

ANEXO

1.4

Elementos de Tierras Raras como trazadores de contaminación residual en sedimentos del arroyo Tinajas, ríos Bacanuchi y Sonora, asociada al derrame de una solución ácida de la mina Buenavista del Cobre, en el distrito minero de Cananea, Sonora.



Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía
Universidad Nacional Autónoma de México
Geoquímica Ambiental



INFORME DE AVANCES

SEGUNDA ETAPA

Proyecto

Diagnóstico Ambiental y propuesta de Remediación-Reparación-Compensación en la Cuenca del Río Sonora afectada por el derrame del represo "Tinajas 1" de la mina Buenavista del Cobre (BVC), Cananea, Sonora.

Sub-proyecto

Elementos de Tierras Raras como trazadores de contaminación residual en sedimentos del arroyo Tinajas, ríos Bacanuchi y Sonora, asociada al derrame de una solución ácida de la mina Buenavista del Cobre, en el distrito minero de Cananea, Sonora.

Tabla de Contenido		Pág.
1. Introducción		1
2. Objetivos generales		3
2.1 Objetivos Particulares		3
3. Muestreos		3
3.1 Áreas muestreadas		9
4. Análisis Realizados		15
4.1 Elementos de Tierras Raras (ETR)		15
4.1.1 Normalización de resultados		16
4.1.2 Cálculo Anomalías de Eu y Ce		16
4.2 Análisis de Fe, Mn		16
4.2.1 Determinación de Sulfatos solubles.		17
4.3 Determinación de pH y CE		17
5. Resultados		18
5.1 Parámetros físico-químicos (pH y CE), contenido de Fe, Mn y SO₄²⁻		18
5.2 Elementos de Tierras Raras		23
5.2.1 Resultados No Normalizados		23
5.2.2 Resultados Normalizados		33
6. Discusión		48
7. Conclusiones		57
8. Recomendaciones		58
9. Bibliografía		59
Resultados de Laboratorio		

1. Introducción

A principios de la década de 1980 los elementos de tierras raras (ETR) se empezaron a utilizar como trazadores de procesos geoquímicos superficiales en agua subterránea, agua de mar, lagos y ríos (Coppin et al., 2002; Gammons et al., 2003, Olías et al., 2005). En donde los ETR presentan pequeñas diferencias en su configuración electrónica que conduce a cambios en su comportamiento con respecto a la complejación acuosa con ligandos aniónicos, adsorción de iones, disolución y/o precipitación de minerales, lo cual se refleja en su fraccionamiento durante los procesos de intemperismo y transporte de solutos, que influyen las concentraciones en solución y sus patrones (Gammons et al., 2005; Coppin et al., 2002, Romero et al., 2010). Este proceso de fraccionamiento se ha observado en aguas alcalinas o cercanamente neutrales.

Recientemente, su aplicación se ha enfocado en el comportamiento de los ETR en aguas ácidas y Drenaje Ácido de Mina (DAM), que se originan por la oxidación e intemperismo de sulfuros minerales vía procesos naturales y/o antropogénicos (Johannesson y Zhou, 1999; Gimeno Serrano 2000; Protano y Riccobono, 2002; Gammons et al., 2003, Romero et al., 2010). Las investigaciones en este ámbito han incluido a la roca huésped de la mineralización, sedimentos de río, suelos de mina y jales mineros (Johannesson y Zhou, 1999; Ferreira da Silva et al., 2009; Fernández-Caliani et al., 2009; Romero et al., 2010). En aguas ácidas por ejemplo, se han reportado patrones de enriquecimiento en ETRM (Gammons et al., 2005; Fernández-Caliani et al., 2009). Bozau et al., (2004) reporta patrones de ETR en aguas ácidas empobrecidos en ETRL al normalizar con respecto a la roca original. El enriquecimiento en ETRP de DAM, cuyos patrones están asociados a procesos de filtración, sugiere que la concentración de los ETR decrece y fraccionan debido a su coprecipitación con fases de hierro (Merten et al. 2005). Concentraciones conservativas de ETR ocurren en aguas con un pH de 5.5, en aguas con un pH superior, la concentración depende de la adsorción o coprecipitación de los ETR con oxihidróxidos de Fe y Al. En fases sólidas, el fraccionamiento fue mayor ETR-Pesados con respecto a los ETR-Ligeros, cuando el pH fue superior a 6. En sedimentos superficiales, los ETR mostraron una curvatura convexa de los ETR-Medios vs los ETR-Ligeros debido a procesos de mezcla entre aguas fluviales afectadas por DAM y agua de mar (Delgado et al. 2012).

La aplicación de los ETR en áreas mineras y/ afectadas por sus productos (DAM, jales) evidencian que los patrones de los ETR pueden modificarse debido a cambios del pH y que su concentración depende de factores como la adsorción-desorción. Se considera que los ETR conservan la firma geoquímica de la roca fuente y del proceso que los fracciona (Romero et al., 2010), lo que abre la posibilidad de que puedan ser empleados como trazadores de fuentes de metales e identificar la influencia de soluciones ácidas hacia aguas superficiales y sedimentos. Por lo que su aplicación en áreas afectadas recientemente, como Cananea en Sonora, puede servir como base para futuras investigaciones en sitios donde la contaminación minera es histórica.

La mina Buenavista, antes Cananea, data de 1899. Es una mina a tajo abierto y es la quinta más grande del mundo con la mayor generación y exportación de Cu (aprox. 200,000 toneladas de cobre refinado). En 2012, la empresa Buena Vista del Cobre, presentó el Informe Preventivo del Proyecto "Terreros de lixiviación Tinajas" en Cananea, Estado de Sonora. El cual consiste en la disposición en pilas de mineral fresco con valores diseminados de cobre para su extracción y recuperación empleando el proceso de lixiviación en terreros. Este proceso emplea soluciones acuosas en medio sulfatado ácido que permiten recuperar la solución preñada de cobre en repesos, a partir de los cuales la solución preñada es enviada a las plantas ESDE que operan en el Complejo Minero, con el fin de obtener el cobre metálico. El sistema ESDE es una técnica metalúrgica que combina la electrodeposición y extracción por solventes orgánicos, hasta ahora aplicada sólo a los minerales de cobre (www.gmexico.com.mx).

El 6 de agosto de 2014, el repeso Tinajas 1 de la mina Buenavista del Cobre en Cananea, Sonora, con una capacidad de operación de 40000 m³, tuvo una importante fuga. El lixiviado almacenado contenía una solución ácida (pH entre 0.8 y 1.4) y altamente oxidante (ORP= 300 a 350 mV) enriquecida en Cu (114 mg/L), Fe (1080 mg/L), Al (461 mg/L) y Mn (98 mg/L), entre otros metales pesados disueltos. El contenido alcanzó, en primera instancia, al arroyo Tinajas con una longitud de 17.6 km, además de los ríos Bacanuchi (64 km) y Sonora con 190 km de longitud (Gutiérrez-Ruiz y Romero, 2015). Sin embargo, la empresa Buenavista del Cobre, realizó acciones de limpieza y neutralización que consistieron en el retiro físico de los sedimentos visiblemente afectados y el empleo de cal como neutralizador, lo imposibilitó seguir de manera continua el impacto del derrame. Debido a ello, se consideró importante trazar la posible presencia de contaminación residual empleando a los ETR como trazadores.

2. Objetivos generales

Emplear a los Elementos de Tierras Raras (ETR) como posibles trazadores de contaminación residual en materiales considerados impactados con la finalidad de discriminar las fuentes, naturales y antropogénicas en suelos y sedimentos. Además de identificar los patrones de los ETR que se originan a partir de un evento de contaminación fortuita y reciente con respecto a un patrón de origen natural como son las rocas del área.

2.1 Objetivos Particulares

- Tener una visión integral de la distribución de los ETR en el área donde ocurrió el derrame de la solución ácida.
- Identificar los patrones de los ETR en muestras provenientes de la Fuente, área (s) afectadas, y de sitios alejados al derrame (Fondos).
- Comparar los patrones de ETR de las muestras con respecto de la Fuente de contaminación, las rocas del área y Fondos para identificar diferencias en su comportamiento que puedan relacionarse con la presencia de contaminación residual.
- Evaluar si existe contaminación residual en los ríos y arroyo afectados por el derrame y su fuente al haberse identificado los patrones de ETR.
- Determinar si existe una relación entre los patrones de ETR asociados a muestras con contaminación residual y sus valores de pH y CE.

3. Muestreos

Se realizaron cinco muestreos durante los meses de octubre de 2014, febrero, abril, mayo y julio de 2015, que incluyeron muestras de sedimentos y rocas. En octubre de 2014, las muestras fueron obtenidas a juicio de experto en el área de Tinajas que incluyó muestras del lixiviado del represo (Fuente) y sedimentos aguas abajo del mismo (tabla 1). En febrero, el muestreo de sedimentos, se basó en el diseño que se presenta en la figura 1. Las Letras D y F corresponden a las riberas de los arroyos y ríos muestreados, la letra E identifica al cauce. Los puntos A-C y G-I indican las planicies de inundación. Se recuperaron muestras en estos perfiles a los 0, 5, 25 y 50 cm de profundidad (tabla 1). En abril, el muestreo del Tributario del Molinito siguió el patrón de la figura 1. En la presa

El Molinito, se recuperaron sedimentos de fondo con una draga (tabla 2). En mayo y junio se muestrearon rocas a lo largo de los cuerpos de agua estudiados (tablas 2 y 3). En julio, se realizaron excavaciones (Zanjas) en Tinajas y Bacanuchi, en las que se recuperaron sedimentos cada 10 cm y hasta ~1 m de profundidad (tabla 4). Los sitios estudiados y los poblados cercanos a estos, se señalan en la figura 2. El muestreo se realizó con materiales de polietileno de alta densidad, lavados y enjuagados previamente, y almacenados en bolsas del mismo material.

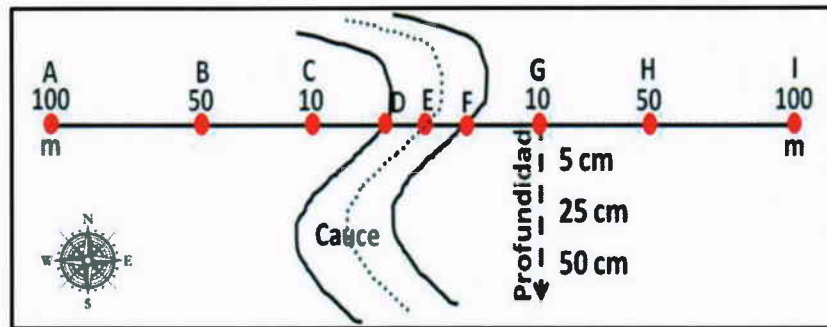


Figura 1. Diseño del muestreo realizado en febrero de 2015.

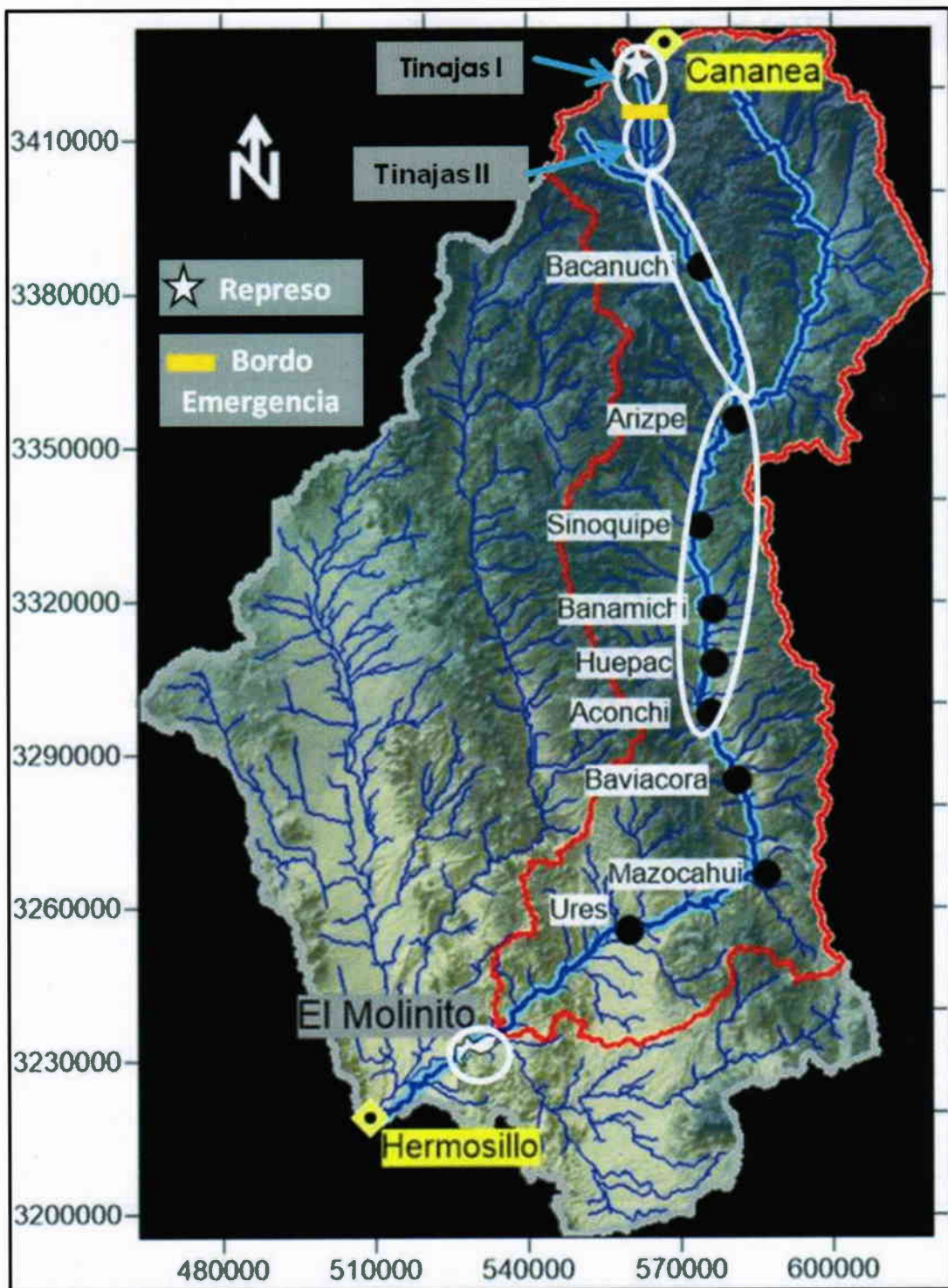


Figura 2. Ubicación de las áreas estudiadas (círculos blancos) y poblados cercanos.

