

Análisis de procedencia de obsidianas: construyendo una propuesta metodológica desde el Noroeste de Argentina a partir de p-XRF.

Juan Montegú y Francisco Franco.

Cita:

Juan Montegú y Francisco Franco (2026). *Análisis de procedencia de obsidianas: construyendo una propuesta metodológica desde el Noroeste de Argentina a partir de p-XRF*. En A. Laguens y R. Cattáneo *Perspectivas arqueométricas*. Córdoba (Argentina): Universidad Nacional de Córdoba.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/francisco.franco/50>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/pTqk/a3z>

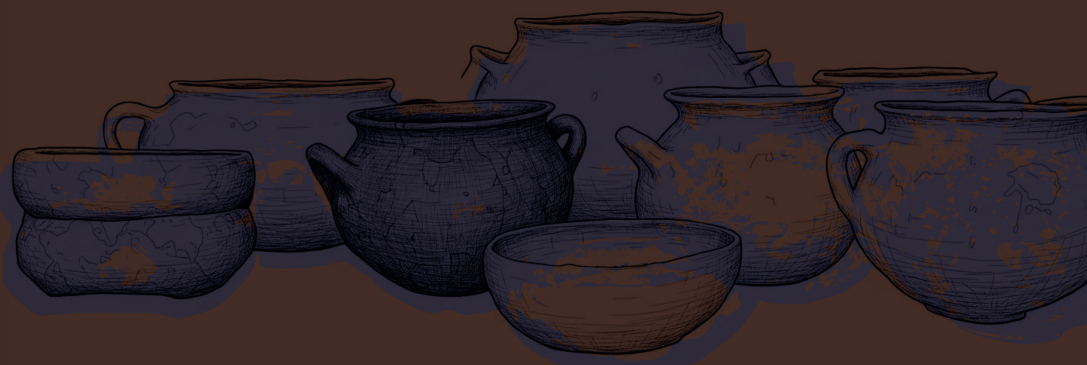


Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.

Perspectivas arqueométricas

Métodos y tecnologías en el estudio
de materiales arqueológicos y
bienes patrimoniales



Andrés Laguens y
Roxana Cattáneo
(compiladores)

PERSPECTIVAS ARQUEOMÉTRICAS

PERSPECTIVAS ARQUEOMÉTRICAS

Métodos y tecnologías en el estudio de materiales
arqueológicos y bienes patrimoniales

Andrés Laguens
Roxana Cattáneo
(compiladores)



Universidad
Nacional
de Córdoba



editorial

Autoridades UNC

Rector

Mgter. Jhon Boretto

Vicerrectora

Mgter. Mariela Marchisio

Secretario General

Ing. Daniel Lago

Prosecretaria General

Dra. Ing. Agr. Paola Andrea Campitelli

Director de Editorial de la UNC

Dr. Marcelo Bernal

Perspectivas arqueométricas: métodos y tecnologías en el estudio de materiales arqueológicos y bienes patrimoniales / Agustina Vazquez Fiorani ... [et al.]; Compilación de Andrés Laguens; G. Roxana Cattáneo. - 1a ed. - Córdoba: Editorial de la UNC, 2026.

Libro digital, PDF - (Ciencia)

Archivo Digital: online

ISBN 978-987-707-393-5

1. Arqueología. 2. Patrimonio Cultural. 3. Cultura. I. Vazquez Fiorani, Agustina II. Laguens, Andrés, comp. III. Cattáneo, G. Roxana, comp.
CDD 930.1

Diseño de colección y portada: **Lorena Díaz**

Diagramación: **Marco J. Lio**

Edición: **Laura Yawien y L. Díaz**

Coordinación editorial: **Lorena Díaz**

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723
Universidad Nacional de Córdoba, 2026

CAPÍTULO 10

ANÁLISIS DE PROCEDENCIA DE OBSIDIANAS: CONSTRUYENDO UNA PROPUESTA METODOLÓGICA DESDE EL NOROESTE DE ARGENTINA A PARTIR DE P-XRF

Juan M. Montegú

Instituto de Estudios Históricos, CONICET – Argentina.

juanmontegu@unc.edu.ar

Francisco Franco

Instituto de Estudios Históricos, CONICET – Argentina.

fran.franco1@gmail.com

La caracterización química para identificar la procedencia de artefactos líticos en obsidiana ha presentado un notable avance en la arqueología del Noroeste de Argentina en las últimas décadas. Particularmente, las aproximaciones desde la composición mineralógica han permitido identificar, mediante análisis de fluorescencia de rayos X (XRF) y activación neutrónica (NAA), una quincena de fuentes localizadas en la zona puneña de la cordillera de los Andes (Escola, 2007; Escola *et al.*, 2009; Yacobaccio *et al.*, 2002, 2004) (Figura 1). A partir de este tipo de estudios se han logrado identificar áreas de circulación de personas, materiales e ideas que han variado espacial y temporalmente, así como conexiones entre fuentes y sitios arqueológicos ubicados en la puna, los valles mesotermiales y las yungas (Carbonelli, 2012; Caria *et al.*, 2009; De Feo *et al.*, 2020; Escola y Hocsmann, 2007; Escola *et al.*, 2016; Martínez y Funes Coronel, 2020; Mercuri y Glascock, 2011; Míguez *et al.*, 2015; Montegú *et al.*, 2018; Pintar *et al.*, 2016; Scattolin y Lazzari, 1997; Sprovieri, 2014; Varde, 2020; Wynveldt y Flores, 2014; entre otros).

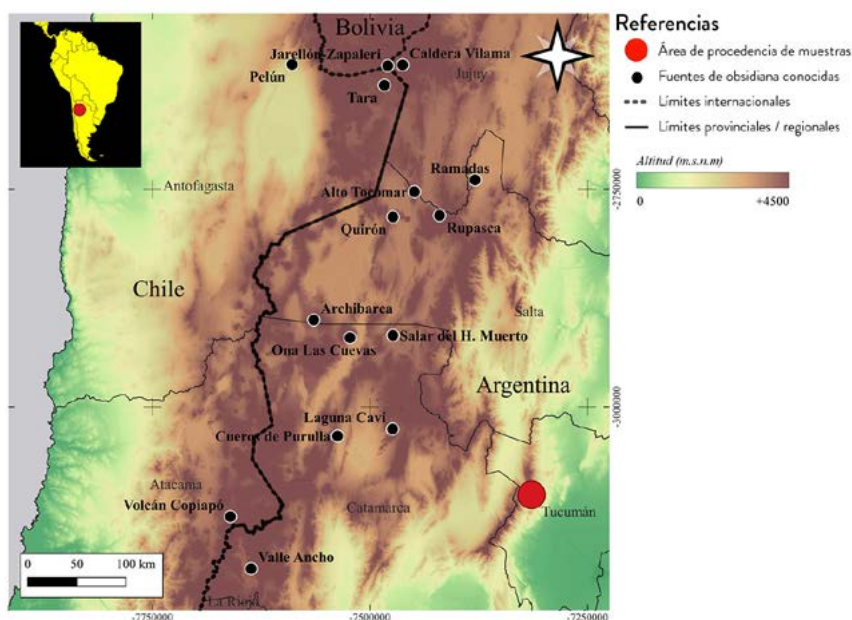


Figura 1. Distribución de fuentes de obsidianas identificadas en el NOA y área de estudio.

La característica que permite asignar la procedencia de la obsidiana a una fuente particular es una serie de elementos traza presentes en concentraciones menores al 1%, que complementa su composición química mayoritaria (75% SiO₂, 10-15% Al₂O₃, 3.5% Na₂O, 2.5% K₂O y 1-5% Fe₂O₃ + FeO) (Hughes, 1998). Los componentes minoritarios son específicos para cada formación geológica o parte de una formación, con lo cual, si bien pueden presentarse variaciones intra-fuente, se presenta mayor variación interformaciones (Escola y Hocsman, 2007). Existen distintas técnicas que permiten medir dichos elementos químicos en la obsidiana, entre ellas espectroscopía de emisión óptica (OES), espectroscopía de absorción atómica (AAS), emisión de rayos X o gamma por inducción de partículas (PIXE y PIGE), fluorescencia de rayos X (XRF) y activación neutrónica (NAA). Las técnicas de NAA y XRF son las más utilizadas a nivel mundial debido a su precisión en las mediciones y al menor costo de uso de sus instrumentos (Asaro *et al.*, 1994; Glascok, 2011, 2020; Glascok *et al.*, 1998; Shackley, 2011). Sin embargo, la ausencia de laboratorios y equipos propios en la región conlleva a que este tipo de estudios deban realizarse en laboratorios extranjeros, dado que cuentan con el equipamiento y también con muestras de referencia, lo cual implica costos logísticos y de procesamiento que dificultan una implementación a mayor escala.

En este trabajo, se presenta una propuesta alternativa para desarrollar análisis de procedencia sobre artefactos de obsidiana desde el Noroeste de Argentina. Para ello se utilizó un equipo de XRF portátil (pXRF) y muestras previamente

caracterizadas por un espectrómetro fijo (*benchtop*) en la Universidad de Missouri (Montegú, 2022; Montegú *et al.*, 2018). El objetivo principal del aporte es evaluar la confiabilidad y viabilidad del uso del equipo portátil. Asimismo, se espera que este tipo de análisis permita contribuir al desarrollo de una base de datos nacional y facilitar las discusiones sobre la circulación y uso de obsidianas a partir de análisis más accesibles y rápidos.

El uso de XRF en análisis de procedencia de obsidianas

La caracterización elemental de materiales arqueológicos por XRF se basa en un proceso de dos pasos: en el primero, un fotón incidente de un tubo de rayos X u otra fuente de fotones de baja energía incide en un átomo y elimina un electrón de la capa interna, lo que crea una vacante entre los electrones del átomo; el segundo paso se da por la reorganización de los electrones, durante la cual un electrón de la capa externa llena la vacante, seguida de la emisión de un rayo X fluorescente (Glascok, 2020; Ruvalcaba, 2018). El rayo X emitido tiene una energía única, cuya medición permite identificar al elemento y su proporción en el material, expresado en parte por millón (ppm).

La fiabilidad de los pXRF para la caracterización de fuentes de obsidianas y de materiales arqueológicos en esta materia prima ha sido probada de manera exitosa por distintas investigaciones a escala global (Abedi *et al.*, 2018; Frahm, 2013; Nazaroff *et al.*, 2010; Sheppard *et al.*, 2010; entre otros), y también en Sudamérica (Capriles *et al.*, 2018; Mendoza Martínez *et al.*, 2020; Pérez *et al.*, 2022; Pinter y Pessarossi-Langlois, 2013; Reid *et al.*, 2024; Serrano Ayala, 2020). En particular, se ha destacado que, si bien estos equipos resultan menos precisos que los XRF fijos, sus estimaciones resultan suficientes para generar grupos de aglomeración diferenciados como los que se utilizan para la medición de obsidianas. En todo caso, el principal problema para la realización de mediciones es que el uso de distintos artefactos de mensura genera resultados no necesariamente estandarizables (Nazaroff *et al.*, 2010), con lo cual cada instrumento debe desarrollar su propia base de datos contra la cual comparar la composición de cada muestra. Este ha sido uno de los problemas que se ha presentado al momento de querer utilizar nuestro equipo, ya que los resultados publicados de fuentes y materiales arqueológicos corresponden a equipos específicos, localizados fuera de Argentina, siendo difícilmente comparables con mediciones propias.

Metodología

En la presente propuesta se utilizó un equipo adquirido a partir del programa PRIMAR de la Universidad Nacional de Córdoba, a través de una colaboración entre equipos científicos de las Facultades de Filosofía y Humanidades y

de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Corresponde a un instrumento portátil de fluorescencia de rayos X, marca Thermo Scientific, modelo Niton XL2 con ánodo de Ag 45 kV máximo, 80 μ A máximo. El mismo permite medir un total de 30 elementos químicos, utilizando en nuestro caso como indicadores particulares las concentraciones de circonio (Zr), estroncio (Sr) y rubidio (Rb), habituales en este tipo de estudios debido a que, en general, sus ppm difieren entre fuentes de distinto origen geológico, y presentan menores márgenes de error (Glascok, 2011, 2020; Nazaroff *et al.*, 2010).

