. y B. Zamagni. Origines, Studi e materiali pubblicati a cura dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. Pp. 239-240. Firenze. Italia.
- DE FRANCESCO, A. M., M. BOCCI, G. M. CRISCI y U. LANZAFAME. 2005. Caratterizzazione archeometrica delle ossidiane del Monte Arci: confronto fra metodologia tradizionale in XRF e metodologia XRF non distruttiva. *Atti del III° Convegno Internazionale "L'ossidiana del Monte Arci nel Mediterraneo"*. Ed. PTM (OR). Pp. 117-128. Italia.
- DE FRANCESCO, A. M., M. BOCCI, G. M. CRISCI, D. LOVETRO, F. MARTINI, C. TOZZI, G. RADÌ, L. SARTI, M. T. CUDA y M. SILVESTRINI. 2006. Applicazione della metodologia analitica non distruttiva in Fluorescenza X per la determinazione della provenienza delle ossidiane archeologiche del Progetto "Materie Prime" dell'I.I.P.P. En: *Atti dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria*. Italia.
- DURÁN, V., M. GIESO, M. GLASCOCK, G. NEME, A. GIL y L. SANHUEZA. 2004. Estudio de fuentes de aprovisionamiento y redes de distribución de obsidiana durante el Holoceno tardío en el sur de Mendoza (Argentina). *Estudios Atacameños*, N°28: 25-43. San Pedro de Atacama, Chile.

- DURÁN, V., G. NEME, F. GIL y V. CORTEGOSO. 2006. Arqueología del Área Natural Protegida Laguna del Diamante (Mendoza, Argentina). En: *Arqueología y Ambiente en Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Mendoza*. Editores Durán, V. y V. Cortegoso. Tomo especial de Anales de Arqueología y Etnología N° 61. Mendoza, Argentina.
- FRANZINI, M., L. LEONI, y M. SAIITA. 1975. Revisione di una metodologia analitica per fluorescenza X basata sulla correzione completa degli effetti di matrice. *Rend. Soc. It. Min. Pet.* 31: 365-378. Italia.
- JANETSKY, J. 2002. Trade in Fremont society: context and contrast. *Journal of Anthropological Archaeology* 21: 344-370.
- LAGIGLIA, HUMBERTO. 1999. *Arqueología de Cazadores-Recolectores Cordilleranos de Altura*. ICN. Ediciones Ciencias y Arte. San Rafael, Mendoza, Argentina.
- LANGELLA, M., M. BOSCAINO, S. COUBRAI, A. CURCI, A.M. DE FRANCESCO y M. R. SENATORE. 2003. Baselice (Benevento): Il sito pluristratificato neolitico di torrente Cervaro. *Rivista di Scienze Preistoriche*, LIII: 259 - 336. Italia.
- LE BAS, M.J., R.W. LE MAITRE, A. STRECKEISEN, y R. ZANETTIN. 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the Total Alkali-silica diagram. *Journal Petrology*, 27/3: 745-750. Inglaterra.
- NEME, GUSTAVO. 2002. Arqueología del alto valle del río Atuel: modelos, problemas y perspectivas en el estudio de las regiones de altura del sur de Mendoza. En: *Entre Montañas y Desiertos: Arqueología del Sur de Mendoza*. Editores Gil, A. y G. Neme. Pp 65-84. Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires, Argentina.
- RENFREW, C. 1993. Trade beyond the material. En: *Trade and exchange in prehistoric Europe*. Editores Scarre, C. y F. Healy. Pp. 5-16. Oxbow Monograph 33. Oxbow.
- SANHUEZA, L., F. FALABELLA, E. FONSECA, y O. ANDONIE. 2004. Aplicación de análisis de pastas macroscópicos, petrográficos y de composición de elementos químicos al problema de la procedencia de cerámica en el Período Alfarero Temprano de Chile central y Cuyo, Argentina. *Estudios Atacameños*, N°28: 121-132. San Pedro de Atacama, Chile.
- SEELNFREUND, A., C. REES, R. BIRD, G. BAILEY, J. BÁRCENA y V. DURÁN, 1996. Trace element characterization of obsidian sources and artifacts of the central Chile (Maule river basin) and western Argentina (Colorado river). *Latin American Antiquity* 7 (1): 7-20.
- SRUOGA, P., M. ETCHEVERRÍA, A. FOLGUERA, D. REPOL y J. ZANETTINI. 2004. Hoja Geológica 3569-I. Volcán Maipo, provincia de Mendoza. *Boletín N°290 Servicio Geológico Minero Argentino*: 1-116. Buenos Aires, Argentina. Versión digital.
- SRUOGA, P., P. GUERSTEIN y A. BERMÚDEZ, 1993. Riesgo volcánico. En: *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*, Relatorio XII Congreso Geológico Argentino. Editor Ramos, V. Pp. 659-667. Mendoza, Argentina.
- STEWART, M. 1994. Late Archaic through Late Woodland Exchange in the Middle Atlantic region. En: *Prehistoric exchange systems in North America*. Editores Baugh, T. y T. Ericsson. Interdisciplinary Contribution to Archaeology. Pp. 72-126. Plenum Press. Nueva York y Londres.