Proveniencia	Tipo de Muestra	ID Muestra	Coordenadas		Observaciones
			X	Y	
Muestreo Octubre 2014					
Fuente	Sedimento	14	562841	3421621	Reproso Tinajas
	Sedimento	29	562841	3421621	
	Licor Lixiviación	31	562841	3421621	
Perfiles de Muestreo en Febrero 2015					
Tinajas I					
Centro del cauce	Sedimentos	IT1E-5	563135	3420622	Tinajas I. Muestras a 5, 25, 50 cm de profundidad
		IT1E-25	563135	3420622	
		IT1E-50	563135	3420622	
		IT2E-5	563165	3419594	
		IT2E-25	563165	3419594	
		IT2E-50	563165	3419594	
		IT3E-5	563805	3416583	
		IT3E-25	563805	3416583	
		IT3E-50	563805	3416583	
		Tinajas II			
Centro del cauce	Sedimentos	IIT1E-5	563972	3415725	Tinajas II. Muestras a 5, 25, 50 cm de profundidad
		IIT1E-25	563972	3415725	
		IIT1E-50	563972	3415725	
		IIT2E-5	563531	3410077	
		IIT2E-25	563531	3410077	
		IIT2E-50	563531	3410077	
		IIT3E-5	563676	3404209	
		IIT3E-25	563676	3404209	
		IIT3E-50	563676	3404209	
		Bacanuchi			
D- Ribera Izquierda E-Centro del Cauce	Sedimentos	B1E-5	564242	3402312	Bacanuchi. cerca Tinajas

Proveniencia	Tipo de Muestra	ID Muestra	Coordenadas		Observaciones
			X	Y	
Bacanuchi					
D- Ribera Izquierda E-Centro del Cauce	Sedimentos	B2E-5	572927	3384761	Tramo intermedio
		B3D-5	580381	3361325	Cerca Arizpe
Perfil 8A					
Río Bacanuchi	Sedimentos	23-8A	570622	3391901	Bacanuchi. Mtra. Superficial
		25-8A	570622	3391901	Mtra. 25-10 a 20 cm.
		29-8A	570622	3391901	Mtra. 29- 50-60 cm.
Sonora					
D-Ribera Izquierda E-Centro del Cauce F-Ribera Derecha	Sedimentos	S1D-5	580923	3356535	Río Sonora-Arizpe
		S1E-5	580938	3356529	
		S1F-5	580953	3356523	
		S2D-5	574509	3298729	Río Sonora-Aconchi
		S2E-5	574520	3298737	
		S2F-5	574524	3298742	
Fondos					
Tinajas I y II					
A-100 m de ribera izquierda I-100 m de ribera derecha	Sedimentos	IT2A-5	563047	3419594	Tinajas I y II. muestras superficiales
		IT2I-5	563285	3419594	
		IIT2A-5	563425	3410092	
		IIT2I-5	563630	3410024	
		Bacanuchi			
A-100 m de ribera izquierda I-100 m de ribera derecha	Sedimentos	B2A-5	572849	3384627	Bacanuchi. Tramo intermedio, muestras superficiales.
		B2I-5	573009	3384832	
Sonora					
A-100 m de ribera izquierda I-100 m de ribera derecha	Sedimentos	S2A-5	574412	3298668	Río Sonora-Aconchi. Muestras Superficiales
		S2I-5	574583	3298762	

Tabla 1. Muestras recolectadas en octubre de 2014 y febrero de 2015.

Proveniencia	Tipo de Muestra	ID Muestra	Coordenadas		Observaciones
			X	Y	
Muestreo Abril					
Tributario Molinito					
Tributario de El Molinito	Sedimentos	TM1A-5	528363	3230091	Río tributario de la presa El Molinito, sin agua al momento del muestreo
		TM1B-5	528353	3230084	
		TM1C-5	528347	3230079	
Presa Molinito					
Presa El Molinito	Sedimentos de Fondo	SM-1	526707	3231647	Obtenidos en la entrada, parte central y parte distal de la presa
		SM-2	577071	3232062	
		SM-4	527741	3232664	
		SM-6	528436	3233309	
		SM-7	528835	3233584	
		SM-8	530377	3234342	
		SM-9	527539	3230801	
		SM-13	527600	3232171	
		SM-19	527161	3233303	
		SM-20	526889	3232538	
Presa Molinito	Roca	Mo-1	528341	3230093	Roca aflorante a orillas del río "La Junta"

Proveniencia	Tipo de Muestra	ID Muestra	Coordenadas		Observaciones
			X	Y	
Muestreo Mayo					
Rocas					
Tinajas		R1	569263	3421661	Tinajas cerca de actividades mineras
		R2	569380	3421661	
Arizpe	Roca	R3B sana	577575	3355352	Puente Agua Caliente, Arizpe
		R3A alterada			
		R3C roja			
Arizpe	Roca	R4 CG	581036	3359773	Arizpe Afloramiento sobre margen derecha del Bacanuchi-Arizpe
Sinoquipe		R5	573673	334470	Corte carretera entre Sinoquipe y Arizpe
Muestreo Junio					
Cananea		Sta. Isabel	563168	3419526	Socavón cercano a terreros
Sinoquipe	Roca	Sq-1 bca	573962	3340580	Roca aflorante inmediaciones del río Sonora-Sinoquipe
Aconchi		Ac-1 bca	569755	3301675	Roca aflorante inmediaciones del río Sonora-Aconchi

Tabla 2. Muestras recolectadas en Abril y Mayo de 2015.

Poblado Próximo	ID Muestra	Coordenadas	
		X	Y
Rocas (Gpo. Línea Base-ERNO)			
Tinájas	T-03	568733	3420546
	T-04	568766	3412648
	T-05	566722	3414277
	R1	569263	3421661
	R2	569380	3421661
	Socavón-21	562874	3421632
	Sta Isabel	563168	3419526
Bacanuchi	Bc-06	568468	3394180
	Bc-130	576646	3366510
	Bc-133	578297	3384582
	Bc-135	576037	3371257
	R4-Cg	581036	3359773
Arizpe	Az-75	582782	3357816
	Az-131	581902	3364385
	Az-151	575090	3360023
	Az-153	582593	3354373
	R3	577575	3355352
Sinoquipe	S-100	574789	3345227
	S-123	573850	3340664
	S-150	565301	3337285
	S-155	565993	3334459
	S-158	574989	3337595
	Sq1-Blanca	573962	3340580
Banamichi	R5	573673	334470
	Bn-122	575350	3321272
Huépac	H-19	569195	3312179
	H-51	586602	3306494
Aconchi	Ac-43	576960	3290333
	Ac1-Blanca	569755	3301675
Baviácora	Bv-10	585341	3266592
	Bv-11	583006	3265550
	Bv-12	579410	3277928
	Bv-14	577565	3284517
	Bv-26	571199	3261554
	Bv-52	580661	3264939
	Bv-55	572024	3260774
Ures	U-30	548274	3248595
	U-32	544233	3243459
	U-34	539592	3242399
	Mo-1	528341	3230093

Tabla 3. Muestras de rocas obtenidas en Mayo y Junio 2015.

Área	Tipo de Muestra	ID Muestra	Coordenadas		Observaciones
			X	Y	
Zanjas					
Tinájas					
Tinájas I	Sedimento	T1-1A	563545	3417793	5 cm prof.
		T1-1A			30-40 cm prof.
Tinájas II	Sedimento	T8-A	563683	3405740	5 cm prof.
		T8-A			100-120 cm prof.
Bacanuchi					
Bacanuchi	Sedimento	B4-A	570840	3391618	5 cm prof.
		B4-A			55-65 cm prof.

Tabla 4. Muestras recolectadas en Julio de 2015.

3.1 Áreas muestreadas

Se seleccionaron un total de 56 muestras de sedimentos para su análisis por ETR, provenientes de la Fuente, Perfiles, El Molinito, Fondos y Zanjas, sitios que a continuación se describen y su ubicación se muestra en la figura 3.

Fuente

Este sitio se ubica al norte del arroyo Tinajas, en el represo denominado Tinajas que almacenaba la solución ácida derramada el 24 de agosto. Este lugar se caracteriza por almacenar en distintos repesos de ~40 mil m³ de solución lixivante de Cu (foto 1). En este caso, las muestras que se obtuvieron, fueron de la solución ácida derramada y dos muestras de sedimentos del fondo del repeso.



Foto 1. Repeso Tinajas, Fuente, posterior al derrame del 06 de Agosto de 2014.

Perfiles

Se realizaron perfiles perpendiculares a los cuerpos de agua con los que presumiblemente la solución derramada entró en contacto. Los transectos se diseñaron de tal manera que incluyeron la parte Norte, Media y Sur de cada cuerpo de agua (figura 3).

Arroyo Tinajas

El arroyo Tinajas, se dividió en Tinajas I y Tinajas II, tomando como punto de separación al bordo de emergencia construido para la contención de la solución derramada (foto 2), así:

Tinajas I. Corresponde a la parte Norte del arroyo y se ubica antes del bordo de emergencia. Se obtuvieron los subperfiles I Tinajas 1 (IT1, parte Norte), I Tinajas 2 (IT2, parte Media) y I Tinajas 3 (IT3, parte Sur), éste último cercano al bordo de emergencia.

Tinajas II. Se refiere a la parte centro-sur del mismo arroyo, tomando como centro el bordo de emergencia, hasta su unión con el río Bacanuchi. Los subperfiles obtenidos fueron: IIT1, IIT2 y IIT3, conservando la lógica de Tinajas I. Sin embargo, en el desarrollo de este estudio se consideraron únicamente las muestras de los dos primeros perfiles de Tinajas I y II.

Las áreas de la Fuente y Tinajas I, se encuentran sobre la zona de mayor oxidación del distrito, con una geología constituida por: pórfidos cuarzo-feldespáticos, dioritas, monzonitas y granodioritas que albergan la mineralización de Cananea representada por un pórfido de Cu-Mo-Zn, con una mineralogía rica en pirita, calcopirita, molibdenita y calcocita (Ocho-Landín et al. 2011). Depósitos de aluviones conglomeráticos no consolidados se observaron en Tinajas II.



Foto 2. Arroyo Tinajas, sitios representativos y su ubicación con respecto al bordo de emergencia.

Río Bacanuchi

De igual manera, se obtuvieron 3 perfiles que incluyeron la parte Norte, Centro y Sur del río Bacanuchi. Así, el perfil Bacanuchi 1 (B1) se situó en la unión del arroyo Tinajas con el río Bacanuchi (parte Norte), Bacanuchi 2 (B2) representa la parte media del río y Bacanuchi 3 (B3) Corresponde a la parte Sur del río (foto 3). Continuando sobre el río Bacanuchi, se localiza el Perfil 8A, entre el perfil B3 y la unión del Bacanuchi con el río Sonora (foto 3). A diferencia de los perfiles anteriores, en este punto se localizó material de coloración rojiza producto del derrame, sobre una de las riberas del río.

La geología en este sitio ésta se conforma por depósitos aluviales, rocas sedimentarias y volcánicas fracturadas (Gutiérrez-Ruíz y Romero, 2015).

Río Sonora

Los perfiles del río Sonora se realizaron en las cercanías de los poblados de Arizpe (foto 4). En la unión del río Bacanuchi con el Sonora se ubica el perfil Sonora 1 (S1) y, en Aconchi que representa la parte media del río Sonora, el perfil Sonora 2 (S2). Perfil Sonora 3, ubicado al sur del río Sonora (no incluido en este estudio).