El problema central para desarrollar el programa de análisis fue que no se contaba con muestras de fuentes y tampoco resultaba viable realizar tareas de recolección en las mismas (dados los tiempos, costos y permisos necesarios). Sin embargo, se contaba con un considerable número de artefactos de obsidiana provenientes de excavaciones arqueológicas (N=200), de los cuales 11 muestras ya habían sido caracterizadas mediante XRF fijo como procedentes de la fuente Ona-Las Cuevas en el Laboratorio de Arqueometría de la Universidad de Missouri –MURR– (Montegu, 2022; Montegú *et al.*, 2018). Por lo tanto, la idea inicial fue que los datos que ya se habían establecido fidedignamente podían ser la base del desarrollo.

Los análisis se estructuraron en una serie de mediciones. La primera apuntó a evaluar la confiabilidad del instrumento de XRF portátil. En primer lugar, se midieron las 11 muestras arqueológicas (N de mediciones=106), caracterizadas previamente en el MURR como procedentes de la fuente Ona-Las Cuevas. Se combinaron tiempos de lectura de uno o dos minutos con cuatro o más mediciones de cada muestra, evaluando distintas caras o puntos en las mismas y en distintas fechas. Esas lecturas buscaron definir un área de dispersión confiable para la fuente Ona-Las Cuevas y así observar la confiabilidad del equipo. En segunda instancia, se realizaron mediciones exhaustivas sobre dos muestras arqueológicas, seleccionadas aleatoriamente, las cuales no habían sido caracterizadas previamente. En ambos casos, las piezas se midieron 10 veces durante un minuto en distintos puntos de una misma cara. Con esas mediciones se buscó evaluar la divergencia que podía presentar una misma muestra.

Con posterioridad, se caracterizó y agrupó por sus cualidades macroscópicas –color, opacidad, brillo– a la totalidad de las muestras arqueológicas de las que disponíamos, proyectando evaluar si las características macroscópicas diferenciadas se correlacionaban con distintas huellas químicas y, por ende, con distintas fuentes de procedencia. Así se definieron macroscópicamente 12 variedades (Tabla 1): cinco se adscribieron a Ona-Las Cuevas por su similitud con las muestras ya analizadas en el MURR (color negro-grisáceo, brillante, traslúcido; V1 a V5), otras tres a nuevas variedades de Ona-Las Cuevas (V6, V7 y V8) y cuatro que no parecían corresponder visualmente a esta fuente (mayor grado de opacidad, menor brillo), se definieron como de “fuente indeterminada” (V9 a V12).

La diferenciación macroscópica precedió a una segunda serie de mediciones, en la cual se analizó el conjunto total de muestras arqueológicas (N de muestras=185, N de mediciones=370). Las mensuras se realizaron por tiempos de un minuto y en dos caras, considerando las características de las piezas (tamaño, espesor, si presentaban caras lisas o irregulares, presencia o ausencia de corteza o concreciones, etc.). Los resultados fueron comparados contra las 126 lecturas de la primera serie realizada para evaluar si la composición química de las muestras arqueológicas era afín a Ona-Las Cuevas o a fuentes alternativas. A su vez, se buscó evidenciar si se presentaban otros agrupamientos.

Variedad	Color	Brillo	Transparencia	Inferencia	N
V1	Gris oscuro	Brillante	No translúcida	Ona-Las Cuevas	5
V2	Negro	Brillante	No translúcida	Ona-Las Cuevas	4
V3	Gris claro	Brillante	Semi translúcida, con líneas grises internas	Ona-Las Cuevas	27
V4	Gris oscuro	Brillante	Semi translúcida	Ona-Las Cuevas	36
V5	Gris claro	Brillante	Semi translúcida, con pequeñas inclusiones negras	Ona-Las Cuevas	24
V6	Sin color	Brillante	Translúcida	Indeterminada	9
V7	Negro	Brillante	Semi translúcida	Indeterminada	46
V8	Gris claro	Brillante	Translúcida	Indeterminada	35
V9	Gris oscuro	Opaco	Semi translúcida	Indeterminada	1
V10	Gris oscuro	Opaco	No translúcida	Indeterminada	8
V11	Gris	Semi-opaco	No translúcida	Indeterminada	1
V12	Gris claro	Opaco	Semi translúcida	Indeterminada	4

Tabla 1. Variedades de obsidias identificadas macroscópicamente.

Todas las muestras analizadas se lavaron con agua destilada y un cepillo fino para quitar sedimentos que pudieran interferir en los resultados. Las mediciones se descargaron a través del software NDT propio del p-XRF y se procesaron en gráficos bivariados del programa Microsoft Excel, utilizando las ppm de dos elementos (Rb y Sr), aplicando logaritmos a los mismos elementos y realizando ratios entre tres elementos (Rb/Sr y Zr/Rb). Se aplicaron fórmulas logarítmicas y ratios como formas de control de los resultados, ya que la bibliografía de referencia indica que dichos métodos permiten corregir desviaciones de mensura en piezas muy pequeñas o delgadas (Glascok, 2020).

Procedencia de los materiales arqueológicos

El conjunto de artefactos arqueológicos se componía de 200 muestras (incluyendo las analizadas en el MURR), dividido entre desechos de talla (N=145), instrumentos (N=54) y un único nucleiforme. La mayor parte de los materiales arqueológicos corresponden a niveles estratigráficos de unidades residenciales

prehispánicas excavadas en área y con dataciones radiocarbónicas y relativas que se dividen en dos grupos.

Por un lado, contextos del primer milenio EC incluyen La Bolsa 1 y Santa Cruz en el valle de Tafí; Lomita del Medio en el valle de La Ciénega; Mortero Quebrado, El Sunchal y otras intervenciones menores en la cuenca de Anfama, y Rodeo Grande en la cuenca de San José de Chasquivil (Franco, 2025; Franco *et al.*, 2023; Franco Salvi y Justiniano, 2022; Franco Salvi *et al.*, 2023; Montegú y Salazar, 2023; Salazar, 2010; Salazar *et al.*, 2007). Por otro lado, contextos del segundo milenio EC que incluyen a Los Cardones en la quebrada de Amaicha; La Bolsa 2 en el valle de Tafí; La Cancha en el valle de La Ciénega, y Casa Rudi y La Laguna en la cuenca de Anfama (Franco Salvi y Molar, 2018; Rivolta, 2006; Salazar, 2006; Salazar *et al.*, 2024; Vázquez Fiorani *et al.*, 2021).

Los sitios corresponden a sectores con distintas características ecotonales que incluyen sectores áridos de monte y espinal en la quebrada de Amaicha, valles mesotermiales húmedos en Tafí, pastizales de altura en La Ciénega y los pisos superiores de las yungas en Anfama y San José (Figura 2).

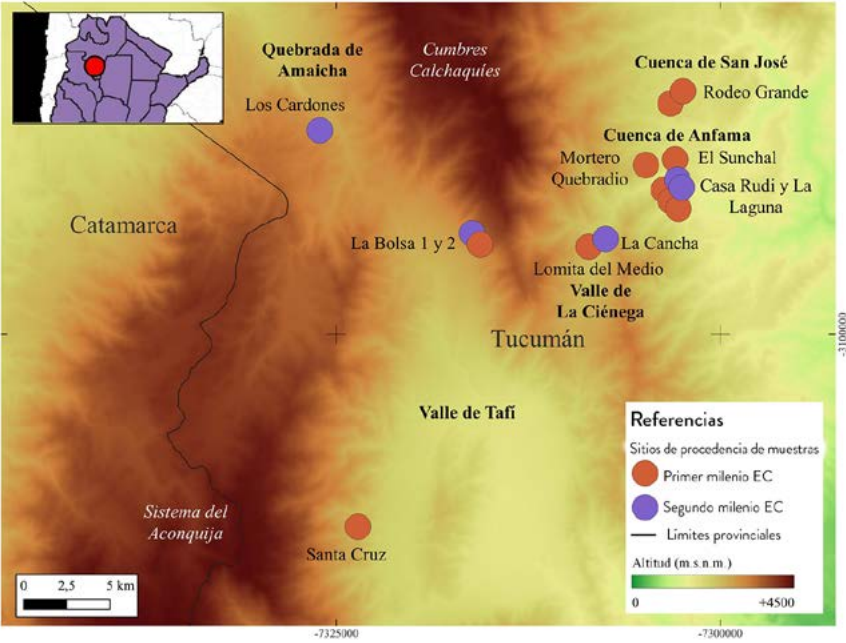


Figura 2. Área de estudio y sitios de donde proceden las muestras arqueológicas de obsidiana.

Resultados y discusión

Las mediciones realizadas sobre las muestras caracterizadas por el MURR se agruparon en un rango cercano, lo cual permitió establecer una elipse de posicionamiento (Tabla 2 y Figura 3). Dado que esas muestras ya habían sido

identificadas como procedentes de Ona-Las Cuevas, se tomaron como parámetro de la fuente, estableciendo un área de confianza para realizar comparaciones con otras muestras. Es de mencionar que los valores obtenidos discrepan de los realizados por el MURR (Montegu, 2022; Montegu *et al.*, 2018); sin embargo, en ambos casos son claras las agrupaciones de las muestras.

Muestra	Código	Tiempo	Zr	Zr Error	Sr	Sr Error	Rb	Rb Error
ANF001	JM005	58,32	89,34	7,35	101,77	3,18	122,69	3,4
ANF001	JM005	65,61	93,01	7,42	98,17	3,15	122,53	3,41
ANF001	JM005	58,32	89,34	7,35	101,77	3,18	122,69	3,4
ANF001	JM005	60,13	101,86	15,33	104,98	6,63	127,31	7,04
ANF001	JM005	60,27	86,23	14,95	103,59	6,56	121,41	6,86
ANF001	JM005	120,33	83,8	10,69	96,1	4,55	122,34	4,97
ANF001	JM005	119,42	105,31	11,3	111,17	5	127,59	5,17
ANF001	JM005	59,84	125,26	18,44	128,17	8,45	139,68	8,58
ANF001	JM005	59,12	121,88	16,42	115,85	7,21	129,46	7,38
ANF001	JM005	59,98	75,43	14,39	101,14	6,35	124,82	6,84
ANF001	JM005	59,9	80,27	14,89	97,22	6,39	122,34	6,94
ANF001	JM005	60,9	62,34	14,61	89,59	6,21	114,73	6,76
ANF001	JM005	60,03	83,62	14,93	107,21	6,68	122,71	6,91
ANF001	JM005	59,56	83,43	14,88	98,88	6,41	118,44	6,77
ANF001	JM005	59,13	75,85	15,06	92,21	6,34	119,26	7
ANF001	JM005	60,01	99,81	15,8	102,31	6,76	129,41	7,35
ANF001	JM005	60,16	78,44	14,85	96,25	6,35	123,17	6,96
ANF005	JM009	60,35	231,27	12,53	170,26	5,74	209,9	6,39
ANF005	JM009	59,43	209,36	11,67	160,37	5,33	189,5	5,75
ANF005	JM009	59,86	229,81	24,53	163,96	11,05	204,44	12,33
ANF005	JM009	59,04	245,47	25,59	164,64	11,32	196,43	12,28
ANF005	JM009	119,21	226,56	17,95	167,14	8,23	187,32	8,66
ANF005	JM009	120,28	256,01	18,81	176,79	8,57	216,49	9,55
ANF009	JM007	60,31	85,52	7,62	102,9	3,33	129,19	3,62
ANF009	JM007	59,09	76,42	7,13	96,97	3,07	122,47	3,33
ANF009	JM007	60,03	143,67	18,67	118,2	8,15	148,83	9
ANF009	JM007	59,5	79,06	14,73	100,77	6,45	124,07	6,93
ANF009	JM007	120,14	95,45	10,88	104,64	4,74	131,42	5,18
ANF009	JM007	119,75	76,04	10,45	99,62	4,58	125,98	5
ANF010	JM011	59,61	96,84	7,48	100,08	3,18	132,36	3,57
ANF010	JM011	60,14	145,14	8,6	113,81	3,63	139,67	3,92
ANF010	JM011	59,22	105,81	15,46	99,38	6,47	127,2	7,11
ANF010	JM011	59,61	132,27	16,7	106,41	6,92	136,81	7,66
ANF010	JM011	120,46	97,68	10,82	105,03	4,7	126,99	5,02
ANF010	JM011	119,96	149,27	13,46	120,86	5,8	135,04	5,96
ANF010	JM011	59,01	125,96	16,22	120,43	7,23	136,88	7,5
ANF010	JM011	59,93	123,4	16	106,31	6,72	134,69	7,42
ANF010	JM011	59,2	85,36	15,17	109,2	6,81	127,36	7,12