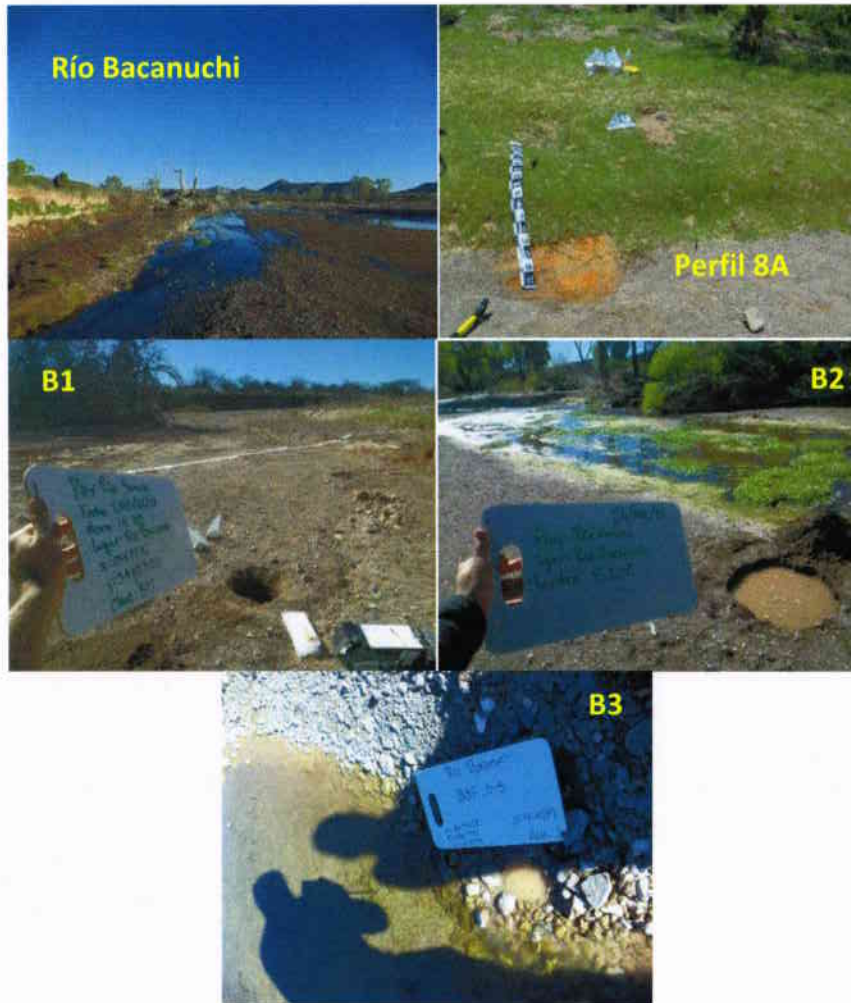


Foto 3. Imágenes representativas del río Bacanuchi, perfil 8A, B1, B2 y B3.

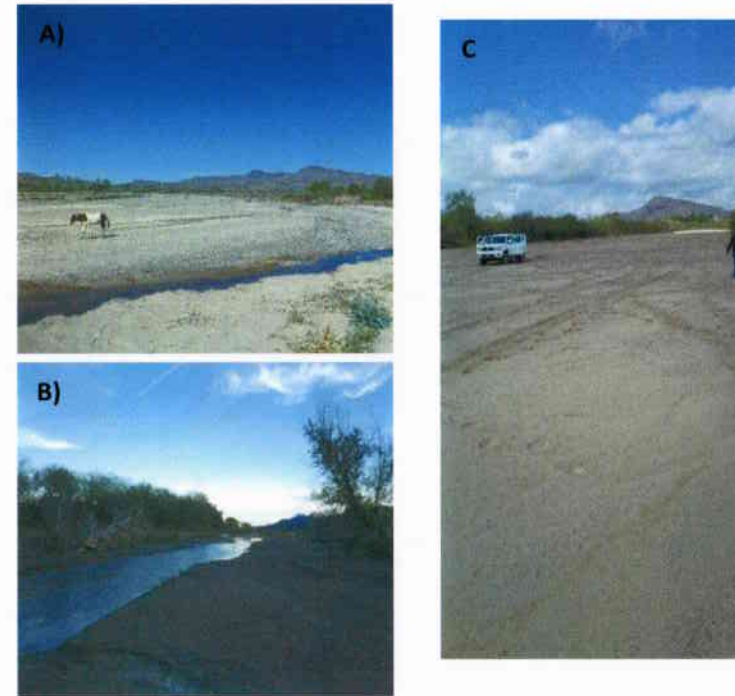


Foto 4. A) Río Sonora (S1), B) perfil S2 cercano al poblado de Aconchi y C) perfil S3, parte Sur del río Sonora.

El Molinito

Área cercana a la presa El Molinito, dónde se realizaron dos muestreos. El primero corresponde a un Tributario de la presa, ubicado al Sur-Oeste de la misma, del cual se obtuvieron muestras de sus riberas y cauce. El segundo muestreo, corresponde a sedimentos de fondo dentro del vaso de la presa, ubicada al Sur del río Sonora y antes de llegar a la ciudad de Hermosillo (foto 5).

La geología del río Sonora y El Molinito, son similares y está representada por conglomerados de la Formación Baucarit y materiales cuaternarios aluviales y fluviales (Gutiérrez-Ruiz y Romero, 2015).



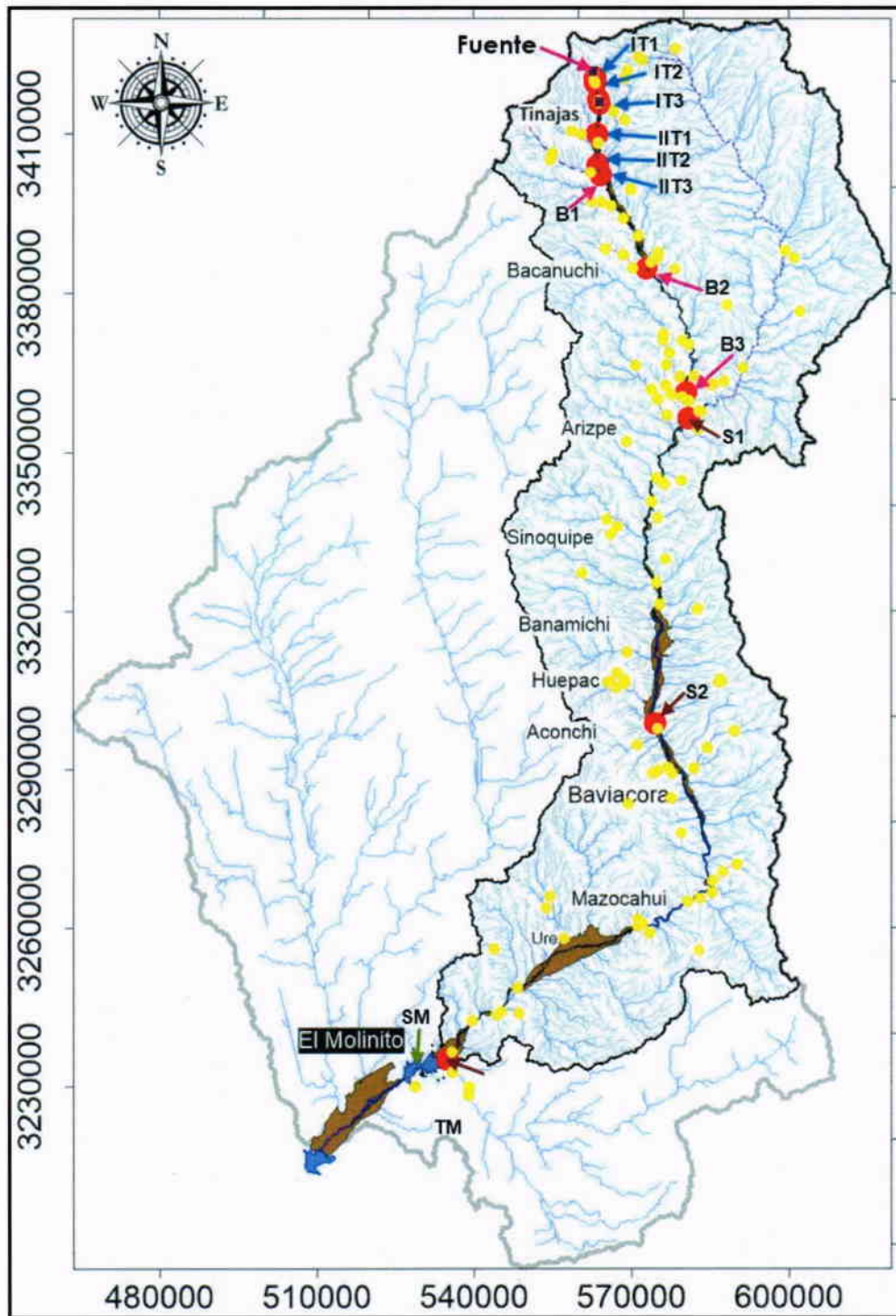
Foto 5. A) Presa El Molinito y B) Tributario Molinito.

Fondos

Se seleccionaron muestras de los puntos A e I de los perfiles de Tinajas I y II, Bacanuchi y Sonora, como fondos del área, estas muestras se consideraron representativas de las condiciones naturales de la zona de estudio, al ubicarse en puntos distantes (100 m de ambas riberas) de los cuerpos de agua que tuvieron interacción con el derrame de la solución ácida.

Zanjas

Representan excavaciones realizadas en los sitios de Tinajas y Bacanuchi en busca de materiales que pudieran ser representativos de contaminación residual debido al derrame de la solución ácida.



● Rocas ■ Fuente de Contaminación ● Perfiles Tinajas (IT-IIT), Bacanuchi (B1, B2, B3) y Sonora (S1, S2, S3).

Figura 3. Fuente y perfiles muestreados en la zona de estudio.

4. Análisis Realizados

Se analizaron un total de 56 muestras de sedimentos para determinar las concentraciones de los Elementos de Tierras Raras (ETR), pH, conductividad eléctrica (CE) y, el contenido de Fe, Mn y SO_4^{2-} (tablas 5 a 12). En las muestras de rocas, únicamente se determinó el contenido de ETR, Fe y Mn. La metodología de análisis para los ETR se describe en el punto 4.1.

El grupo de Línea Base-ERNO, UNAM, proporcionó los análisis de ETR realizados en las 31 muestras de roca que se presentan en esta investigación, además de las concentraciones de Fe y Mn.

4.1 Elementos de Tierras Raras (ETR)

Los ETR se analizaron en el Laboratorio de Química Ultrapura -LQU- del Instituto de Geología.

Preparación de las muestras para análisis de ETR. Las muestras fueron molidas y pulverizadas hasta obtener una granulometría inferior a malla 200, posteriormente fueron sometidas a una digestión multiácida (HF, HClO_4 , HNO_3 , HCl) a bomba abierta, intercalada con periodos de evaporación a sequedad, sobre plancha caliente. Una vez finalizada la digestión se aforó a 50 mL con HNO_3 2% (2x) y se preservaron en refrigeración hasta su análisis.

Técnica Analítica. La técnica analítica empleada fue la Espectrometría de Masas Cuadrupolar con Plasma Acoplado Inductivamente (Q-ICP-MS) en un equipo Agilent modelo 7500ce.

Calidad Analítica. Para evaluar la precisión del método, se analizaron muestras duplicadas. La exactitud del método fue evaluada analizando el material de referencia certificado SBC-1 Shale. Los análisis de las muestras duplicadas indican un error en la reproducibilidad entre 0.3 y 10.3 %, el porcentaje de error entre las concentraciones reportadas del material de referencia y las determinadas en este estudio variaron entre 2 y 11%, que son analíticamente aceptables.

4.1.1 Normalización de resultados

La normalización de los resultados se realizó de acuerdo con los valores condriticos reportados por Nakamura (1984). El cálculo considera la concentración reportada, dividida entre la concentración medida respecto de cada elemento. Las concentraciones medidas, en todos los casos, se reportan en partes por millón (ppm).

4.1.2 Cálculo Anomalías de Eu y Ce

El cálculo de la anomalía de Eu (ec. 1) se realizó de acuerdo con Shafiri et al., 2013. La anomalía de Ce (ec. 2) se calculó de acuerdo con Worrall and Pearson (2001). En ambos casos se considera una anomalía negativa cuando el valor es menor a 1 y positiva cuando se supera la unidad.

$$*Eu = (Eu_N / \sqrt{Sm_N * Gd_N}) \quad (1)$$

$$Ce_{anomalía} = (Ce_N / \sqrt{La_N * Pr_N}) \quad (2)$$

donde el subíndice N indica valores normalizados con respecto a la Condrita.

4.2 Análisis de Fe, Mn

Técnica analítica. Las concentraciones de Fe y Mn fueron determinados por la técnica de emisión de plasma acoplado inductivamente (ICP) en el laboratorio de Geoquímica Ambiental del Instituto de Geología.

4.2.1 Determinación de Sulfatos solubles.

Solubilización. Los sulfatos contenidos en las muestras se pusieron en solución a través de su agitación continua con agua en equilibrio con CO₂ y pH=5.5 en relación 1:20, por 18h a 200 rpm de acuerdo con la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 apartado B.2.3. El extracto fue recuperado con membranas de nitrocelulosa de 0.45 µm.

Técnica analítica. La determinación de los sulfatos se realizó por la técnica de Cromatografía de Iones con un equipo Metrohm 883 Basic IC Plus con detector de conductividad. Durante el análisis se empleó un una columna empacada con una fase estacionaria de copolimero de divinil benceno modelo Metrosep A Supp 1 HS y una fase móvil 3.0 mM de Na₂CO₃ con supresión química.

4.3 Determinación de pH y CE,

El pH y la CE se determinaron de acuerdo a la metodología establecida en el Laboratorio de Geoquímica Ambiental del Instituto de Geología.

- pH en H₂O relación 1:5 material:agua
- Conductividad eléctrica (CE) en H₂O relación 1:5 material:agua

La medición de pH se realizó en un equipo Denver Instrument Ultrabasic calibrado con las soluciones buffer de pH=4.01 y pH= 7.01. La medición de la conductividad eléctrica (CE) se realizó en un equipo OAKTON CON 700 calibrado con a 1413 µS/cm de acuerdo con el estándar empleado.

5. Resultados

5.1 Parámetros físico-químicos (pH y CE), contenido de Fe, Mn y SO_4^{2-} .

Los valores de pH y CE variaron de ácidos a alcalinos en la zona. Los resultados se presentan en la tabla 5.

Los valores de pH y CE para las muestras de la Fuente, domina el pH ácido con elevadas CE (5.65 mS/cm, máxima). En los perfiles, las muestras de Tinajas I, tienen un pH <5 unidades pero la CE es elevada (231 $\mu\text{S}/\text{cm}$) para las muestras superficiales IT1E-5, IT2E-5, IT3E-5. El pH varió de ácido (3.8) a ligeramente alcalino (7.6) en Tinajas II y la CE máxima fue de 55.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los perfiles de Sonora y Bacanuchi tuvieron un pH alcalino entre 8.1 y 8.4, sin embargo, la CE alcanzó entre 128 y 189 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2 muestras de los perfiles de Sonora. En el resto de las muestras, la CE tuvo valores entre 41.1 y 78.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por el contrario, el perfil 8A tuvo un pH ácido y CE superiores a los 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En las muestras de Fondos, el pH se conservó ácido para Tinajas I y II, pero neutro a alcalino para Sonora y Bacanuchi. En El Molinito (Tributario y Presa) el pH fue alcalino, en tanto que la CE superó los 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los valores de pH y CE muestran condiciones variables en el sitio de estudio. Sin embargo, en Tinajas I y en ciertos puntos de Tinajas II (IIT1E-5, IIT1E-25, IIT2E-50), así como, en el perfil 8A, el pH ácido se conserva. De igual manera, la CE es variable y exhibe picos que superan los 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en ocasiones los 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (perfil 8A), lo cual puede estar relacionado con una posible infiltración de la solución ácida, considerando la presencia de materiales de coloración ocre-rojiza y su cercanía a la fuente de contaminación. En los sitios de Sonora, Bacanuchi, El Molinito, las condiciones físico-químicas que predominan no sugieren la presencia de material impactado. Las muestras de las Zanjias en Tinajas, conservan valores de pH similares a los perfiles de este sitio variando de ácidos a cercanos a neutros, con CE entre 46.4 y 118.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Así mismo, las Zanjias de Bacanuchi conservan condiciones de pH y CE similares a los perfiles de esta área.

Las concentraciones de Fe y Mn en la Fuente se reportan en mg/L para la muestra 31 al referirse a una muestra líquida representativa de la solución ácida derramada. En tanto que en el resto de las muestras, la concentración Fe se reporta en % y en mg/kg de Mn (tabla 5).

En los perfiles de Tinajas I y II, el Fe tuvo concentraciones de 0.831 a 3.90 %, predominando valores entre ~2.1 y 2.9 %. El Mn varió entre 334 y 692 mg/kg en la mitad de las muestras, el restante tuvo

concentraciones entre 740 y 2360 mg/kg. En los perfiles de Sonora, Bacanuchi y 8A las concentraciones de Fe oscilaron entre 1.33 y 6.47%, agrupando el perfil 8A las mayores concentraciones. Con respecto al Mn las muestras B1E-5, B3D-5, 25-8A reportan contenidos por arriba de los 600 mg/kg superando, en el caso de B1E-5, los 1000 mg/kg. En el resto de las muestras el Mn varió entre ~260 y 480 mg/kg (tabla 5).

Las concentraciones de Fe en El Molinito, se conservan entre 2.05 y 3.29% en las muestras del Tributario, al igual que en las muestras de la Presa, cuyas concentraciones variaron entre 2.86 y 3.19%. El Mn, en el Tributario superó los 400 mg/kg pero en la Presa la concentración de este elemento varió entre 550 y 874 mg/kg (tabla 5). En las muestras de Fondos de Tinajas I y II, el Fe tuvo concentraciones similares a El Molinito (entre 2.42 y 3.96%); en el caso de Sonora y Bacanuchi, las concentraciones de Fe fueron similares entre sí (1.70-2.22%). Las mayores concentraciones de Mn se determinaron en los Fondos de Tinajas I y II, entre 555 y 1009 mg/kg; en el caso de los Fondos de Sonora y Bacanuchi la concentración de Mn fue similar entre ambos sitios (420-516 mg/kg) – tabla 5-. En las Zanjales de Tinajas, el Fe varió entre 2.83 y 4.04% mientras que en Bacanuchi tuvo concentraciones de 3.91 y 2.84%. El Mn, entre 637 y ~1300 mg/kg en Zanjales de Tinajas, en tanto que en las de Bacanuchi, tuvo concentraciones cercanas a los 800 mg/kg.

El contenido de estos elementos en las rocas fue variable, el Fe tuvo concentraciones desde 0.15% hasta 9.95%, agrupando las menores concentraciones las rocas cercanas a Baviacora. En caso del Mn, las concentraciones determinadas variaron desde inferiores al límite de detección (<LD) hasta >5000 mg/kg (tabla 6). La variación en las concentraciones de Fe y Mn evidencia la heterogeneidad de los materiales geológicos que aportan estos elementos al sitio afectado por el derrame y su distribución a lo largo del cauce del río Sonora. Deja al descubierto un importante aporte natural por erosión de la cuenca.

Las concentraciones de sulfatos se determinaron en muestras seleccionadas de los sitios estudiados. Los mayores contenidos de sulfatos se determinaron en la muestra 14 de la Fuente y las muestras de Tinajas I, con concentraciones variando entre 80 y 1000 mg/kg. En Tinajas II, Bacanuchi, perfil 8A, Sonora, Tributario El Molinito, las concentraciones fueron inferiores a 80 mg/kg. La muestra 29, de la Fuente, tuvo una concentración similar a Tinajas II con 79.2 mg/kg. Las menores concentraciones se detectaron en B4A.5 con 5.6 mg/kg (muestra Zanja de Bacanuchi) y en IIT2A-5 (muestra de Fondo

Tinajas II) con 15.6 mg/kg. Por el contrario, los Fondos de Tinajas I y Sonora superaron los 100 mg/kg. La concentración de sulfatos en muestras de la Presa El Molinito fueron elevadas (631-1005 mg/kg). En las muestras T8A.5, T8A.100-120, T1-1A.5, de las Zanjias de Tinajas, los sulfatos oscilaron en concentraciones de 90.4, 225 y 329 mg/kg. En las muestras remanentes de las Zanjias (T1-1A.30-40 y B4A.55-65), los sulfatos tuvieron concentraciones de 66.3 y 65.5 mg/kg, similares a los perfiles de Sonora (tabla 7).

ID Muestra	pH	CE (mS/cm)	Fe (%)	Mn (mg/kg)
Fuente				
14	3.5	0.399	1.83	470
29	2.39	2.14	4.30	666
31	2.19	5.65	55.6*	14.43*
Tinajas I				
IT1E-5	4.5	105.1	0.831	741
IT1E-25	4.6	71.3	1.07	763
IT1E-50	4.8	37.9	2.42	660
IT2E-5	5.7	231	2.46	1091
IT2E-25	4.7	71.4	2.19	513
IT2E-50	4.6	63.1	2.65	692
IT3E-5	4.2	105.3	1.30	393
IT3E-25	4.4	39.8	3.07	680
IT3E-50	4.3	41.3	2.87	1043
Tinajas II				
IIT1E-5	5.8	21.8	2.92	2360
IIT1E-25	5.7	24.2	2.14	666
IIT1E-50	6.1	55.8	2.52	752
IIT2E-5	7.6	46.6	2.98	798
IIT2E-25	7	30.1	3.79	1169
IIT2E-50	3.8	39.8	2.66	334
IIT3E-5	6.4	21.6	2.48	572
IIT3E-25	6.2	29.6	2.20	413
IIT3E-50	6.5	35.9	3.90	1146
Bacanuchi				
B1E-5	8.1	46.1	2.38	1740
B2E-5	8.1	68.4	2.07	395
B3D-5	8.1	78.3	5.59	751

ID Muestra	pH	CE (mS/cm)	Fe (%)	Mn (mg/kg)
*Perfil 8ª				
23-8A	5.5	760	5.69	480
25-8A	4.5	1567	5.71	634
29-8A	5.1	2390	6.47	264
Sonora				
S1D-5	8.1	41.1	3.16	441
S1E-5	8.2	72.1	1.33	277
S1F-5	8.2	128.2	2.24	357
S2D-5	8.1	189.5	1.74	366
S2E-5	8.4	67.2	1.73	338
S2F-5	8.2	65.9	1.61	429
Fondos Tinajas I y II				
IT2A-5	4.4	77.1	3.51	620
IT2I-5	4.7	24.5	3.96	555
IIT2A-5	6.1	33.8	2.87	881
IIT2I-5	6.5	60.9	2.42	1009
Bacanuchi				
B2A-5	7.5	217	1.70	516
B2I-5	8.1	75.2	2.20	448
Sonora				
S2A-5	7.7	121.3	2.22	474
S2I-5	7.5	96.4	1.70	420
Tributario				
Sd-1A 0-5	8.5	53.6	2.05	304
Sd-1B 0-5	8.4	96	3.29	318
Sd-1C 0-5	8.3	175.3	2.97	443
Presa Molinito				
SdMo-01	8.4	160.6	3.08	852
SdMo-02	8.3	193	3.08	874
SdMo-04	8.3	158.7	3.07	857

ID Muestra	pH	CE (µS/cm)	Fe (%)	Mn (mg/Kg)
Presa Molinito				
SdMo-06	8.2	260	2.87	621
SdMo-07	8.3	204	3.09	768
SdMo-08	8.2	238	3.19	834
SdMo-09	8.1	277	2.86	550
SdMo-13	8.0	233	2.99	808
SdMo-19	8.4	123.6	2.96	791
SdMo-20	8.2	192.2	2.91	789
Zanjas				
Tinajas				
T1-1A	6.89	118.3	2.94	1334
T1-1A	4.31	92.5	4.04	637
T8-A	6.98	46.4	2.83	707
T8-A	5.3	82	2.91	773
Bacanuchi				
B4-A	8.12	58.9	3.91	790
B4-A	7.55	44.6	2.84	850

Tabla 5. Parámetros físico-químicos de los sitios estudiados en Cananea, Sonora.

Muestra	Fe (%)	Mn (mg/kg)
Tinajas		
T-03	9.95	70
T-04	4.07	630
T-05	4.94	930
R1	0.150	<LD
R2	2.29	540
Sta. Isabel	8.15	176
Bacanuchi		
Bc-06	3.41	880
Bc-130	4.23	320
Bc-133	9.31	1460
Bc-135	5.18	540
R4-Cg	2.20	380
Arizpe		
Az-75	5.74	970
Az-131	3.58	610
Az-151	5.5	80
Az-153	0.850	380
R3	5.96	1030
Sinoquipe		
S-100	0.89	730
S-123	2.08	460
S-150	5.15	340
S-155	1.3	420
S-158	5.89	1010
S1-BLANCA	2.74	330
R5	2.41	5480
Banamichi		
Bn-122	9.71	1240
Huépac		
H-19	2.73	700
H-51	3.7	770
Aconchi		
Ac-43	6.83	990
AC1-BLANCA	7.32	3650
Baviácora		
Bv-10	1.79	80
Bv-11	1.05	320
Bv-12	5.62	1180
Bv-14	1.06	50
Bv-26	2.58	560
Bv-52	6.59	1210
Bv-55	0.950	300
Ures		
U-30	1.53	580
U-32	3.03	790
U-34	2.36	570
RMO-1	3.20	640

Tabla 6. Contenido de Fe y Mn en rocas del área de estudio.

ID Muestra	SO ₄ ²⁻ (mg/kg)
Fuente	
14	107
29	79.2
Perfiles Tinajas I y II	
IT1E-5	297
IT2E-5	1018
IT3E-5	254
IIT1E-5	52.3
IIT2E-5	32.4
IIT3E-5	78.2
Bacanuchi	
B2E-5	73.0
B2A-5	21.9
Sonora	
S1E-5	66.9
S2E-5	67.9
Fondos Tinajas y Sonora	
IT2A-5	172
IIT2A-5	15.6
S2A-5	165
El Molinito	
Tributario	
Sd-1B 0-5	69.8
Presa	
SdMo-01	631
SdMo-06	954
SdMo-08	1005
Zanjas	
T1-1A.5	329
T1-1A.30-40	66.3
T8A.5	90.4
T8A.100-120	225
B4A.5	5.6
B4A.55-65	65.5

Tabla 7. Sulfatos en muestras seleccionadas

5.2 Elementos de Tierras Raras

5.2.1 Resultados No Normalizados

En las tablas 8-12a, se incluyen los resultados analíticos y la estadística básica (concentración mínima, concentración máxima y concentración promedio). Para las áreas donde existen dos muestras se reporta el valor promedio. En el caso de las gráficas, se consideraron los valores mínimos, máximos y promedio. Para los sitios en los cuales existe una muestra, ésta, se graficó en conjunto con aquellas zonas en las que se reporta el valor promedio de dos o más muestras.

En general, las mayores concentraciones de ETR se detectaron en los sitios de la Fuente, Tinajas I y II, superando las 100 ppm, especialmente en ETR-Ligeras (tabla 8). En las rocas, las concentraciones de ETR-Ligeras fueron variables y similares a la Fuente y Tinajas, con excepción de Baviácora cuyas concentraciones fueron menores (con respecto de la Fuente y Tinajas II) pero, similares a las de los perfiles de Bacanuchi, Sonora, perfil 8A, Fondos, Tributario y Presa El Molinito, Zanjas (tablas 9-12a).