ANF010	JM011	59,84	96,6	15,38	99,55	6,5	121,83	6,97
ANF010	JM011	59,19	105,68	16,03	105,38	6,88	134,44	7,59
ANF010	JM011	59,88	73,1	14,66	94,81	6,28	121,93	6,89
ANF010	JM011	60,39	100,78	15,63	105,98	6,77	129,03	7,28
ANF010	JM011	60,75	93,59	15,01	105,83	6,59	125,86	6,96
ANF010	JM011	59,74	105,43	15,18	104,79	6,51	131,51	7,08
ANF010	JM011	59,21	119,69	15,95	110,05	6,85	133,79	7,36
ANF024	JM006	58,35	99,24	7,48	101,61	3,19	125,44	3,43
ANF024	JM006	60,33	80,78	7,37	101,18	3,22	122,39	3,45
ANF024	JM006	59,23	112,13	15,75	111,89	6,89	131,22	7,26
ANF024	JM006	59,48	74,17	14,51	98,64	6,34	116,75	6,67
ANF024	JM006	59,99	90,64	15,58	95,4	6,51	124,83	7,22
ANF024	JM006	119,06	108,6	11,16	113,43	4,96	133,37	5,24
ANF024	JM006	120,17	118,7	11,52	113	5,04	134,92	5,36
ANF025	JM010	59,79	93,73	7,86	107,27	3,46	133,91	3,77
ANF025	JM010	60,23	80,15	7,32	103,04	3,23	131,21	3,54
ANF025	JM010	59,42	86,36	15,08	103,35	6,6	129,06	7,21
ANF025	JM010	59,03	100,95	15,55	103,13	6,65	123,55	7,05
ANF025	JM010	119,33	125,04	12,06	112,85	5,21	142,92	5,74
ANF025	JM010	120,46	137,31	12,44	118,8	5,47	140,88	5,86
ANF025	JM010	60,71	168,14	20,03	130,21	8,7	159,98	9,52
ANF025	JM010	59,46	94,06	15,96	110,44	7,2	132,15	7,73
ANF025	JM010	59,29	94,98	16,2	105,86	7,07	131,63	7,66
ANF025	JM010	59,46	102,16	15,59	100,26	6,58	120,56	6,98
ANF025	JM010	59,16	173,72	20,7	137,62	9,17	162,36	9,8
ANF025	JM010	60,17	130,53	18,27	117,74	7,96	142,75	8,61
ANF025	JM010	60,62	89,1	15,23	100,33	6,54	128,11	7,2
ANF025	JM010	59,94	98,08	15,21	110,12	6,75	127,96	7,04
ANF025	JM010	59,58	144,54	17,76	113,78	7,49	140,74	8,13
ANF025	JM010	60,73	124,15	17,33	126,03	7,89	146,82	8,31
ANF043	JM008	57,64	238,2	12,78	164,61	5,71	193,0	6,18
ANF043	JM008	59,52	288,61	25,69	206,15	12,29	248,07	13,64
ANF043	JM008	59,7	307,42	28,5	207,91	13,34	240,55	14,46
ANF043	JM008	120,27	287,37	19,12	210,16	9,26	246,1	10,1
ANF043	JM008	119,26	326,97	21,9	203,04	9,9	236,02	10,76
ANF043	JM008	58,15	252,6	12,32	167,18	5,45	202,3	5,98
VT002	JM004	59,66	208,54	22,95	157,6	10,41	195,53	11,59
VT002	JM004	60,09	171,85	20,2	136,38	8,92	166,69	9,76
VT002	JM004	120,43	284,61	18,01	186,17	8,17	225,62	9,06
VT002	JM004	119,12	212,23	16,58	168,89	7,79	190,83	8,19
VT006	JM003	56,14	132,74	9,14	115,04	3,92	143,85	4,28
VT006	JM003	60,18	110,67	8,79	109,53	3,8	137,97	4,15
VT006	JM003	59,48	123,5	17,04	107,94	7,18	147,57	8,29
VT006	JM003	59,09	113,66	16,75	113,04	7,36	139,42	8
VT006	JM003	119,56	121,21	12,5	114,91	5,48	141,14	5,98
VT006	JM003	119,4	101,28	11,92	110,75	5,27	139,17	5,8
VT009	JM002	59,64	189,81	9,96	156,17	4,62	189,94	5,08

VT009	JM002	58,37	178,06	9,75	141,56	4,37	179,46	4,91
VT009	JM002	59,21	185,36	20,7	143,9	9,24	177,06	10,19
VT009	JM002	60,35	180,59	21,22	142,43	9,49	168,88	10,21
VT009	JM002	119,79	188,93	14,56	143,52	6,48	178,72	7,22
VT009	JM002	119,22	198,25	15,95	146,45	7,08	172,02	7,61
VT010	JM001	59,02	187,48	10,04	152,29	4,61	180,9	4,99
VT010	JM001	58,06	201,28	10,36	139,42	4,46	176,82	5,01
VT010	JM001	59,26	166,55	18,96	132,67	8,34	164,29	9,2
VT010	JM001	59,71	202,04	20,1	145,84	8,86	170,05	9,44
VT010	JM001	120,26	187,87	14,22	156,69	6,67	175,61	6,95
VT010	JM001	120,77	172,09	13,42	135,66	5,96	172,56	6,67
VT010	JM001	60,47	206,97	20,45	148,06	9,05	183,55	10,03
VT010	JM001	59,37	181,45	18,37	143,25	8,26	176,86	9,1
VT010	JM001	59,63	190,46	19,1	142,23	8,44	174,32	9,27
VT010	JM001	60,64	218,67	20,8	164,33	9,58	181,65	9,98
VT010	JM001	59,05	228,86	23,98	170,9	11,07	208,65	12,24
VT010	JM001	59,14	215,01	21,37	147,95	9,32	174,52	10,09
VT010	JM001	60,22	243,65	22,72	154,53	9,77	185,89	10,72
VT010	JM001	59,96	203,75	20,52	142,73	8,93	175,85	9,83
VT010	JM001	60,57	174,02	18,39	139,3	8,23	173,18	9,12
VT010	JM001	60,18	215,45	23,28	153,68	10,32	190,42	11,43

Tabla 2. Resultados de las mediciones sobre 11 muestras, indicando concentraciones (ppm) de los elementos Zr, Sr y Rb.

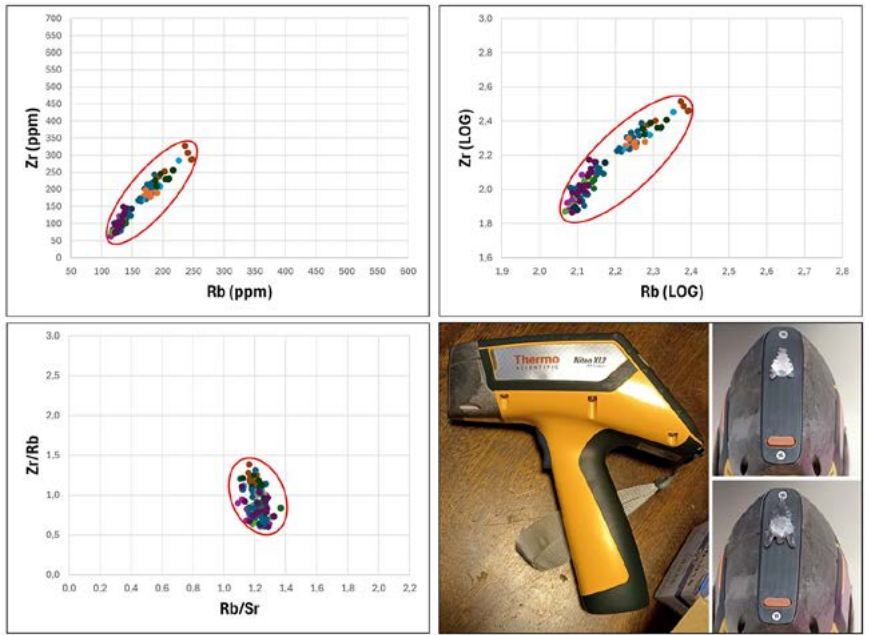


Figura 3. Gráficos con los resultados (en ppm, logaritmos y ratios) de las mediciones sobre 11 muestras. Abajo a la derecha, equipo utilizado durante los análisis.

En cuanto a las dos muestras arqueológicas aleatorias seleccionadas (ANF063 y LC007), los resultados de las 10 mediciones realizadas a cada una confirmaron, al igual que la estrategia anterior, que las lecturas de una misma muestra tienden a ser similares, con algunas variaciones leves (Tablas 3 y Figura 4). Es decir, ambas aproximaciones –tanto la realizada sobre muestras evaluadas en MURR como las muestras aleatorias– permitieron corroborar la consistencia del instrumento de medición.

Como dato ampliatorio, cabe destacar que LC007 tuvo un mayor grado de dispersión en sus medidas en comparación con ANF063. Se observó que la divergencia se presentaba porque esta última pieza se midió sobre una cara plana, mientras que la gran cantidad de lascados generó caras irregulares en LC007 (se trata de una punta de proyectil altamente formatizada en ambas caras). Es decir, la medición de superficies planas genera resultados más fiables que aquellas realizadas sobre caras irregulares. Se trata de un aspecto a tener en cuenta durante los análisis con XRF que es mencionado en otros trabajos (Glascok, 2020; Ruvalcaba, 2018) y que se reitera aquí. Siguiendo la literatura mencionada, consideramos que esto se debe a que el haz de rayos X que impacta en la pieza puede ser desviado o alterado por la irregularidad de la superficie de la misma, generando valores diferenciales.

Muestra	Tiempo	Zr	Zr Error	Sr	Sr Error	Rb	Rb Error
ANF063	59,49	78,84	14,82	87,61	6,07	122,55	6,95
ANF063	60,92	98,73	15,14	99,28	6,38	121,72	6,79
ANF063	60,26	105,19	16,67	96,59	6,86	115,23	7,2
ANF063	60,2	93,06	15,26	98,86	6,48	124,49	7,05
ANF063	59,78	105,28	15,89	98,7	6,62	125,67	7,26
ANF063	59,07	79,12	15,13	91,54	6,31	118,88	6,96
ANF063	60,47	106,7	15,5	97,89	6,43	125,29	7,08
ANF063	60,05	87,01	15,16	93,92	6,34	117,59	6,83
ANF063	60,13	75,43	14,39	87,46	5,93	109,9	6,39
ANF063	59,67	89,42	15,17	97,53	6,42	121,86	6,95
LC007	60,74	254,06	23,63	161,73	10,27	185,6	10,87
LC007	60,6	203,83	20,94	153,44	9,45	177,28	10,07
LC007	60,95	140,38	17,22	118,89	7,44	146,24	8,08
LC007	60,25	147,38	17,81	123,86	7,78	144,43	8,24
LC007	59,4	201,62	21,22	137,09	9,04	165,89	9,86
LC007	60,66	295,19	27,19	182,1	12	203,7	12,62
LC007	59,22	218,97	21,93	158,59	9,86	186,87	10,7
LC007	60,56	187,05	19,55	137,15	8,52	159,49	8,98
LC007	59,66	171,56	19,62	129,02	8,44	144,78	8,71
LC007	59,94	171	19,79	128,6	8,51	154	9,15

Tabla 3. Resultados de las mediciones sobre dos muestras, indicando concentraciones (ppm) de los elementos Zr, Sr y Rb.