La tendencia general de los resultados no normalizados es hacia un enriquecimiento en los elementos de tierras raras ligeras (ETR-Ligeras), el cual se expone en las gráficas 1 y 2. Por el contrario, el empobrecimiento en ETR-Pesadas, coincide con las menores concentraciones de estos en todas las muestras incluyendo las rocas de los sitios estudiados (gráfica 3).

Proveniencia	Muestra	Elementos de Tierras Raras (ppm) No Normalizadas													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Fuente	14	40.2	90.1	8.77	30.6	5.55	0.41	5.14	2.68	3.65	1.09	3.31	0.5	3.56	0.535
	29	53.7	106	12.62	55.2	8.36	1.71	7.6	3.49	3.59	1.00	3.19	0.4	2.39	0.365
	31	1002	2377	232	885	193	31.9	210	29.9	160	29.49	79.9	9.74	60.2	7.73
Concentración mínima		40.2	90.1	8.77	30.6	5.55	0.41	5.14	2.68	3.59	1	3.19	0.4	2.39	0.365
Concentración máxima		1002	2377	232	885	193	31.9	210	29.92	160	29.49	79.9	9.74	60.2	7.73
Concentración promedio		365	858	84.5	323	69	11.35	74.2	12.03	55.6	10.53	28.79	3.55	22.05	2.88
Tinajas I	IT1E5	72.5	151	14.53	54.82	10.6	0.68	10.84	1.54	8.9	1.85	5.41	0.76	5.22	0.77
	IT1E25	59.6	121	12.49	44.66	8.75	0.69	8.96	1.33	7.76	1.63	4.77	0.68	4.69	0.71
	IT1E50	42.8	133	9.98	37.67	8.24	1.06	8.75	1.37	8.44	1.86	5.65	0.86	6.18	0.96
	IT2E-5	55.7	110	11.91	43.6	8.63	0.77	8.86	1.33	7.84	1.65	4.8	0.69	4.66	0.7
	IT2E-25	36	82.3	8.27	31.12	6.44	1.02	6.5	0.97	5.65	1.2	3.47	0.51	3.49	0.53
	IT2E-50	24.14	78.4	5.41	20.57	4.47	0.56	4.87	0.72	4.21	0.9	2.61	0.39	2.69	0.41
	IT3E-5	34.8	63	7.33	26.85	5.16	0.89	5.13	0.75	4.29	0.92	2.74	0.42	2.89	0.46
	IT3E-25	23.17	63.7	5.55	21.38	4.62	0.85	4.77	0.72	4.24	0.91	2.69	0.4	2.81	0.44
	IT3E-50	37.8	70.7	8.23	30.72	6.03	1.07	5.77	0.83	4.55	0.96	2.78	0.41	2.85	0.45
	Concentración mínima		23.17	63	5.41	20.57	4.47	0.56	4.77	0.72	4.21	0.9	2.61	0.39	2.69
Concentración máxima		72.5	151	14.5	54.8	10.6	1.07	10.8	1.54	8.9	1.86	5.65	0.86	6.18	0.96
Concentración promedio		42.9	97	9.3	34.6	6.99	0.843	7.16	1.06	6.21	1.32	3.88	0.569	3.94	0.603
Tinajas II	IIT1E-5	41.8	81.6	9.25	35.59	7.31	1.53	7.54	1.05	5.84	1.2	3.45	0.49	3.37	0.52
	IIT1E-25	30.7	81.9	6.6	25.07	5.03	1.21	5.22	0.74	4.18	0.89	2.58	0.39	2.67	0.43
	IIT1E-50	25.97	50	5.59	21.52	4.44	1.01	4.39	0.68	3.91	0.85	2.49	0.39	2.64	0.42
	IIT2E-5	30.3	54.3	6.13	22.38	4.27	0.93	4.26	0.6	3.35	0.72	2.15	0.33	2.27	0.36
	IIT2E- 25	32.1	64.7	7.05	26.16	5.11	1.13	5.08	0.715	3.96	0.835	2.44	0.36	2.48	0.39
	IIT2E-50	107	74.8	56.4	42.8	25.38	15.11	18.38	12.85	11.31	10.73	10.55	10.1	10.89	11.16
	IIT3E-5	32	52.4	6.83	25.06	4.66	1.14	4.44	0.59	3.13	0.646	1.85	0.275	1.84	0.293
	IIT3E- 25	30.3	54.8	6.47	23.85	4.46	1.1	4.35	0.57	3.02	0.622	1.73	0.26	1.71	0.279
	IIT3E- 50	31.8	55	6.67	24.39	4.55	1.16	4.45	0.6	3.19	0.66	1.85	0.278	1.82	0.294
Concentración mínima		25.97	50	5.59	21.52	4.27	0.93	4.26	0.57	3.02	0.622	1.73	0.26	1.71	0.279
Concentración máxima		107	81.9	56.4	42.8	25.38	15.11	18.38	12.85	11.31	10.73	10.55	10.1	10.9	11.16
Concentración promedio		40.2	63.3	12.33	27.42	7.25	2.7	6.46	2.04	4.65	1.91	3.23	1.43	3.3	1.57

Tabla 8. Concentraciones sin normalizar de los Elementos de Tierras Raras en la Fuente y perfiles de Tinajas I y II.

Proveniencia	Muestra	Elementos de Tierras Raras (ppm) No Normalizadas													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Bacanuchi	B1E-5	41.5	82.4	9.25	34.7	6.7	1.55	6.66	0.933	5.11	1.04	2.93	0.415	2.77	0.423
	B2E-5	38.4	67.9	8.5	31.9	6.06	1.48	5.88	0.756	3.84	0.767	2.1	0.304	1.97	0.311
	B3D-5	37.9	66.6	8.14	30.8	5.86	1.45	5.66	0.751	3.9	0.793	2.19	0.32	2.1	0.332
Concentración mínima		37.9	66.6	8.14	30.8	5.86	1.45	5.66	0.751	3.84	0.767	2.1	0.304	1.97	0.311
Concentración máxima		41.5	82.4	9.25	34.7	6.7	1.55	6.66	0.933	5.11	1.04	2.93	0.415	2.77	0.423
Concentración promedio		39.3	72.3	8.63	32.5	6.21	1.49	6.07	0.813	4.28	0.867	2.41	0.346	2.28	0.355
Perfil 8A	23-8A	32.1	59.6	7.17	27.06	5.31	1.26	5.18	0.715	3.85	0.792	2.23	0.319	2.14	0.33
	25-8A	30.9	59.1	6.76	25.38	4.92	1.17	4.79	0.655	3.53	0.732	2.07	0.299	2.02	0.314
	29-8A	25.01	49	5.7	21.73	4.3	1.09	4.07	0.567	3.03	0.62	1.71	0.252	1.65	0.263
Concentración mínima		25.01	49	5.7	21.73	4.3	1.09	4.07	0.567	3.03	0.62	1.71	0.252	1.65	0.263
Concentración máxima		32.1	59.6	7.17	27.06	5.31	1.26	5.18	0.715	3.85	0.792	2.23	0.319	2.14	0.33
Concentración promedio		29.34	55.9	6.54	24.72	4.84	1.17	4.68	0.646	3.47	0.715	2	0.29	1.94	0.302
Sonora	S1D-5	34.1	59.8	7.35	27.59	5.27	1.33	5.08	0.688	3.61	0.741	2.07	0.304	2.02	0.325
	S1E-5	32.2	54.8	7.21	27.04	5.18	1.35	4.96	0.669	3.51	0.721	2.01	0.297	1.97	0.315
	S1F-5	37.7	68.8	8.24	31.1	5.97	1.43	5.85	0.801	4.28	0.877	2.46	0.357	2.36	0.37
	S2D-5	36.7	65.9	8.04	30.2	5.87	1.34	5.76	0.786	4.19	0.855	2.43	0.349	2.36	0.366
	S2E-5	23.37	21.19	5.44	20.8	4.23	1.06	3.97	0.595	3.33	0.696	1.98	0.299	2.05	0.326
	S2F-5	32.7	56.1	6.73	24.81	4.72	1.18	4.75	0.637	3.39	0.704	1.97	0.289	1.93	0.308
Concentración mínima		23.37	21.19	5.44	20.8	4.23	1.06	3.97	0.595	3.33	0.696	1.97	0.289	1.93	0.308
Concentración máxima		37.7	68.8	8.24	31.1	5.97	1.43	5.85	0.801	4.28	0.877	2.46	0.357	2.36	0.37
Concentración promedio		32.8	54.4	7.17	26.92	5.21	1.28	5.06	0.696	3.72	0.766	2.15	0.316	2.12	0.335

Tabla 9. Concentraciones sin normalizar de los Elementos de Tierras Raras en los perfiles de Bacanuchi, 8A, Sonora.

Proveniencia	Muestra	Elementos de Tierras Raras (ppm) No Normalizadas													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Fondos Tinajas I y II	IT2A-5	39.2	83.2	9.19	34.5	6.69	1.36	6.41	0.877	4.78	0.976	2.76	0.393	2.65	0.41
	IT2I-5	37.2	70.4	7.74	27.99	5.29	1.29	5.22	0.729	4.13	0.872	2.57	0.385	2.69	0.426
	IIT2A-5	41.5	80	9.25	34.4	6.77	1.5	6.66	0.927	5.19	1.07	3.1	0.45	3.1	0.484
	IIT2I-5	42.1	85.8	9.64	36.4	7.16	1.52	7.08	1	5.57	1.13	3.2	0.458	3.1	0.477
	Concentración mínima	37.2	70.4	7.74	27.99	5.29	1.29	5.22	0.729	4.13	0.872	2.57	0.385	2.65	0.41
Concentración máxima	42.1	85.8	9.64	36.4	7.16	1.52	7.08	1	5.57	1.13	3.2	0.458	3.1	0.484	
Concentración promedio	40	79.8	8.95	33.3	6.48	1.42	6.34	0.884	4.92	1.01	2.91	0.421	2.89	0.449	
Fondos Bacanuchi	B2A-5	35.4	66.2	7.99	30.2	5.91	1.32	5.67	0.785	4.29	0.864	2.46	0.349	2.36	0.373
	B2I-5	38.4	72.3	8.76	33.2	6.38	1.5	6.31	0.858	4.55	0.912	2.58	0.363	2.46	0.379
	Concentración promedio	36.9	69.3	8.37	31.7	6.15	1.41	5.99	0.821	4.42	0.888	2.52	0.356	2.41	0.376
Fondos Sonora	S2A-5	44.4	81.9	9.96	37.6	7.39	1.68	7.26	1.01	5.48	1.11	3.16	0.449	3.04	0.47
	S2I-5	46.7	85.9	10.14	37.5	7.28	1.57	7.15	0.971	5.14	1.03	2.91	0.408	2.8	0.434
	Concentración promedio	45.5	83.9	10.05	37.6	7.34	1.63	7.21	0.99	5.31	1.07	3.03	0.428	2.92	0.452
Tributario El Molinito	TM1A-5	43.8	78.4	9.11	33.4	6.35	1.5	6.28	0.866	4.67	0.95	2.7	0.388	2.64	0.409
	TM1B-5	40.7	72.8	8.97	33.4	6.39	1.52	6.37	0.867	4.7	0.958	2.75	0.393	2.68	0.419
	TM1C-5	39.8	77.2	9.14	34.6	6.91	1.59	6.89	0.952	5.2	1.05	2.95	0.413	2.8	0.428
	Concentración mínima	39.8	72.8	8.97	33.4	6.35	1.5	6.28	0.866	4.67	0.95	2.7	0.388	2.64	0.409
	Concentración máxima	43.8	78.4	9.14	34.6	6.91	1.59	6.89	0.952	5.2	1.05	2.95	0.413	2.8	0.428
Concentración promedio	41.4	76.1	9.07	33.8	6.55	1.53	6.51	0.895	4.86	0.986	2.8	0.398	2.71	0.419	
Presas El Molinito	SM-1	42.1	79.9	9.38	35.3	6.97	1.47	6.92	0.957	5.19	1.06	3.03	0.429	2.9	0.454
	SM-2	41.6	81.9	9.33	34.5	6.75	1.43	6.59	0.904	4.83	0.975	2.77	0.391	2.67	0.406
	SM-4	44.2	85	9.77	36.8	7.2	1.52	7.18	0.983	5.28	1.07	3.01	0.425	2.88	0.444
	SM-6	40.7	76.1	8.91	33.3	6.54	1.42	6.46	0.89	4.81	0.973	2.77	0.389	2.64	0.404
	SM-7	45.5	86.5	9.95	37.6	7.41	1.56	7.43	1.02	5.51	1.11	3.15	0.442	3.01	0.464
	SM-8	43.1	82.7	9.58	35.8	6.99	1.51	6.87	0.939	5.05	1.02	2.9	0.407	2.76	0.424
	SM-9	41.4	79.5	9.19	34.6	6.81	1.52	6.73	0.913	4.89	0.979	2.75	0.382	2.59	0.397
	SM-13	43.1	81.6	9.5	35.4	6.94	1.45	6.75	0.933	5.02	1.01	2.87	0.403	2.72	0.414
	SM-19	42.1	80.1	9.25	34.4	6.74	1.46	6.54	0.905	4.88	0.987	2.8	0.399	2.7	0.415
	SM-20	44.1	86.2	9.87	36.7	7.13	1.49	6.92	0.949	5.1	1.03	2.91	0.411	2.8	0.426
	Concentración mínima	40.7	76.1	8.91	33.3	6.54	1.42	6.46	0.89	4.81	0.973	2.75	0.382	2.59	0.397
Concentración máxima	45.5	86.5	9.95	37.6	7.41	1.56	7.43	1.02	5.51	1.11	3.15	0.442	3.01	0.464	
Concentración promedio	42.8	82	9.47	35.4	6.95	1.48	6.84	0.939	5.06	1.02	2.9	0.408	2.77	0.425	

Tabla 10. Concentraciones sin normalizar de los Elementos de Tierras Raras en los Fondos de Tinajas I y II, Bacanuchi, Sonora, Tributario y Presa El Molinito.

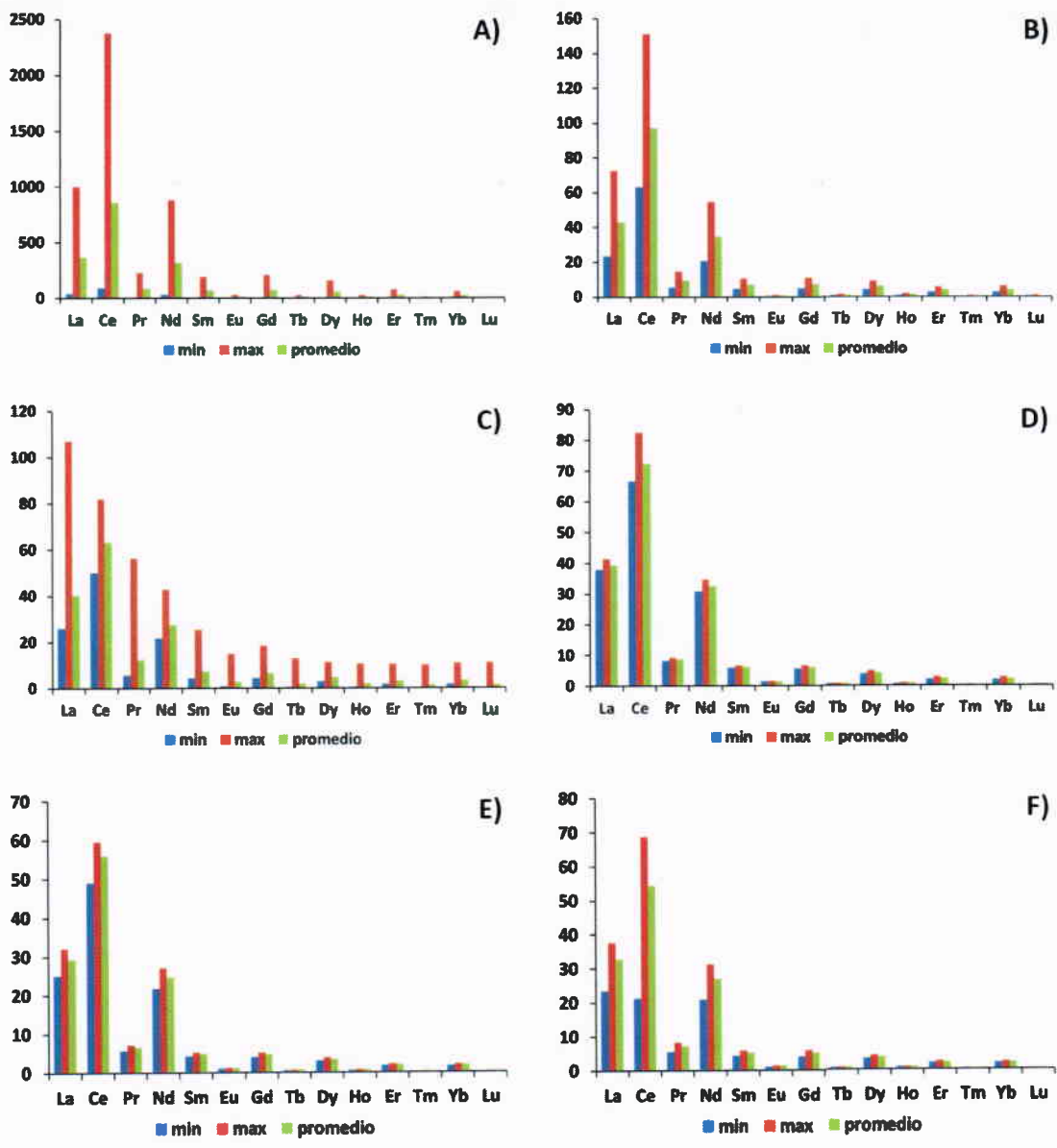
ETR (ppm) No Normalizadas														
Muestra	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Zanjas														
T1-1A(5)	37.08	67.49	7.95	27.41	5.62	1.08	5.16	0.80	4.72	0.93	2.67	0.44	2.82	0.47
T1-1A (30-40)	31.94	62.26	6.90	25.43	4.94	0.92	4.80	0.70	4.09	0.86	2.76	0.41	2.79	0.44
T8-A(5)	36.01	68.83	7.73	28.67	5.48	1.27	5.24	0.73	4.05	0.82	2.34	0.33	2.27	0.36
T8-A(100-120)	35.38	65.67	7.77	29.09	5.54	1.25	5.12	0.71	3.83	0.77	2.24	0.32	2.20	0.35
Concentración mínima	31.94	62.26	6.90	25.43	4.94	0.92	4.80	0.70	3.83	0.77	2.24	0.32	2.	

Proveniencia	Muestra	Elementos de Tierras Raras (ppm) No Normalizadas													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Rocas															
Tinajas	T-03	30.7	67.8	7.56	29.3	5.6	1.51	5.8	0.8	4	0.8	2.3	0.33	2.1	0.36
	T-04	24.3	40.4	5.6	21.4	4	0.98	3.3	0.5	2.8	0.6	1.6	0.25	1.6	0.24
	T-05	31.9	63.5	7.1	26	4.7	1.12	3.5	0.5	3.2	0.6	1.8	0.26	1.8	0.29
	R1	14	24.18	2.09	6.62	0.877	0.29	0.716	0.052	0.187	0.038	0.146	0.022	0.172	0.023
	R2	49.24	96.9	11.07	40.9	7.13	1.65	6.78	0.79	3.81	0.733	2.05	0.274	1.83	0.272
	Sta. Isabel	52.6	110	12.76	46.1	8.39	1.04	7.59	0.991	5.19	1.01	2.9	0.408	2.76	0.414
Concentración mínima		14	24.18	2.09	6.62	0.877	0.11	0.716	0.052	0.187	0.038	0.146	0.022	0.172	0.023
Concentración máxima		52.6	110	12.76	46.1	8.39	1.65	7.59	0.991	5.6	1.1	3.8	0.62	4.1	0.66
Concentración promedio		35.6	69.8	8.14	30	5.43	0.958	4.74	0.648	3.54	0.698	2.08	0.309	2.05	0.323
Bacanuchi	Bc-06	22.5	42.2	5.19	19.8	4.4	0.93	3.6	0.6	3.3	0.7	1.9	0.3	2.1	0.35
	Bc-130	32.4	63.1	7.25	27.8	5.2	1.12	4	0.5	2.9	0.6	1.5	0.23	1.5	0.25
	Bc-133	48.8	103	12.2	48	9.4	2.45	7.5	1.1	6.1	1.1	3.2	0.44	2.8	0.45
	Bc-135	37.5	80.9	9.01	34.3	6.6	1.27	5.1	0.8	4.8	0.9	2.7	0.4	2.7	0.45
	R4-Cg	47.9	88	10.62	39.1	7.18	1.76	6.96	0.882	4.51	0.893	2.54	0.355	2.41	0.367
	Concentración mínima		22.5	42.2	5.19	19.8	4.4	0.93	3.6	0.5	2.9	0.6	1.5	0.23	1.5
Concentración máxima		48.8	103	12.2	48	9.4	2.45	7.5	1.1	6.1	1.1	3.2	0.44	2.8	0.45
Concentración promedio		37.8	75.4	8.85	33.8	6.56	1.51	5.43	0.776	4.32	0.839	2.37	0.345	2.3	0.373
Arizpe	Az-75	37.5	75	8.72	33.9	6.4	1.64	5.3	0.7	3.8	0.8	2	0.3	2	0.3
	Az-131	38.2	72.5	7.65	27.6	5	1.08	3.6	0.5	2.7	0.5	1.3	0.2	1.5	0.22
	Az-151	22	47.8	5.84	22.7	4.1	0.83	3.1	0.4	2.6	0.6	1.8	0.27	2.1	0.34
	Az-153	26.2	49.6	5.38	18.1	3.5	0.57	2.7	0.4	2.2	0.4	1.2	0.21	1.4	0.22
	R3	31	61.2	6.9	25.58	4.75	1.03	3.68	0.5	2.83	0.575	1.58	0.245	1.75	0.27
	Concentración mínima		22	47.8	5.38	18.1	3.5	0.57	2.7	0.4	2.2	0.4	1.2	0.2	1.4
Concentración máxima		38.2	75	8.72	33.9	6.4	1.64	5.3	0.7	3.8	0.8	2	0.3	2.1	0.34
Concentración promedio		31	61.2	6.9	25.58	4.75	1.03	3.68	0.5	2.83	0.575	1.58	0.245	1.75	0.27

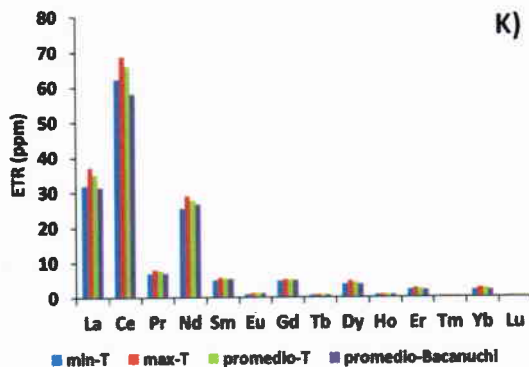
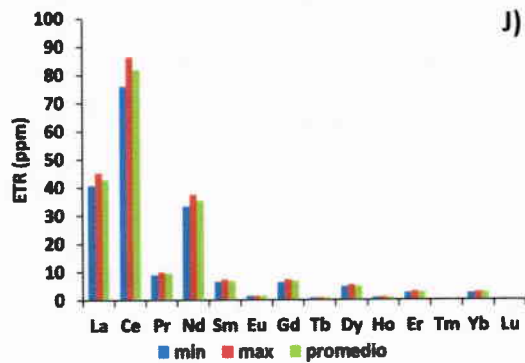
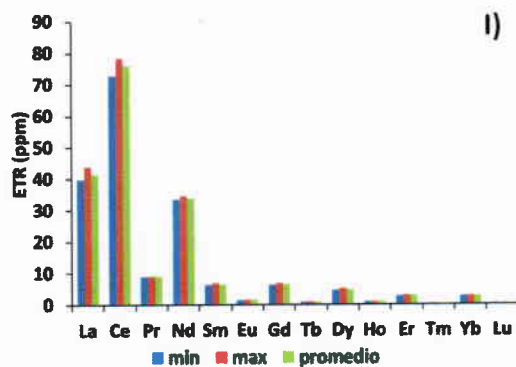
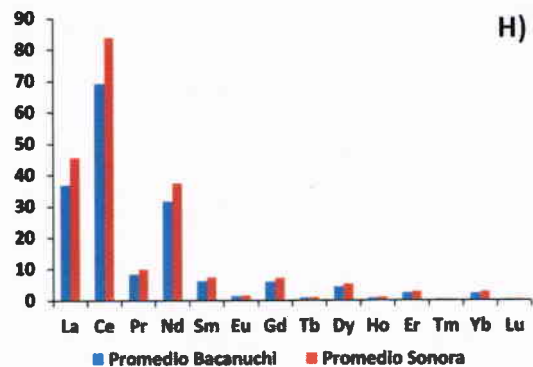
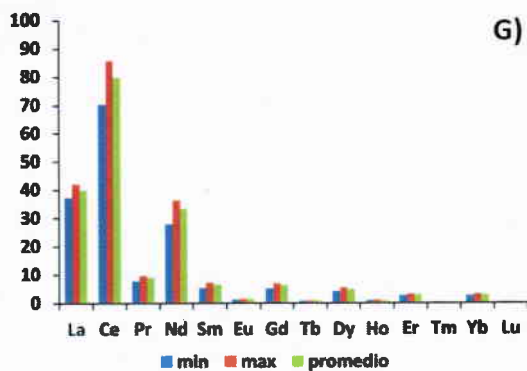
Tabla 12. Concentraciones sin normalizar de los Elementos de Tierras Raras en rocas de la zona.