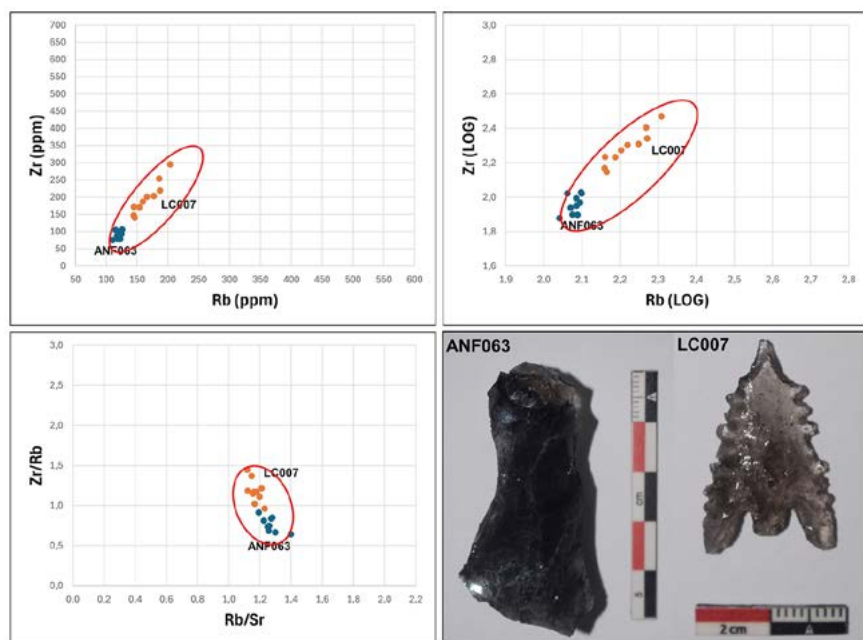


Figura 4. Gráficos con los resultados (en ppm, logaritmos y ratios) de las mediciones sobre dos muestras. Abajo a la derecha, imágenes de las muestras utilizadas.

Los resultados de las mediciones sobre el resto del conjunto (N=185) permitieron detectar distintas situaciones (Tablas 4 y Figura 5). En primer lugar, la mayoría de las mediciones se agrupan en la elipse roja (N=168), que corresponde a la calibración realizada para Ona-Las Cuevas. Todas estas coinciden con las variedades macroscópicas que separamos como de dicha fuente.

Por otra parte, un conjunto de mediciones se agrupó en la elipse negra (N=12), y por estar alejadas de los valores definidos, podemos considerar que son de, al menos, una fuente distinta a Ona-Las Cuevas. Además, estas muestras corresponden a las que macroscópicamente se distinguieron como de fuente “indeterminada” V10 y V12. Las características macroscópicas de esas muestras, sobre todo la opacidad, sugieren que posiblemente se trate de la fuente Laguna Cavi, según descripciones bibliográficas (Escola, 2007; Escola *et al.*, 2009), aunque esto debe corroborarse a futuro comparando contra muestras de referencia de dicha fuente, ya sea geológicas o arqueológicas ya caracterizadas, como en la propuesta de este trabajo.

Otra serie de mediciones, que caen en la elipse celeste, correspondientes a cinco muestras macroscópicamente asignables a Ona-Las Cuevas (ANF071, AN105, ANF108, LC006 y VT020), las cuales se desviaron de la elipse definida para esta fuente. Al revisar esas muestras, se observó que correspondían a fragmentos muy pequeños o delgados (Figura 6). De forma similar a lo que ocurre con las caras irregulares, distintos estudios indican que el grosor y el tamaño

reducido pueden generar resultados anómalos (Glascoock, 2020; Ruvalcaba, 2018). Para corroborar si, en este caso, ocurría una desviación de las lecturas debido al tamaño de las lascas, se realizó una serie de nuevos análisis, con cuatro mediciones adicionales por cada una. Esa nueva tanda de mensuras no ofreció resultados significativamente distintos a los obtenidos con anterioridad (Figura 6). Por ende, se reafirma que tamaño y espesor son cuestiones por considerar a la hora de decidir qué muestras se analizarán. Siguiendo a la bibliografía mencionada, coincidimos en sugerir que se eviten aquellos fragmentos con menos de 3 mm de grosor o 1 cm de diámetro en tamaño. Aun así, y pese a que las mediciones consideradas linealmente pueden diferir, se observa que los resultados mantienen una proporción similar de elementos traza en el ángulo de agrupamiento definido para la fuente Ona-Las Cuevas (elipse roja), lo cual difiere ampliamente de la elipse establecida para la fuente indeterminada (elipse negra). Además, al observar los ratios de Rb/Sr y Zr/Rb (Figura 6, gráficos inferiores), las muestras se solapan en la proporción evidenciada para Ona-Las Cuevas. Se consideró, por lo tanto, que las muestras pertenecen a dicha fuente, solo que sus características (delgadas, pequeñas) generan una elongación con respecto a su elipse de referencia.

Muestra	Tiempo	Zr	Zr Error	Sr	Sr Error	Rb	Rb Error
ANF002	59,02	79,32	14,36	96,04	6,15	119,48	6,64
ANF002	60,14	69,65	14,6	95,05	6,31	116,47	6,71
ANF003	59,1	68,07	14,03	88,96	5,9	120,42	6,65
ANF003	60,23	69,13	15,41	99,8	6,81	114,29	7,01
ANF004	60,08	92,16	15,61	98,94	6,63	114,01	6,86
ANF004	59,4	80,62	15,59	102,59	6,85	124,64	7,3
ANF007	59,79	95,08	15,54	101,25	6,65	125,84	7,21
ANF007	60,16	88,39	15,15	94,85	6,35	113,9	6,74
ANF008	59,92	135,95	17,13	116,48	7,39	134,53	7,72
ANF008	60,05	167,39	19,08	143,12	8,72	170,32	9,4
ANF011	60,19	84,59	14,7	99,82	6,35	117,65	6,63
ANF011	59,38	72,17	15,2	91,63	6,41	113,38	6,89
ANF012	59,19	94,23	15,07	100,75	6,45	126,21	6,99
ANF012	59,71	140,79	18,78	116,16	8	139,96	8,62
ANF013	59,19	164,56	18,59	122,04	7,88	137,47	8,2
ANF013	59,98	79,76	15,64	106,12	6,99	121,12	7,24
ANF014	60,34	107,48	18,67	109,56	8,1	131,36	8,69
ANF014	59,71	103,61	17,7	113,14	8,06	129,11	8,4
ANF015	59,1	114,43	16,1	106,1	6,84	129,57	7,31
ANF015	59,88	111,02	16,3	109,28	7,09	129,98	7,51
ANF016	60,54	216,62	22,15	149,59	9,7	179,28	10,52
ANF016	59,66	210,31	22,24	153,9	9,96	176,81	10,58
ANF017	60,6	91,05	14,84	102,08	6,42	126,2	6,94
ANF017	59,57	102,13	15,53	102,24	6,61	131,71	7,27
ANF018	60,17	151,68	18,14	120,18	7,77	151,56	8,61

ANF018	59,81	152,89	18,15	126,33	7,95	147,88	8,41
ANF019	59,15	174,37	18,94	129,94	8,17	153,54	8,74
ANF019	59,68	180,11	20,45	128,41	8,66	156,44	9,44
ANF020	59,96	226,66	21,56	169,22	9,96	200,82	10,87
ANF020	59,66	178,25	19,73	148,02	9,04	175,63	9,74
ANF021	59,21	168,91	19,21	146,82	8,9	170,66	9,43
ANF021	59,15	116,41	16,62	124,72	7,62	141,23	7,91
ANF022	59,61	101,16	16,32	97,09	6,77	120,22	7,29
ANF022	59,6	90,42	15,92	94,69	6,64	109,84	6,87
ANF023	59,07	134,53	16,77	117,08	7,27	137,92	7,66
ANF023	60,02	111,68	16,09	110,68	7	135,34	7,54
ANF026	59,95	98,37	15,41	95,63	6,38	122,2	6,98
ANF026	59,78	80,14	14,57	99,6	6,33	115	6,58
ANF027	59,78	141,15	18,11	138,44	8,47	165,24	9,15
ANF027	59,94	120,66	18,31	126,58	8,38	152,59	9,01
ANF028	60,21	69,68	15,08	101,92	6,71	118,34	7
ANF028	59,99	81,58	14,03	100,28	6,11	134,68	6,89
ANF029	59,69	90,64	14,92	96,86	6,31	122,8	6,87
ANF029	60,13	83,41	15,24	99,68	6,58	122,77	7,05
ANF030	59,73	129,27	17,98	118,41	7,87	150,61	8,78
ANF030	60,2	179,4	21,15	126,98	8,91	150,7	9,55
ANF031	59,14	141,85	17,85	116,34	7,61	149,94	8,51
ANF031	59,18	165,21	18,67	121,99	7,89	146,73	8,5
ANF032	59,69	169,14	18,59	147,63	8,64	161,1	8,88
ANF032	60,15	178,22	18,55	147,91	8,51	169,53	9
ANF033	59,79	147,36	20,54	142,59	9,6	168,96	10,33
ANF033	59,89	126,54	20,01	133,28	9,29	162,75	10,09
ANF034	59,02	95,8	15,15	98,37	6,39	113,71	6,62
ANF034	59,3	108,19	15,42	102,59	6,51	126,22	7,02
ANF035	60,06	91,32	7,81	98,52	3,32	121,04	3,53
ANF035	59,52	88,83	7,52	100,27	3,23	126,51	3,52
ANF036	59,58	112,95	16,41	114,88	7,24	137,11	7,73
ANF036	59,95	92,14	16,02	111,03	7,17	134,26	7,69
ANF037	59,48	143,25	17,52	117,82	7,51	154,07	8,48
ANF037	59,51	171,2	19,35	133,4	8,48	151,08	8,81
ANF038	59,7	98,95	15,66	115,17	7,08	141,66	7,66
ANF038	59,73	60,88	15,7	90,01	6,8	115,23	7,4
ANF039	59,96	104,39	16,26	109,6	7,34	125,23	7,7
ANF039	59,55	94,4	15,49	99,86	6,57	130	7,27
ANF040	60,61	97,86	15,84	110,74	7,04	133,04	7,51
ANF040	59,33	109,87	16,03	111,16	7,01	146,13	7,9
ANF041	59,72	87,32	14,89	99,12	6,39	126,23	7
ANF041	59,61	112,77	16,35	108,93	7,06	132,9	7,58
ANF042	59,1	195,9	20,23	147,65	9,03	171,93	9,64
ANF042	59,91	230,59	22,55	151,41	9,75	189,54	10,89
ANF044	60,24	160,98	20,11	135,56	8,99	146,37	9,14
ANF044	60,26	170,95	18,51	141,9	8,39	185,48	9,57