Proveniencia	Muestra	Elementos de Tierras Raras (ppm) No Normalizadas													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
		Rocas													
Sinoquiipe	S-100	38.7	63.6	6.31	18.7	3	0.21	2.8	0.5	3.2	0.7	2.3	0.37	2.8	0.45
	S-123	50.2	96	9.96	31.9	5.2	0.97	3.9	0.6	3.3	0.7	2	0.31	2.1	0.36
	S-150	21.8	44.2	5.11	19.2	3.6	0.84	3.1	0.4	2.4	0.5	1.3	0.18	1.2	0.2
	S-155	6.9	11.4	1.54	6.9	1.6	0.51	1.6	0.3	1.7	0.4	1.1	0.16	1.1	0.17
	S-158	29.6	57	6.53	24.2	4.7	1.37	4	0.6	3.3	0.6	1.8	0.24	1.5	0.25
	S1-Blanca	64.4	113	10.93	34.3	5.47	0.666	5.48	0.635	3.11	0.606	1.79	0.262	1.88	0.291
	R5	81.6	146	14.5	44.7	6.69	1	7.24	0.782	3.73	0.719	2.1	0.311	2.26	0.369
Concentración mínima		6.9	11.4	1.54	6.9	1.6	0.21	1.6	0.3	1.7	0.4	1.1	0.16	1.1	0.17
Concentración máxima		81.6	146	14.5	44.7	6.69	1.37	7.24	0.782	3.73	0.719	2.3	0.37	2.8	0.45
Concentración promedio		41.9	75.8	7.84	25.7	4.32	0.795	4.02	0.545	2.96	0.604	1.77	0.262	1.83	0.299
Banamichi	Bn-122	47.8	100	11.7	46.7	9.3	2.49	8.3	1.2	6.5	1.2	3.4	0.47	3	0.48
Huépac	H-19	57.1	106	10.9	36.9	6.2	1.03	5	0.7	3.9	0.8	2.3	0.38	2.4	0.39
	H-51	31	60	6.95	25.4	4.3	0.98	3.9	0.6	3.4	0.7	1.9	0.29	1.9	0.31
Concentración promedio		44.1	83	8.93	31.2	5.25	1.01	4.45	0.65	3.65	0.75	2.1	0.335	2.15	0.35
Aconchi	Ac-43	33.2	66.3	7.37	26.4	5.2	1.21	5	0.7	4.2	0.8	2.4	0.36	2.4	0.38
	Ac1-Blanca	11.14	23.96	3.39	15.88	3.95	1.03	3.73	0.584	3.24	0.63	1.68	0.227	1.44	0.209
Concentración promedio		22.2	45.1	5.38	21.14	4.57	1.12	4.36	0.642	3.72	0.715	2.04	0.293	1.92	0.294
Baviácora	Bv-10	41.7	82.5	8.98	31.2	5.2	1.07	4.1	0.6	3.8	0.8	2.4	0.37	2.7	0.41
	Bv-11	21.1	44.4	4.68	16.1	3.6	0.72	3.2	0.6	4.1	0.9	2.7	0.43	3.1	0.5
	Bv-12	19.3	39.7	4.86	18.9	4.2	0.9	4.3	0.6	4.1	0.9	2.6	0.39	2.5	0.4
	Bv-14	6.7	11.7	1.1	3.4	0.6	0.11	0.6	0.1	0.5	0.1	0.3	0.05	0.3	0.06
	Bv-26	32.2	63.3	6.72	23.6	4.3	0.83	3.7	0.6	3.4	0.7	2.1	0.3	2.2	0.34
	Bv-52	25.7	52.8	6.44	26.5	5	1.47	4.2	0.5	2.8	0.5	1.4	0.2	1.3	0.19
	Bv-55	24.2	47	4.87	16.8	2.7	0.61	2.6	0.5	2.9	0.6	1.8	0.26	1.6	0.25
Concentración mínima		6.7	11.7	1.1	3.4	0.6	0.11	0.6	0.1	0.5	0.1	0.3	0.05	0.3	0.06
Concentración máxima		41.7	82.5	8.98	31.2	5.2	1.47	4.3	0.6	4.1	0.9	2.7	0.43	3.1	0.5
Concentración promedio		24.41	48.8	5.38	19.5	3.66	0.816	3.24	0.5	3.09	0.643	1.9	0.286	1.96	0.307
Ures	U-30	48.5	95.5	10.3	36.5	6.2	1.25	5.3	0.8	4.6	0.9	2.5	0.39	2.6	0.45
	U-32	33.6	60.4	6.87	25	4.7	1.04	3.9	0.5	3.2	0.7	1.8	0.28	2	0.31
	U-34	43	82.5	8.61	29.8	5.2	1.07	4.5	0.7	3.9	0.8	2.3	0.36	2.4	0.39
	RMO-1	25.54	52.3	6.58	27.29	5.81	2.14	5.52	0.775	4.2	0.835	2.28	0.308	2.01	0.309
Concentración mínima		25.54	52.3	6.58	25	4.7	1.04	3.9	0.5	3.2	0.7	1.8	0.28	2	0.309
Concentración máxima		48.5	95.5	10.3	36.5	6.2	1.14	5.52	0.8	4.6	0.9	2.5	0.39	2.6	0.45
Concentración promedio		37.7	72.7	8.09	29.65	5.48	1.38	4.81	0.694	3.97	0.809	2.22	0.334	2.25	0.365

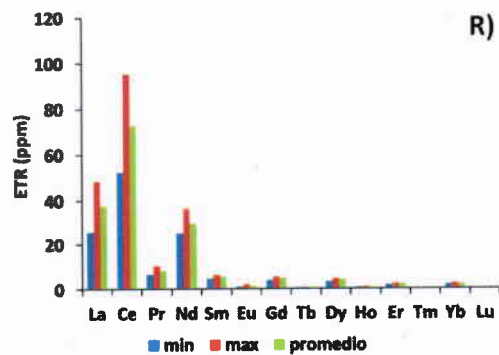
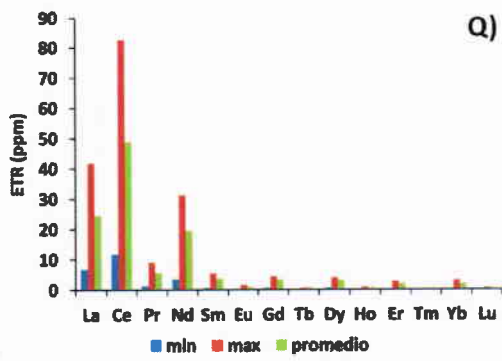
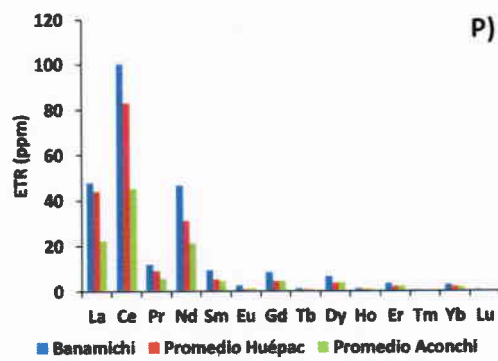
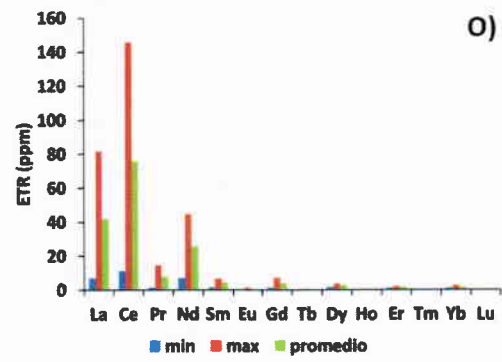
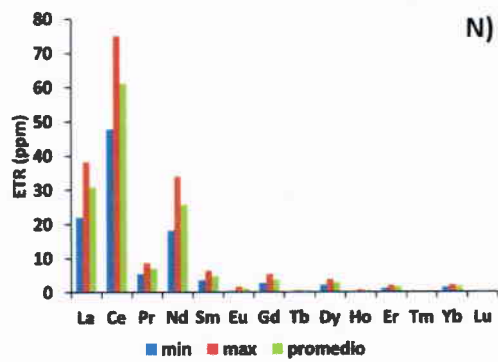
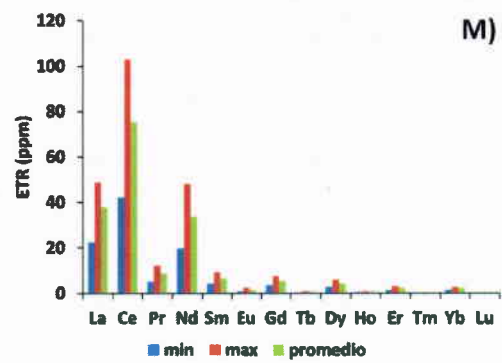
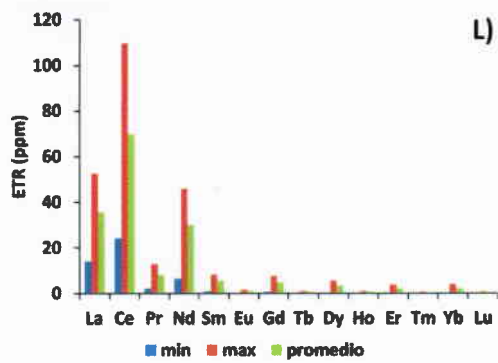
Tabla 12a. Concentraciones sin normalizar de los Elementos de Tierras Raras en rocas de la zona.



Gráfica 1. Distribución de ETR en la Fuente de contaminación (A), perfiles del represo Tinajas I (B), Tinajas II (C), Bacanuchi (D), 8A (E) y Sonora (F).



Gráfica 2. Distribución de ETR en muestras de Fondos de Tinajas I y II (G), Bacanuchi y Sonora (H), sedimentos del Tributario (I) y presa El Molinito (J), Zanjas Tinajas-T (K) y Bacanuchi (K).



Gráfica 3. Distribución ETR en rocas de Tinajas (L), Bacanuchi (M), Arizpe (N), Sinoquipe (O), Banámichi-Huépac-Aconchi (P), Baviácora (Q) y Ures (R).

5.2.2 Resultados Normalizados

Las concentraciones normalizadas de los ETR se presentan en las tablas 13 a 17a. Se calculó el valor de las anomalías detectadas y los resultados se presentan en las tablas 18-21. En todos los casos, se describen en función de los promedios obtenidos.

La tendencia de enriquecimiento en ETR-Ligeras, se conservó aun normalizados los datos. Los patrones de ETR obtenidos, fueron similares a las rocas de cada sitio lo que sugiere un importante aporte natural, excepto en Tinajas I y la Fuente cuyos patrones no coinciden con las rocas representativas de esta zona, además de presentar las mayores anomalías de Eu y Ce. En el resto de las muestras, estas anomalías fueron menores y similares a las rocas (gráficas 4-7). Los patrones de ETR en los perfiles de Tinajas I y II, Bacanuchi, Sonora, muestran una separación entre las muestras que lo conforman pudiendo identificarse de manera individual. Sin embargo, los patrones en los Fondos, Presa y Tributario El Molinito, Zanjas, las muestras se empalman llegando a formar una sola línea, que puede estar relacionada con un mayor aporte natural.

Con respecto a las anomalías detectadas, los valores calculados para la anomalía de Eu ($*Eu$), indican un predominio negativo de esta, al tener valores promedios inferiores a la unidad en todos los casos. Los valores más bajos se determinaron en la Fuente ($*Eu=0.461$) y Tinajas I ($*Eu=0.399$). Valores intermedios, se obtuvieron en los Fondos de Tinajas, Sonora, Presa El Molinito y Zanjas de Tinajas, variando entre 0.661 y 0.687, al igual que en las rocas de Tinajas (0.686) y Sinoquipe (0.632). En Tinajas II el valor de la anomalía de Eu se incrementa a 0.715. Este comportamiento se mantiene en los perfiles de Bacanuchi, 8A, Sonora, así como, Fondos de Bacanuchi, Tributario El Molinito y Zanjas de Bacanuchi, que tuvieron valores similares a Tinajas II (entre 0.714 y 0.771). De igual manera, las rocas de Bacanuchi, Arizpe, Banamichi-Huepac-Aconchi, Baviácora y Ures, tuvieron valores de $*Eu$ entre 0.702 y 0.815.

En el caso del Ce ($Ce_{anomalía}$), los valores calculados fueron mayores a la unidad en La Fuente (1.099), Tinajas I (1.20), Fondos Tinajas I y II (1.43), lo que exhibió un predominio positivo de la anomalía en estas áreas. Valores cercanos a la unidad, pero sin superarla, se determinaron en Fondos de Bacanuchi, Sonora, Tributario y Presa El Molinito, Zanjas Tinajas y Bacanuchi; que oscilaron entre 0.938 y 0.973. En las rocas, se obtuvieron valores semejantes, desde 0.978 en Sinoquipe hasta 0.985

en Tinajas. Las rocas de Arizpe tuvieron una anomalía ausente, al reportar valores iguales a la unidad; un valor discretamente positivo se obtuvo en las rocas de Baviácora ($Ce_{anomalía} = 1.020$). Los perfiles de Tinajas II, Bacanuchi, 8A y Sonora, reportaron los valores más bajos de la anomalía de Ce, variando entre 0.715 y 0.771.

Las variaciones observadas en ambas anomalías, pueden estar asociadas a cambios en las condiciones óxido reductoras del área, puesto que tanto el Eu como el Ce, son elementos sensibles al predominio de cualquiera de estas (gráficas 4-7).