ANF045	60,02	257,44	24,85	193,84	11,89	210,29	12,29
ANF045	59,41	287,34	25,14	190,99	11,51	223,07	12,46
ANF046	60,51	249,51	24,81	206,87	12,41	235,29	13,21
ANF046	59,28	249,49	24,59	191,82	11,81	228,3	12,96
ANF047	60,07	142,14	18,47	129,98	8,3	167,53	9,33
ANF047	59,93	86,3	16,99	101,75	7,36	130,68	8,12
ANF048	60,32	268,92	27,21	173,55	12,05	205,96	13,07
ANF048	60,18	202,76	24,52	166,1	11,5	192,76	12,33
ANF049	59,63	165,57	18,81	140,88	8,56	152,63	8,71
ANF049	60,6	134,6	16,97	128,15	7,7	157,26	8,38
ANF050	59,69	189,84	21,46	146,89	9,62	190,52	10,98
ANF050	59,58	196,72	21,03	157,84	9,74	181,91	10,39
ANF051	59,16	154,05	18,62	130,23	8,28	152,51	8,79
ANF051	60,55	142,29	17,39	121,71	7,59	141,12	7,98
ANF052	59,79	140,82	17,3	120,1	7,52	141,15	8
ANF052	59,19	127,66	17,13	112,93	7,36	140,22	8,03
ANF053	59,44	175,12	20,2	150,89	9,4	162,98	9,56
ANF053	60,08	237,76	23,56	146,63	9,92	170,87	10,55
ANF054	60,47	280,12	28,96	236,6	15,08	256,84	15,65
ANF054	59,93	298,26	28,94	216,35	13,99	244,93	14,96
ANF055	59,25	231	23,32	168,99	10,67	205,23	11,79
ANF055	60,19	252,32	24,39	165,1	10,72	198,74	11,73
ANF056	59,58	285,28	25,52	187,39	11,59	213,7	12,34
ANF056	59,09	311,22	27,85	178,3	11,9	213,16	13,06
ANF057	59,57	329,03	29,89	220,98	14,14	233,93	14,43
ANF057	59,66	330,64	28,87	213,92	13,38	239,18	14,1
ANF059	59,77	246,66	23,53	172,14	10,68	189,59	11,13
ANF059	59,73	178,09	20,15	141,79	9	164,27	9,61
ANF060	60,11	178,78	20,15	141,41	9	167,48	9,66
ANF060	59,67	170,75	19,95	152,19	9,36	172,75	9,9
ANF061	59,66	255,06	25,61	182,54	11,87	208,04	12,59
ANF061	59,36	282,94	25,19	184,21	11,36	211,57	12,18
ANF062	59,25	187,62	21,37	146,52	9,59	188,38	10,94
ANF062	59,92	197,31	21,4	170,64	10,31	190,23	10,77
ANF064	59,67	85,69	15,33	97,96	6,55	130,91	7,34
ANF064	60,41	105,43	16,61	103,78	7,06	128,14	7,65
ANF065	59,89	100,23	15,73	94,75	6,49	117,94	6,97
ANF065	59,57	79,27	15,65	96,9	6,71	113,59	7,01
ANF066	59,19	191,22	20,33	129,41	8,54	163,67	9,45
ANF066	60	173,07	18,93	128,57	8,14	153,49	8,77
ANF067	60,13	215,4	22,68	172,05	10,7	197,48	11,4
ANF067	59,24	199,56	23,43	165,32	11,02	190,44	11,76
ANF068	59,63	196,61	22,05	148,82	9,85	176,1	10,62
ANF068	59,78	214,84	22,65	147,22	9,85	176,48	10,68
ANF069	59,8	266,69	29,32	189,49	13,63	205,57	14,14
ANF069	60,63	249,51	27,96	185,35	13,14	222,74	14,43
ANF070	60,22	246,6	25,97	180,9	12,08	198,48	12,58

ANF070	59,64	220,36	25,72	162,66	11,63	197,52	12,79
ANF071	59,74	514,32	57,02	310,67	27,05	357,62	29,72
ANF071	59,03	614,8	57,91	300,06	24,67	387,03	29,2
ANF072	59,34	128,7	18,71	128,49	8,51	157,25	9,3
ANF072	59,35	120,96	17,23	118,61	7,65	143,13	8,26
ANF073	60,62	97,23	15,2	107,72	6,67	132,48	7,22
ANF073	60,2	311,81	31,3	195,51	14,04	227,75	15,26
ANF074	60,64	245,6	24,29	189,02	11,64	231,67	12,98
ANF074	59,28	281,1	26,1	211,3	12,75	236,39	13,47
ANF075	59,27	138,48	18,29	119,45	7,93	151,55	8,82
ANF075	60,26	122,02	16,93	119,9	7,55	152,47	8,34
ANF076	59,04	328,48	27,62	191,74	12,05	240,59	13,72
ANF076	60,41	201,49	21,52	157,26	9,86	181,57	10,45
ANF077	59,58	319,39	30,09	200,44	13,6	238,11	14,96
ANF077	60,25	333,38	30,11	212,14	13,82	255,54	15,42
ANF078	60,32	182,12	19,97	155,12	9,33	172,13	9,7
ANF078	59,89	171,17	20,12	147,12	9,27	172,49	9,93
ANF079	60,49	163,72	18,37	136,75	8,27	163,1	8,9
ANF079	59,73	208,33	21,41	145,13	9,31	171,19	10,03
ANF080	60,1	65,01	14,13	95,16	6,15	118,63	6,65
ANF080	60,02	92,93	14,8	105,07	6,47	134,73	7,13
ANF081	60,18	192,45	20,4	157,36	9,47	181,54	10,02
ANF081	59,98	181,79	20,75	141,59	9,22	180,13	10,38
ANF082	59,59	269,8	28,74	205,39	13,93	239,4	15,11
ANF082	60,58	269,85	28,43	207,01	13,84	253,91	15,52
ANF083	59	110,49	17,29	99,9	7,17	122,09	7,73
ANF083	59,46	89,89	14,8	92,75	6,13	116,18	6,62
ANF084	59,03	110,67	16,31	99,79	6,77	127,3	7,44
ANF084	60,32	98,08	15,7	103,17	6,76	129,9	7,37
ANF085	60,42	148,82	18,88	129,18	8,39	157,26	9,12
ANF085	60,59	128,12	17,07	136,72	8,05	155,92	8,44
ANF086	59,33	242,55	24,8	170,02	11,2	192,54	11,81
ANF086	60,63	230,66	22,32	170,33	10,3	192,33	10,86
ANF087	59,77	233,5	23,9	169,39	10,93	206,76	12,13
ANF087	60,15	223,73	23,67	156,95	10,49	190,86	11,55
ANF088	60,58	216,24	21,8	157,85	9,82	197,7	11,08
ANF088	59,85	238,09	23,64	151,22	10,11	186,96	11,26
ANF089	60,13	249,75	26,09	189,53	12,42	215,62	13,22
ANF089	59,62	231,56	27,26	172,37	12,57	206,19	13,71
ANF090	59,07	232,69	25,01	173,18	11,56	215,64	13,05
ANF090	59,37	289,96	28,11	189,56	12,72	226,82	13,98
ANF091	60,28	220,25	21,71	157,62	9,73	181,9	10,38
ANF091	61,09	186,97	20,52	148,54	9,51	177,07	10,33
ANF092	60,01	181,33	21,42	147,19	9,71	168,75	10,2
ANF092	60,13	155,91	19,25	153,52	9,28	170,82	9,61
ANF093	59,59	169,06	18,94	128,87	8,2	152,25	8,78
ANF093	59,09	169,56	19,37	131,83	8,46	169	9,53

ANF094	59,92	169,85	19,66	138,01	8,77	167,21	9,59
ANF094	60,07	199,76	20,67	138,36	8,87	168,17	9,64
ANF095	59,15	130,16	18,1	130,26	8,3	162,22	9,15
ANF095	59,98	117,01	17,38	115,92	7,68	150,02	8,58
ANF096	60,11	322,63	30,66	199,09	13,71	254,14	15,75
ANF096	60,18	263,83	29,76	191,67	13,95	224,67	15,14
ANF097	60,01	125,54	16,39	107,47	6,9	144,33	7,9
ANF097	60,98	108,04	16,61	113,89	7,42	143,9	8,23
ANF098	59,46	294,61	30,57	222,55	15,07	252,76	16,16
ANF098	59,77	333,69	31,85	221,42	14,98	266,21	16,59
ANF099	60,45	261,06	24,54	182,8	11,3	213,23	12,18
ANF099	60,52	263,43	25,55	172,76	11,36	193,59	11,97
ANF100	59,51	185,67	20,57	147,3	9,28	166,9	9,74
ANF100	60,01	154,74	19,62	124,66	8,49	144,89	8,97
ANF101	59,41	234,63	24,38	189,04	11,81	215,61	12,53
ANF101	59,07	270,7	25,93	198,6	12,36	230,48	13,32
ANF102	59,94	233,45	22,3	162,95	9,99	194,93	10,92
ANF102	60,43	239,79	23,22	162,36	10,31	195,86	11,29
ANF103	59,9	288,01	32,2	189,61	14,55	218,26	15,51
ANF103	60,35	306,97	32,84	213,87	15,56	254,21	17,1
ANF104	59,74	160,6	19,79	129,02	8,62	160	9,45
ANF104	59,6	153,04	18,9	138,4	8,67	172,68	9,59
ANF105	59,38	372,49	43	241,65	20,24	297,75	22,8
ANF105	59,75	335,09	42,94	215,56	19,62	285,85	23,25
ANF106	59,42	208,03	22,45	179,59	10,94	189,54	11,04
ANF106	59,29	195,14	22,29	153,57	10,14	181,48	10,93
ANF107	59,42	141,48	17,72	162,37	9,01	153,15	8,41
ANF107	59,19	125,82	16,94	125,76	7,71	149,59	8,24
ANF108	60,07	436,21	39,53	290,88	19,64	330,41	21,2
ANF108	60,39	473,41	42,45	285,78	20,07	349,78	22,95
ANF109	60,68	179,67	19,9	148,18	9,1	176,19	9,84
ANF109	59,49	183,38	19,45	141,55	8,65	171,88	9,5
ANF110	59,73	196,9	20,44	140,63	8,89	176,84	9,91
ANF110	59,81	131,08	16,62	122,93	7,42	152,33	8,11
ANF111	60,43	124,53	17,17	124,61	7,76	154,24	8,54
ANF111	59,84	149,14	18,14	124,02	7,9	160,87	8,89
ANF113	59,82	51,26	13,9	5,44	2,88	259,3	11,37
ANF113	60,24	57,1	13,68	4,2	2,74	272,21	11,46
ANF114	59,19	84,74	14,8	6,82	2,98	302,57	12,74
ANF114	59,56	71,72	15,34	7,42	3,19	323,09	14,08
ANF115	59,82	110,44	15,98	113,28	7,06	134,96	7,47
ANF115	59,39	99,93	15,32	102,21	6,54	128,42	7,12
ANF116	59,92	120,92	16,61	112,16	7,18	135,98	7,69
ANF116	60,49	100,97	16,11	108,71	7,06	134,51	7,65
ANF117	59,08	170,17	20,65	155,57	9,82	175,88	10,28
ANF117	60,34	183,52	20,22	162,5	9,67	188,71	10,33
ANF118	59,05	148,43	17,88	125,53	7,88	163,09	8,94

ANF118	59,14	149,81	18,27	130,46	8,16	155,08	8,77
ANF119	59,08	140,58	19,84	133,55	9,04	156,67	9,64
ANF119	59,44	142,42	19,11	130,76	8,62	158,35	9,34
ANF120	59,31	137,59	17,94	125,88	7,97	153,87	8,71
ANF120	59,63	115,63	17,24	107,89	7,35	144,59	8,33
ANF121	59,41	209,3	21,41	153,32	9,58	173,5	10,12
ANF121	59,23	231,32	22,58	151,07	9,74	176,6	10,42
ANF122	59,89	227,3	25,53	172,93	11,86	216,98	13,35
ANF122	60,05	285,48	31,08	197,83	14,44	229,03	15,68
ANF123	59,59	170,38	19,16	149,73	8,92	178,99	9,7
ANF123	59,89	201,11	22,62	154,43	10,25	186,07	11,24
ANF124	59,75	87,62	15,11	101,81	6,56	117,52	6,83
ANF124	59,05	99,42	15,2	97,4	6,35	121,89	6,85
LC001	60,16	96,93	15,88	122,16	7,42	143,12	7,81
LC001	59,95	69,57	15,19	108,25	6,98	128,43	7,36
LC002	60,29	99,2	16,16	111,76	7,2	128,51	7,49
LC002	59,37	114,42	15,67	115,92	6,96	141,86	7,52
LC003	60,27	253,19	23,99	193,51	11,53	214,54	12,02
LC003	59,41	249,8	25,93	187,3	12,25	219,44	13,28
LC004	60,24	234,57	21,98	168,22	10,02	195,53	10,73
LC004	60,07	225,1	21,82	171,63	10,18	184,83	10,43
LC005	59,46	143,77	17,87	123,49	7,83	147,97	8,42
LC005	59,65	114,57	16,23	127,02	7,53	145,27	7,86
LC006	59	373,12	36,22	253,61	17,71	262,07	17,78
LC006	60,13	392,27	37,31	278,94	18,89	287,59	19,04
LC008	59,57	182,25	20,63	147,1	9,35	172,3	10,01
LC008	60,64	232,5	22,85	162,12	10,22	193,57	11,14
LC008B	59,69	173,25	19,42	134	8,51	175,56	9,71
LC008B	60,13	157,94	18,77	138,15	8,53	159,17	9,02
LC009	60,43	157,24	18,45	136,75	8,36	167,26	9,13
LC009	60,35	248,48	26,95	160,95	11,71	167,48	11,69
LC010	60,18	177,72	21,05	128,19	8,94	157,71	9,75
LC010	59,64	175,25	21,41	137,19	9,44	168,36	10,38
LC011	59,97	198,75	21,66	157,46	9,95	183,73	10,68
LC011	59,5	211,75	21,96	150,12	9,68	184,66	10,7
LC012	59,8	124,18	17,48	12,01	3,6	337,63	15,2
LC012	59,56	118,25	17,22	11,01	3,52	342,19	15,22
LCS003	59,94	193,63	19,94	145,26	8,87	167,02	9,38
LCS003	59,94	177,15	19,43	139	8,64	162,1	9,2
LCS004	59,2	168,28	18,29	136,33	8,15	157,2	8,6
LCS004	59,15	160,59	17,71	132,88	7,88	163,29	8,64
LCS005	60,26	207,73	21,55	17,01	4,21	438,39	19,94
LCS005	60,19	196,32	21,31	22,23	4,51	417,8	19,35
LCS006	59,06	269,37	25,61	29,05	5,28	504,79	24,11
LCS006	60,14	273,35	26,82	28,88	5,49	544,93	26,54
LCS007	60,21	171,35	20,8	17,74	4,32	443,9	20,39
LCS007	59,76	189,76	24,16	24,37	5,28	490,39	24,7

LCS008	60,88	222,06	22,89	25,04	4,82	495,23	22,71
LCS008	60,11	189,84	20,33	19,92	4,22	455,8	19,88
LCS009	59,09	127,51	17,49	15	3,73	383,01	16,52
LCS009	60,66	129,01	17,89	15,96	3,85	349,63	15,75
LCS010	59,28	143,16	18,56	15,27	3,89	383,01	17,12
LCS010	59,42	165,35	19,66	16,25	4,04	416,2	18,62
LCS011	119,33	105,71	11,36	9,64	2,32	349,33	10,5
LCS011	119,68	67,81	10,06	7,2	2,09	306,62	9,03
LSC001	60,24	164,69	19,25	152,88	9,16	166,07	9,37
LSC001	60,06	144,3	18,19	128,49	8,13	152,05	8,73
LSC002	60,01	233,85	24,96	182,2	11,88	190,04	11,88
LSC002	59,65	223,18	24,2	167,14	11,13	200,61	12,09
SJ001	59,28	78,94	14,73	96,93	6,33	118,05	6,73
SJ001	59,94	95,35	15,65	100,6	6,67	121,67	7,07
SJ002	60,29	246,41	23,54	182,28	11,02	205,86	11,72
SJ002	60,22	246,49	24,09	169,67	10,83	200,9	11,76
SJ003A	59,91	108,14	15,58	95,66	6,38	125,97	7,06
SJ003A	59,83	89,16	14,55	112,87	6,64	116,81	6,48
SJ003B	59,7	180,65	20,2	164,51	9,99	150,12	9,13
SJ003B	59,92	118,12	16,55	113,04	7,2	140,99	7,89
SJ003C	60,29	262,86	26,91	192,82	12,7	231,31	14,04
SJ003C	59,39	296,25	27,82	195,34	12,73	233,91	14,07
SJ003D	59,95	278,94	28,06	209,98	13,66	242,72	14,73
SJ003D	60,55	239,76	28,33	170,54	12,82	220,82	14,72
SJ003E	59,43	69,18	14,23	98,29	6,26	123,83	6,8
SJ003E	59,68	97,64	15,87	102,18	6,79	129,06	7,41
SJ003F	59,22	108,08	15,58	103,87	6,62	131,65	7,27
SJ003F	59,73	106,79	15,49	100,73	6,51	121,96	6,97
SJ003G	59,05	84,64	15,01	95,97	6,36	124,61	7,03
SJ003G	60,67	162,11	18,23	126,68	7,9	159,21	8,78
SJ003H	60,17	84,92	14,93	84,51	5,98	119,14	6,83
SJ003H	60,12	88,85	15,04	89,55	6,13	120,28	6,95
SJ004	59,21	207,25	22,98	154,06	10,34	174,65	10,82
SJ004	59,6	195,28	21,11	154,99	9,68	182,85	10,4
SJ005	59,55	74,3	14,6	92,1	6,17	117,15	6,73
SJ005	60,19	75,95	14,67	86,98	6,03	117,79	6,75
SJ006	59,48	153,33	18,93	127,56	8,31	159,27	9,2
SJ006	60,07	201,47	20,69	152,23	9,32	187,71	10,31
SJ007	59,64	122,13	16,4	109,74	7,01	129,7	7,41
SJ007	60,01	137,8	18,25	109,7	7,59	144,35	8,58
SJ008	59,5	139,67	17,23	120,81	7,51	147,17	8,17
SJ008	59,22	204,81	21,12	142,91	9,15	171,57	9,91
SJ009	59,48	209,23	21,63	163,08	10	189,86	10,72
SJ009	59,76	225,72	22,58	176,48	10,66	197,16	11,19
SJ010	59,18	145,58	17,36	116,91	7,4	147,13	8,14
SJ010	60,07	140,13	17,45	114,66	7,43	148,47	8,36
SJ011	59,32	154,59	18,95	134,54	8,53	166,23	9,4

SJ011	60,12	140,3	18,28	118,47	7,89	148,53	8,69
SJ012	60,57	248,56	26,59	177,45	12,24	219,18	13,6
SJ012	59,32	210,89	24,44	180,83	11,9	218,2	13,12
SJ013	60,52	210,55	20,81	165,49	9,69	195,41	10,5
SJ013	59,45	182,13	20,81	153,37	9,64	179,84	10,32
SJ014	59,26	100,72	15,76	105,28	6,81	137,09	7,61
SJ014	59,08	49,92	14,25	107,26	6,71	115,7	6,7
SJ015	60,61	91,85	15	98,94	6,38	128	7,06
SJ015	60,26	77,74	15,29	104,99	6,83	127,44	7,31
SJ016	60,12	153,78	17,63	116,84	7,49	149,24	8,38
SJ016	59,69	84,46	15,23	101,6	6,64	130,47	7,29
SJ017	60,09	78,44	14,77	100,41	6,45	127,47	7,06
SJ017	59,6	134,38	18,1	115,4	7,78	146,05	8,57
SJ018	60,4	120,91	16,49	115,33	7,23	142,17	7,86
SJ018	59,25	139,28	18,07	126,94	8,07	158,24	8,9
SJ019	59,75	172,49	20,36	152,14	9,5	181,73	10,31
SJ019	60,37	271,75	26,86	185,84	12,31	240,55	14,24
SJ020	60,12	130,54	16,8	123,19	7,5	146,5	8,03
SJ020	60,51	121,42	16,86	118,75	7,48	151,99	8,29
SJ021	59,09	86,77	15,17	116,83	7,06	130,07	7,19
SJ021	59,74	80,39	14,86	105,65	6,64	133,35	7,24
SJ022	59,24	175,48	20,32	146,55	9,29	174,87	10,11
SJ022	59,54	160,82	19,37	136,27	8,7	162,29	9,37
SJ023	59,24	205,38	22,06	168,53	10,42	197,29	11,24
SJ023	59,02	195,68	20,53	160,01	9,58	192	10,43
VT001	60,42	91,67	15,51	96,76	6,53	119,93	7,01
VT001	59,01	71,91	14,71	100,07	6,48	118,96	6,82
VT003	59,3	196,16	20,8	155,34	9,54	178,89	10,11
VT003	59,1	130,91	17,9	125,29	8,04	154,65	8,81
VT004	59,82	179,4	20,83	148,43	9,52	172,11	10,12
VT004	59,18	213,7	22,45	155,65	10,06	193,7	11,21
VT005	59,86	177,22	19,25	156,03	9,08	195,13	10,17
VT005	60,04	192,13	20,11	158,1	9,37	186,32	10,08
VT007	59,54	109,67	16,51	107,34	7,1	138,11	7,91
VT007	59,02	143,05	18,42	115,1	7,78	154,81	8,91
VT008	59,16	93,93	15,71	101,03	6,71	132,33	7,49
VT008	59,62	102,35	15,49	108,77	6,77	137,61	7,46
VT011	59,04	109,88	16,1	109,46	7	133,94	7,51
VT011	59,03	141,24	17,51	117,69	7,51	148,4	8,3
VT012	59,14	116,85	16,89	115,09	7,43	139,67	8,02
VT012	60,52	104,47	16,92	111,23	7,45	138,24	8,09
VT013	59,59	123,28	16,99	125,35	7,73	151,88	8,35
VT013	60,29	123,06	16,59	124,69	7,53	162,21	8,48
VT014	59,52	168,95	19,48	145,71	8,97	166,38	9,4
VT014	59,98	135,16	17,75	142,75	8,45	170,23	9,07
VT015	59,7	121,81	17,14	118,68	7,6	144,36	8,2
VT015	59,71	144,28	17,01	127,91	7,6	162,56	8,52

VT016	59,44	186,01	20,76	132,45	8,86	168,1	9,93
VT016	60	164,83	19,46	144,46	9,06	176,47	9,94
VT017	59,56	326,4	14,12	207,45	6,47	232,88	6,84
VT017	59,62	279,61	12,92	181,8	5,8	212,88	6,26
VT018	59,71	220,02	21,65	152,71	9,54	180,03	10,3
VT018	60,4	146,02	19,38	139,23	8,97	159,37	9,4
VT019	60,01	164,75	18,89	132,21	8,34	160,54	9,08
VT019	59,74	158,38	18,51	134,58	8,33	159,74	8,97
VT020	60,5	409,96	37,36	247,87	17,25	287,45	18,82
VT020	59,02	398,86	35,72	251,42	16,84	290,94	18,37
VT021	60,06	116,86	16,83	8,11	3,3	335,2	14,73
VT021	59,49	81,85	15,08	8,26	3,13	328,46	13,79
VT022	59,87	117,27	16,58	109,5	7,24	133,09	7,83
VT022	60,09	113,95	15,94	112,47	6,99	140,12	7,63
VT023	60,62	57,83	13,49	5,53	2,77	266,4	11,16
VT023	60,57	63,18	13,79	7,45	2,9	287,61	11,85

Tabla 4. Resultados de las mediciones sobre 185 muestras, indicando concentraciones (ppm) de los elementos Zr, Sr y Rb.

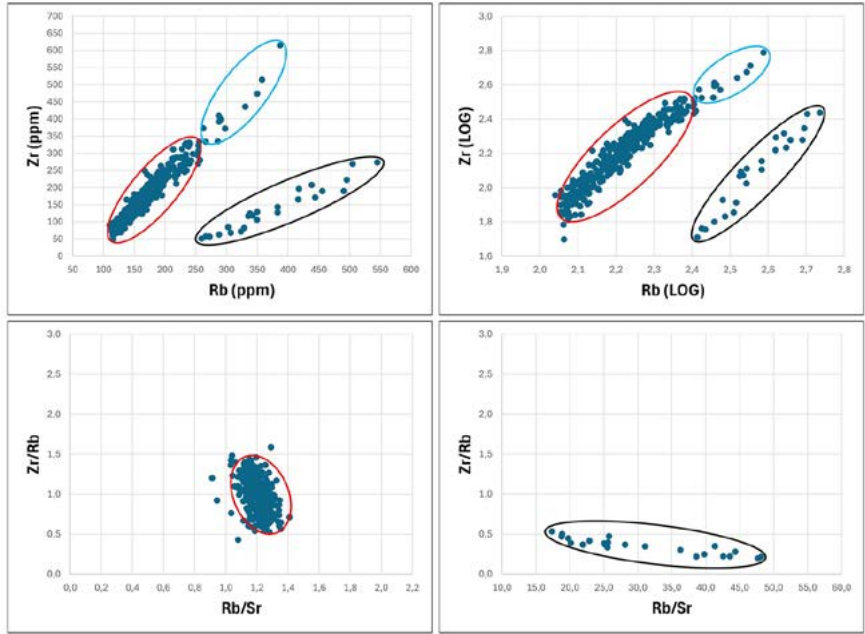


Figura 5. Gráficos con los resultados (en ppm, logaritmos y ratios) de las mediciones sobre 185 muestras. Las elipses se conformaron con un 95% de confianza.

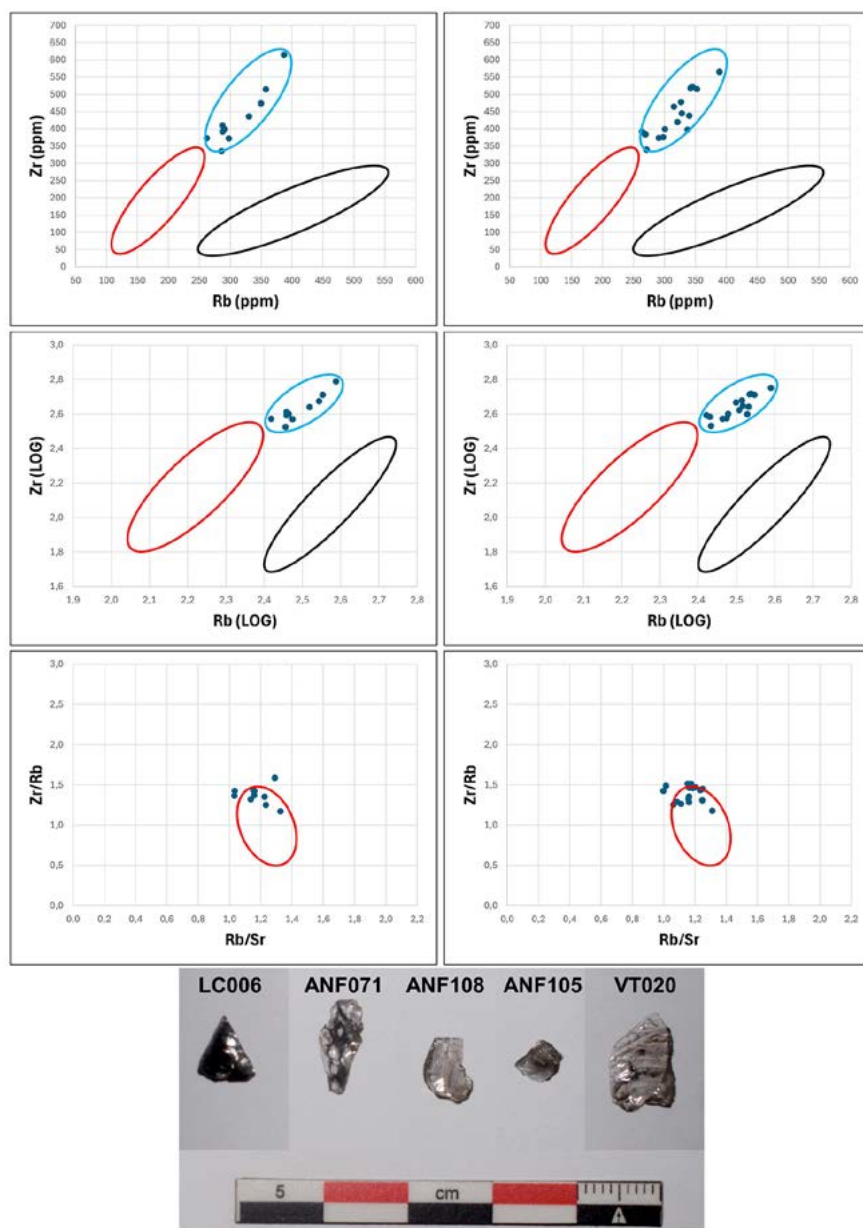


Figura 6. Gráficos con los resultados (en ppm, logaritmos y ratios) de las mediciones (a la izquierda) y controles (a la derecha) sobre cinco muestras. Las elipses roja y negra se conformaron con un 95% de confianza. Abajo, imágenes de las muestras.

También se observó que dos muestras (LCS011 y VT023) ofrecieron error en el límite de detección (LOD) para el elemento estroncio (Sr). Al observar las piezas y la zona de medición, estas eran irregulares (Figura 7), por lo que se realizó un nuevo análisis con una cara más plana, corrigiéndose el error y permitiendo

la medición de las piezas. La situación reafirmó que es importante identificar las áreas más planas de los instrumentos al momento de hacer las mediciones.

Por último, dos lascas que se asignaron respectivamente a Ona-Las Cuevas V6 (ANF058) y a otra fuente –V9– (ANF112), ofrecieron errores LOD en los tres elementos traza seleccionados, así como en otros. Se realizaron nuevos análisis (cuatro mediciones a cada una), arrojando los mismos errores. Al observar las piezas en detalle, se detectó que la primera correspondía a un cuarzo translúcido y la segunda a un sílice (Figura 7), materias primas locales y aprovechadas en el área de estudio. Estos ejemplos muestran que el análisis químico permitió descartar dudas frente a identificaciones macroscópicas erróneas.



Figura 7. Muestras con errores LOD durante las mediciones.

Conclusiones

En este trabajo presentamos los resultados de una propuesta para desarrollar una metodología alternativa en el análisis de procedencia de artefactos de obsidiana desde el NOA. La investigación realizada permite señalar como primeros avances que el análisis por medio del equipo portátil de XRF utilizado fue viable y confiable. En este sentido, se lograron medir los elementos traza necesarios para el análisis de procedencia y se detectaron situaciones que pueden afectar los resultados obtenidos (tamaños de las muestras, superficies a medir, etc.). Asimismo, los análisis también permitieron corregir caracterizaciones macroscópicas fallidas, tanto en casos de materiales similares a obsidiana (que no lo eran), como en conjuntos de obsidianas que se asignan visualmente a una fuente y corresponden a otra.

Se considera también que es posible utilizar como estrategia de calibración del equipo, piezas cuyas fuentes fueron previamente caracterizadas por otros laboratorios mediante muestras geológicas. Tanto los análisis de esas piezas, con distintas mediciones y tiempos, como del resto de las piezas arqueológicas, pudieron agruparse sólidamente, siendo confiables los resultados. En

este sentido, el análisis permitió distinguir dos fuentes de aprovisionamiento para el área de estudio. Una coincide con muestras ya caracterizadas anteriormente en el MURR correspondientes a Ona-Las Cuevas y permite establecer un rango de confianza sólido para futuros análisis. La otra corresponde a una fuente químicamente diferente, presumiblemente Laguna Cavi, la cual será necesario definir, ya sea a través de muestras geológicas o con muestras arqueológicas previamente caracterizadas.

Estas interpretaciones, así como una confirmación de otras fuentes identificables mediante el programa propuesto, se verán reforzadas o discutidas con la inclusión de nuevas muestras. Es por ello que invitamos a colegas a colaborar en la conformación de una base de datos regional que genere un acceso a estos análisis con menores costos y tiempos, redituando en general al conocimiento sobre los vínculos espaciales y redes de interacción de las sociedades que habitaron el NOA y regiones aledañas.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los miembros del EASCC por los trabajos de campo en donde proceden los materiales arqueológicos utilizados en esta investigación. También a las Comunidades Originarias del valle de Tafí y Anfama por el recibimiento en sus tierras ancestrales para realizar los trabajos arqueológicos. A la UNC que brindó el marco institucional y financiero para acceder al equipo de XRF, a través del proyecto PRIMAR UNC RS/2020-00158466. Al Laboratorio de Arqueología del Instituto de Estudios Históricos (IEH-CONICET)-Anexo, donde se realizaron los análisis. A los Dres. Sergio Ceppi, Salomón Hocsmán y Eduardo Wannaz que colaboraron durante las mediciones y resolviendo dudas sobre el uso del equipo y las muestras.

Referencias

- Abedi, A., Varoutsikos, B. y Chataigner, C. (2018). Provenance of obsidian artifacts from the Chalcolithic site of Dava Göz in NW IRAN using portable XRF. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 20, 756-767. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.06.022>
- Asaro, F., Salazar, E., Michel, H., Burger, R. y Stross, F. (1994). Ecuadorian obsidian sources used for artifact production and methods for provenience assignments. *Latin American Antiquity* 5(3), 257-277. <https://doi.org/10.2307/971883>
- Capriles, J. M., Tripcevich, N., Nielsen, A. E., Glascock, M. D., Albarra-cin-Jordan, J., y Santoro, C. M. (2018). Late Pleistocene Lithic Procurement and Geochemical Characterization of the Cerro Kaskio Obsidian

- Source in South-western Bolivia. *Archaeometry*, 60: 898–914. <https://doi.org/10.1111/arc.12363>.
- Carbonelli, J. (2012). Base regional de recursos líticos y fuentes de materias primas al sur del Valle de Yocavil. *Estudios sociales del NOA*, 12, 111-137. <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/esnoa/article/view/787>
- Caria, M., Escola, P., Gomez Augier, J., y Glascock, M. (2009). Obsidian circulation: new distribution zones for the Argentinean northwest. *LAOS Bulletin*, 40, 5-11. <https://escholarship.org/uc/item/4542z2z5>
- De Feo, E., Soria, S. y Macoritto, C. (2020). Circulación de obsidias en una perspectiva de larga duración en Quebrada del Toro (Salta), Noroeste de Argentina. *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 24(3), 169-194. <https://doi.org/10.37603/2250.7728.v24.n3.31095>
- Escola, P. (2007). Obsidias en contexto: tráfico de bienes, lazos sociales y algo más. En V. Williams, B. Ventura, A. Callegari y H. Yacobaccio (Eds.), *Sociedades precolombinas surandinas: temporalidad, interacción y dinámica cultural del NOA en el ámbito de los Andes centro-sur*, (pp. 73-88). Buenos Aires: Edición de los Autores. https://www.academia.edu/7266411/Obsidias_en_contexto_tr%C3%A1fico_de_bienes_lazos_sociales_y_algo_m%C3%A1s
- Escola, P. y Hocsman, S. (2007). Procedencia de artefactos de obsidiana de contextos arqueológicos de Antofagasta de la Sierra (ca. 4500-3500 AP). *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 10, 49-58. <https://doi.org/10.37603/2250.7728.v10.n1.27622>
- Escola, P., Elías, A., y Cohen, L. (2016). Obsidias en el Tardío-Inka de Antofagasta de la Sierra (Puna meridional argentina): ¿fondo de cuenca versus sectores intermedios? *Arqueología*, 22(1), 211-222. <https://doi.org/10.34096/arqueologia.t22.n1.2472>
- Escola, P., Glascock, M., Korstanje, M. A. y Sentinelli, N. (2009). Laguna Cavi y El Médano: obsidias en circulación caravanera. En O. Palacios, C. Vázquez, T. Palacios y E. Cabanillas (Eds.), *Arqueometría latinoamericana: Segundo Congreso Argentino y Primero Latinoamericano, Tomo I* (pp. 103-108). Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). https://www.academia.edu/23030202/Laguna_Cavi_y_El_M%C3%A9dano_obsidias_en_circulaci%C3%B3n_caravanera
- Frahm, E. (2013). Validity of “off-the-shelf” handheld portable XRF for sourcing Near Eastern obsidian chip debris. *Journal of Archaeological Science*, 40(2), 1080-1092. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.06.038>
- Franco, F., Montegu, J., Moyano, G., Molar, R., Vázquez Fiorani, A., Chiavassa Arias, S., Etchegoin, A., Justiniano, L., de Salazar, L., Franco Salvi, V. y Salazar, J. (2023). Ensamblajes, temporalidades múltiples y tradiciones prácticas prehispánicas: El Registro Arqueológico de El Sunchal (Anfama,

- Tucumán, Argentina). *Chungara. Revista de Antropología Chilena*, 55(4), 637-662. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-73562023005002403>
- Franco, F., Moyano, G., Franco Salvi, V. y Salazar, J. (2025). Paisajes aldeanos continuos. Prospecciones arqueológicas en San José de Chasquivil (Tucumán, Argentina). *Revista del Museo de La Plata*, 10(1), 1-21. <https://doi.org/10.24215/25456377e232>
- Franco Salvi, V. y Justiniano, L. (2021). La práctica de realizar pozos en la vida cotidiana. Valle de La Ciénega, Argentina. *Comechingonia. Revista De Arqueología*, 26(2), 133-150. <https://doi.org/10.37603/2250.7728.v26.n2.34315>
- Franco Salvi, V. y Molar, R. M. (2018). Paisajes agrarios del segundo milenio de la Era en el sector norte del Valle de Tafi (Tucumán, Argentina). *Estudios Atacameños*, 57, 45-63. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-10432018005000602>
- Franco Salvi, V., Salazar, J., López Lillo, J., Vázquez Fiorani, A. y Montegú, J. (2023). Mundos aldeanos: El valle de La Ciénega en la larga duración (Tucumán, Argentina). *Estudios Atacameños* 69, 1-35. <http://dx.doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2023-0019>
- Glascok, M. (2011). Comparison and Contrast Between XRF and NAA: Used for Characterization of Obsidian Sources in Central Mexico. En M.S. Shackley (Ed.), *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology* (pp. 161-182). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6886-9_8
- Glascok, M. (2020). A systematic approach to geochemical sourcing of obsidian artifacts. *Scientific Culture*, 6(2), 35-47. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3724847>
- Glascok, M., Braswell, G. y Cobean, R. (1998). A systematic approach to obsidian source characterization. Archaeological Obsidian Studies. En M. S. Shackley (Ed.), *Method and Theory, Advances in Archaeological and Museum Science Series*, Vol. 3 (pp.15-65). Boston: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9276-8_2
- Hughes, R. (1998). On reliability, validity and scale in obsidian sourcing research. En A. Ramenofsky y A. Steffan (Eds.), *Unit Issues in Archaeology Measuring Time, Space, and Material* (pp. 103-114). Salt Lake City: University of Utah Press. https://www.geochemicalresearch.com/grlv2/pdfs/Units_Volume_paper.pdf
- Martínez, J., y Funes Coronel, J. (2020). Trayectorias cruzadas de gente y materias primas: Movilidad entre Puna y Valles en el Noroeste de Argentina durante el Holoceno Medio. *Revista del Museo de Antropología*, 13(1), 37-44. <http://doi.org/10.31048/1852.4826.v13.n1.23838>

- Mendoza Martínez, E., Nesbitt, J., Matsumoto, Y., Caverro Palomino, Y. y Glascock, M. D. (2020). pXRF Sourcing of Obsidian from Pallaucha, Vilcashuaman: Insights into Exchange Patterns in South-Central Peru during the Early Horizon. *Bulletin de l'Institut français d'études andines* 49(2), 255-276 <https://doi.org/10.4000/bifea.12232>
- Mercuri, C. y Glascock, M. (2011). Primeros datos sobre la procedencia de obsidiana de un sitio Formativo de Santa Rosa de los Pastos Grandes, puna de Salta, Argentina. *Arqueología*, 17, 247-258. <https://doi.org/10.34096/arqueologia.t17.n0.1845>
- Míguez, G., Funes Coronel, J., y Martínez, J. (2015). Primer registro prehispánico de obsidianas en el piedemonte meridional de la Provincia de Tucumán (Argentina): análisis tecnológico y de procedencia. *Revista del Museo de Antropología*, 8, 45-50. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v8.n1.11462>
- Montegú, J. (2022). Movilidad, agenciamiento y tecnología lítica durante el primer milenio d.C. en la vertiente oriental de las Cumbres Calchaquies. Un análisis desde los materiales de El Sunchal y Mortero Quebrado (Anfama, Pcia. de Tucumán, Rep. Argentina). *Mundo de Antes*, 16(1), 102-132. <https://doi.org/10.59516/mda.v16.236>
- Montegú, J. y Salazar, J. (2023). Escenarios domésticos y materialidad cotidiana en Mortero Quebrado. En J. Salazar (Comp.), *El arte de convivir. Arqueología de las primeras aldeas en Anfama, Noroeste Argentino*, (pp. 123-146). Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires. <https://saantropologia.com.ar/wp-content/uploads/2023/11/El-arte-de-convivir-Salazar-comp.pdf>
- Montegú, J., Franco Salvi, V. y Salazar, J. (2018). First technological and provenance analysis on obsidian artifacts from Tafi Valley (Tucumán Province, Argentine Republic). *Journal of Lithic Studies*, 5(2), 1-18. <https://doi.org/10.2218/jls.2787>
- Nazaroff, A., Prufer, K., y Drake, B. (2010). Assessing the applicability of portable X-ray fluorescence spectrometry for obsidian provenance research in the Maya lowlands. *Journal of Archaeological Science*, 37(4), 885-895. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.11.019>
- Pérez, A., Santelices, T., Ricciuto, L., y Salazar, G. (2022). Primeros registros de obsidiana procedente de nevados de sollipulli (Cordillera de la Araucanía, Chile) en Aluminé (Neuquén, norte de la patagonia argentina). *Arqueología Iberoamericana*, 49, 24-31. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5967573>
- Pintar, E. y Pessarossi-Langlois, J. (2013). PXRF sourcing of obsidian artifacts from Salamanca Cave, Northwestern Argentina. *IAOS Bulletin*, 48, 10-14. https://www.deschutesmeridian.com/IAOS/iaos_bulletin_48.pdf
- Pintar, E., Martínez, J., Achero, C. y Glascock, M. (2016). Obsidian use and mobility during the early and middle Holocene in the Salt Puna,

- NW Argentina. *Quaternary International*, 422, 93-108. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.128>
- Reid, D., Williams, P., Rosas, A., Goldstein, R., Dussubieux, L., Banikazemi, C., y Rademaker, K. (2024). Obsidian Procurement and Exchange at the Apo-gee of Empire: Wari Political Economy in Arequipa, Peru. *Latin American Antiquity*, 36(1), 160–180. <https://doi.org/10.1017/laq.2023.68>
- Rivolta, G. (2005). Sitio Los Cardones: análisis de un poblado estratégico defensivo. *Mundo de Antes* 4, 67-86. <https://doi.org/10.59516/mda.v4.122>
- Ruvalcaba J. L. (2018). Análisis elemental mediante técnicas basadas en rayos X característicos: Fluorescencia de rayos X y emisión de rayos X inducida por partículas. En Chapoulie, R.M., Sepúlveda, N., Del Solar-Velarde, N. y Wright, V. (Eds.), *Arqueometría. Estudio analítico de materiales arqueológicos* (pp. 61-90). Lima: Institut français d'études andines. <https://doi.org/10.4000/books.ifea.12865>
- Salazar, J. (2006). *El espacio doméstico en el poblado estratégico de Los Cardones (valle de Yocavil, Tucumán)*. Tesis de licenciatura inédita. Universidad Nacional de Córdoba.
- Salazar, J. (2011). *Reproducción social doméstica y asentamientos residenciales entre el 200 y el 800 d.C. en el valle de Tafí, provincia de Tucumán*. Tesis doctoral inédita. Universidad Nacional de Córdoba.
- Salazar, J., Franco Salvi, V.L., Berberían, E. E. y Clavero, S. F. (2007). Contextos domésticos del Valle de Tafí, Tucumán, Argentina (200-1000 AD). *Werken*, 10, 25-47.
- Salazar, J., Franco Salvi, V. L., y López Lillo, J. A. (2024). Materia y tiempo en La Ciénega. Aportes al estudio de paisajes aldeanos del Noroeste Argentino (500 AC - 900 DC). *InterSecciones en Antropología*, 26(1), 73–94. <https://doi.org/10.37176/iea.26.1.2025.911>
- Scattolin, M. C. y Lazzari, M. (1997). Tramando redes, obsidias al Oeste del Aconquija. *Estudios Atacameños*, 14, 189-209. <http://www.jstor.org/stable/25674681>
- Serrano Ayala, S. (2020). La obsidiana en la Amazonía baja del norte del Ecuador (900-1250 d.C.): ¿intercambio a larga distancia o dinamismo del paisaje? Perspectivas desde la geoarqueología. *Boletín De Arqueología PUCP*, (28), 123–147. <https://doi.org/10.18800/boletindearqueologiapucp.202001.006>
- Shackley, M. S. (2011). An Introduction to X-Ray Fluorescence (XRF). Analysis in Archaeology. En Shackley, M. (Ed.), *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6886-9_2
- Sheppard, P., Trichereau, B., y Milichich, C. (2010). Pacific obsidian sourcing by portable XRF. *Archaeology in Oceania*, 45, 21-30. <http://www.jstor.org/stable/20743942>

- Sprovieri, M. (2014). La circulación interregional en el valle Calchaquí (Provincia de Salta, Noroeste argentino): una visión integral desde nuevas y viejas evidencias. *Revista Española de Antropología Americana*, 44(2), 337-366. https://doi.org/10.5209/rev_REAA.2014.v44.n2.50720
- Varde, M. (2020). La obsidiana en la ocupación tardía de Cueva Nacimiento I, Puna de Salta, Argentina (ca. 500 años AP). *Revista del Museo de Antropología*, 13(1), 57-62. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v13.n1.23853>
- Vázquez Fiorani, A. Moyano, G., y Salazar, J. (2021). Identificando sitios arqueológicos del Período de Desarrollos Regionales (siglos X a XV d.C) en el bosque montano tucumano: la cuenca de Anfama (Dpto. Tafí Viejo). *Revista del Museo de Antropología*, 14(1), 35-46. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v14.n1.25886>
- Wynveldt, F., y Flores, M. (2014). La obsidiana en el paisaje tardío del Valle de Hualfín (departamento de Belén, provincia de Salta). *Arqueología*, 20(3), 169-192. <https://doi.org/10.34096/arqueologia.t20.n0.1586>
- Yacobaccio, H., P. Escola, M. Lazzari y F. Pereyra. (2002). Long-distance obsidian traffic in Northwestern Argentina. En M. Glascock (Ed.), *Geochemical Evidence for Long-Distance Exchange*, (pp. 167-204). Wesport: Bergin y Garvey. https://www.academia.edu/11857897/Long_distance_obsidian_traffic_in_Northwestern_Argentina
- Yacobaccio, H., Escola, P., Pereyra, F., Lazzari, M. y Glascock, M. (2004). Quest for ancient routes: obsidian sources research in Northwestern Argentina. *Journal of Archaeological Science*. 31, 193-204. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.08.001>