Proveniencia	Muestra	Elementos de Tierras raras (ppm)													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Fuente	14	122	104	67.4	48.5	27.34	5.32	18.61	48.6	10.63	14.16	14.71	14.29	16.18	15.74
	29	163	122	97	87.6	41.2	22.21	27.54	63.4	10.47	12.99	14.16	11.43	10.84	10.74
	31	3046	2748	1785	1404	952	415	760	544	465	383	355	278	274	227
Concentración mínima		122	104	67.4	48.5	27.34	5.32	18.61	48.6	10.47	12.99	14.16	11.43	10.84	10.74
Concentración máxima		3046	2748	1785	1404	952	415	760	544	465	383	355	278	274	227
Concentración promedio		1110	991	650	513	340	147	269	219	162	137	128	101	100	84.6
Tinajas I	IT1E5	220	175	112	87	52.2	8.83	39.3	28	25.95	24.03	24.04	21.71	23.73	22.65
	IT1E25	181	140	96.1	70.9	43.1	8.96	32.5	24.18	22.62	21.17	21.2	19.43	21.32	20.88
	IT1E50	130	154	76.8	59.8	40.6	13.77	31.7	24.91	24.61	24.16	25.11	24.57	28.09	28.24
	IT2E-5	169	127	91.6	69.2	42.5	10	32.1	24.18	22.86	21.43	21.33	19.71	21.18	20.59
	IT2E-25	110	95.1	63.6	49.4	31.7	13.25	23.55	17.64	16.47	15.58	15.42	14.57	15.86	15.59
	IT2E-50	73.4	90.6	41.6	32.7	22	7.27	17.64	13.09	12.27	11.69	11.6	11.14	12.23	12.06
	IT3E-5	106	72.8	56.4	42.6	25.4	11.56	18.59	13.64	12.51	11.95	12.18	12	13.14	13.53
	IT3E-25	70.4	73.7	42.7	33.9	22.8	11.04	17.28	13.09	12.36	11.82	11.96	11.43	12.77	12.94
	IT3E-50	115	81.7	63.3	48.8	29.7	13.9	20.91	15.09	13.27	12.47	12.36	11.71	12.95	13.24
	Concentración mínima		70.4	72.8	41.6	32.7	22	7.27	17.28	13.09	12.27	11.69	11.6	11.14	12.23
Concentración máxima		220	175	112	87	52.2	13.9	39.28	28	25.95	24.16	25.11	24.57	28.09	28.24
Concentración promedio		131	112	71.5	54.9	34.4	10.95	25.95	19.31	18.1	17.14	17.24	16.25	17.92	17.75
Tinajas II	IIT1E-5	127	94.3	71.2	56.5	36	19.87	27.32	19.09	17.03	15.58	15.33	14	15.32	15.29
	IIT1E-25	93.3	94.6	50.8	39.8	24.78	15.71	18.91	13.45	12.19	11.56	11.47	11.14	12.14	12.65
	IIT1E-50	78.9	57.8	43	34.2	21.87	13.12	15.91	12.36	11.4	11.04	11.07	11.14	12	12.35
	IIT2E-5	92	62.8	47.2	35.5	21.03	12.08	15.43	10.91	9.77	9.35	9.56	9.43	10.32	10.59
	IIT2E- 25	90.2	75.4	52.3	40.6	25.17	14.55	18.55	13.09	11.63	10.91	10.89	10.29	11.32	11.47
	IIT2E-50	107	74.8	56.4	42.8	25.38	15.11	18.38	12.85	11.31	10.73	10.55	10.1	10.89	11.16
	IIT3E-5	97.4	60.6	52.5	39.8	22.94	14.82	16.07	10.77	9.11	8.39	8.23	7.85	8.38	8.63
	IIT3E- 25	92.2	63.4	49.8	37.9	21.98	14.32	15.76	10.38	8.79	8.08	7.67	7.44	7.79	8.22
	IIT3E- 50	96.5	63.6	51.3	38.7	22.43	15.06	16.13	10.92	9.3	8.57	8.22	7.94	8.29	8.65
	Concentración mínima		78.9	57.8	43	34.2	21.03	12.08	15.43	10.38	8.79	8.08	7.67	7.44	7.79
Concentración máxima		127	94.6	71.2	56.5	36	19.87	27.32	19.09	17.03	15.58	15.33	14	15.32	15.29
Concentración promedio		97.2	71.9	52.7	40.6	24.62	14.96	18.05	12.65	11.17	10.47	10.33	9.92	10.72	11.00

Tabla 13. Concentración Normalizada de ETR en la Fuente y perfiles de Tinajas.

Proveniencia	Muestra	Elementos de Tierras raras (ppm)													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Bacanuchi	B1E-5	126	95.3	71.1	55.1	33	20.09	24.11	16.96	14.9	13.46	13.02	11.87	12.58	12.44
	B2E-5	117	78.5	65.4	50.6	29.83	19.21	21.29	13.74	11.2	9.96	9.33	8.68	8.94	9.16
	B3D-5	115	77	62.6	48.8	28.86	18.84	20.5	13.65	11.36	10.3	9.75	9.13	9.52	9.78
	Concentración mínima	115	77	62.6	48.8	28.86	18.84	20.5	13.65	11.2	9.96	9.33	8.68	8.94	9.16
	Concentración máxima	126	95.3	71.1	55.1	33	20.09	24.11	16.96	14.9	13.46	13.02	11.87	12.58	12.44
	Concentración promedio	119	83.6	66.4	51.5	30.6	19.38	21.97	14.78	12.48	11.24	10.7	9.89	10.35	10.46
Perfil 8A	23-8A	97.5	68.9	55.1	43	26.15	16.38	18.77	13	11.21	10.28	9.91	9.12	9.74	9.72
	25-8A	94	68.4	52	40.3	24.22	15.2	17.35	11.91	10.3	9.51	9.19	8.56	9.19	9.24
	29-8A	76	56.7	43.8	34.5	21.18	14.15	14.76	10.31	8.84	8.05	7.61	7.19	7.48	7.73
	Concentración mínima	76	56.7	43.8	34.5	21.18	14.15	14.76	10.31	8.84	8.05	7.61	7.19	7.48	7.73
	Concentración máxima	97.5	68.9	55.1	43	26.15	16.38	18.77	13	11.21	10.28	9.91	9.12	9.74	9.72
	Concentración promedio	89.2	64.6	50.3	39.2	23.85	15.24	16.96	11.74	10.12	9.28	8.9	8.29	8.8	8.9
Sonora	S1D-5	104	69.1	56.5	43.8	25.97	17.25	18.4	12.52	10.54	9.62	9.21	8.7	9.17	9.55
	S1E-5	98	63.3	55.4	42.9	25.53	17.59	17.96	12.16	10.25	9.37	8.93	8.48	8.94	9.26
	S1F-5	114	79.5	63.3	49.4	29.39	18.57	21.21	14.56	12.47	11.4	10.94	10.19	10.72	10.89
	S2D-5	112	76.2	61.8	48	28.9	17.47	20.88	14.29	12.2	11.1	10.81	9.97	10.72	10.76
	S2E-5	71	24.49	41.8	33	20.82	13.77	14.38	10.82	9.71	9.04	8.82	8.54	9.3	9.59
	S2F-5	99.5	64.9	51.8	39.4	23.27	15.35	17.21	11.58	9.9	9.14	8.73	8.26	8.79	9.05
	Concentración mínima	71	24.49	41.8	33	20.82	13.77	14.38	10.82	9.71	9.04	8.73	8.26	8.79	9.05
	Concentración máxima	114	79.5	63.3	49.4	29.39	18.57	21.21	14.56	12.47	11.4	10.94	10.19	10.72	10.89
	Concentración promedio	100	62.9	55.1	42.7	25.65	16.67	18.34	12.65	10.84	9.94	9.58	9.02	9.61	9.85

Tabla 14. Concentración Normalizada de ETR en los perfiles de Bacanuchi, 8A y Sonora.

Proveniencia	Muestra	Elementos de Tierras Raras (ppm)													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Fondos Tinajas I y II	IT2A-5	119	96.2	70.7	54.8	32.9	17.61	23.21	15.95	13.93	12.68	12.28	11.22	12.05	12.06
	IT2I-5	113	81.4	59.5	44.4	26.04	16.76	18.9	13.25	12.05	11.32	11.41	11.01	12.24	12.52
	IIT2A-5	126	92.5	71.1	54.7	33.4	19.44	24.12	16.86	15.14	13.9	13.78	12.86	14.09	14.25
	IIT2I-5	128	99.2	74.2	57.8	35.3	19.74	25.64	18.26	16.24	14.7	14.22	13.09	14.11	14.04
	Concentración mínima	126	92.5	71.1	54.7	33.4	19.44	24.12	16.86	15.14	13.9	13.78	12.86	14.09	14.04
Concentración máxima	128	99.2	74.2	57.8	35.3	19.74	25.64	18.26	16.24	14.7	14.22	13.09	14.11	14.25	
Concentración promedio	127	95.8	72.7	56.2	34.3	19.59	24.88	17.56	15.69	14.3	14	12.97	14.1	14.14	
Fondos Bacanuchi	B2A-5	108	76.5	61.4	48	29.12	17.19	20.54	14.26	12.5	11.22	10.91	9.99	10.72	10.98
	B2I-5	117	83.6	67.4	52.7	31.4	19.47	22.86	15.6	13.27	11.85	11.46	10.36	11.16	11.14
	Concentración promedio	112	80.1	64.4	50.3	30.3	18.33	21.7	14.93	12.88	11.54	11.19	10.17	10.94	11.06
Fondos Sonora	S2A-5	135	94.6	76.6	59.7	36.4	21.84	26.3	18.33	15.99	14.44	14.04	12.83	13.84	13.82
	S2I-5	142	99.3	78	59.5	35.9	20.38	25.92	17.66	14.98	13.33	12.92	11.65	12.71	12.77
	Concentración promedio	138	97	77.3	59.6	36.1	21.11	26.11	17.99	15.48	13.89	13.48	12.24	13.27	13.29
Tributario Presa El Molinito	TM1A-5	133	90.7	70	53	31.3	19.44	22.75	15.74	13.61	12.34	12.01	11.1	11.99	12.04
	TM1B-5	124	84.1	69	53.1	31.5	19.68	23.07	15.76	13.71	12.44	12.23	11.23	12.16	12.32
	TM1C-5	121	89.2	70.3	55	34.1	20.64	24.97	17.32	15.17	13.63	13.1	11.81	12.73	12.58
	Concentración mínima	121	84.1	69	53	31.3	19.4	22.7	15.7	13.6	12.3	12	11.1	12	12
	Concentración máxima	133	90.7	70.3	55	34.1	20.6	25	17.3	15.2	13.6	13.1	11.8	12.7	12.6
Concentración promedio	126	88	69.8	53.7	32.3	19.9	23.6	16.3	14.2	12.8	12.4	11.4	12.3	12.3	
Presa El Molinito	SM-1	128	92.3	72.1	56	34.3	19.04	25.06	17.39	15.12	13.78	13.46	12.25	13.17	13.35
	SM-2	127	94.7	71.8	54.8	33.3	18.51	23.88	16.44	14.08	12.67	12.3	11.18	12.12	11.93
	SM-4	134	98.3	75.1	58.4	35.5	19.77	26.01	17.87	15.4	13.87	13.39	12.15	13.08	13.06
	SM-6	124	88	68.5	52.9	32.2	18.43	23.41	16.18	14.02	12.64	12.29	11.13	11.99	11.89
	SM-7	138	100	76.6	59.6	36.5	20.28	26.91	18.57	16.07	14.39	14.02	12.62	13.68	13.65
	SM-8	131	95.6	73.7	56.8	34.4	19.58	24.87	17.07	14.71	13.23	12.88	11.64	12.54	12.46
	SM-9	126	91.9	70.7	54.9	33.5	19.8	24.37	16.61	14.27	12.72	12.22	10.91	11.76	11.68
	SM-13	131	94.3	73.1	56.2	34.2	18.81	24.45	16.97	14.64	13.13	12.77	11.51	12.35	12.19
	SM-19	128	92.6	71.1	54.6	33.2	18.91	23.7	16.45	14.23	12.82	12.45	11.39	12.28	12.19
	SM-20	134	99.6	76	58.3	35.1	19.33	25.06	17.26	14.86	13.33	12.91	11.73	12.74	12.54
	Concentración mínima	124	88	68.5	52.9	32.2	18.43	23.41	16.18	14.02	12.64	12.22	10.91	11.76	11.68
Concentración máxima	138	100	76.6	59.6	36.5	20.28	26.91	18.57	16.07	14.39	14.02	12.62	13.68	13.65	
Concentración promedio	130	94.7	72.9	56.3	34.2	19.25	24.77	17.08	14.74	13.26	12.87	11.65	12.57	12.49	

Tabla 15. Concentración Normalizada de ETR en muestras de Fondos y El Molinito.

ETR (ppm) Normalizadas														
Muestra	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Zanjas														
T1-1A(5)	113	78.0	61.1	43.5	27.70	14.00	18.69	14.58	13.76	12.11	11.85	12.49	12.82	13.84
T1-1A (30-40)	97.1	72.0	53.1	40.4	24.33	11.89	17.40	12.79	11.94	11.18	12.26	11.58	12.70	12.95
T8-A(5)	109	79.6	59.5	45.5	27.01	16.53	18.99	13.36	11.82	10.67	10.40	9.54	10.34	10.65
T8-A(100-120)	108	75.9	59.8	46.2	27.30	16.17	18.54	12.90	11.17	10.04	9.96	9.20	10.01	10.42
Concentración mínima	97.1	72.0	53.1	40.4	24.33	11.89	17.40	12.79	11.17	10.04	9.96	9.20	10.01	10.42
Concentración máxima	113	79.6	61.1	46.2	27.70	16.53	18.99	14.58	13.76	12.11	12.26	12.49	12.82	13.84
Concentración promedio	107	76.4	58.4	43.9	26.58	14.65	18.40	13.41	12.17	11.00	11.12	10.70	11.47	11.97
B4-A(5)	93.6	65.7	52.1	41.2	25.02	16.19	17.43	12.18	10.68	9.54	9.17	8.36	8.98	8.95
B4-A(55-65)	97.1	68.6	55.4	43.4	26.76	16.66	18.42	13.50	11.85	10.69	10.37	9.40	10.09	10.38
Promedio	95.4	67.2	53.7	42.3	25.89	16.43	17.93	12.84	11.27	10.11	9.77	8.88	9.53	9.67

Tabla 16. Concentración Normalizada de ETR en muestras Zanjas de Tinajas I y II, Bacanuchi.

Proveniencia	Muestra	Elementos de Tierras Raras (ppm)													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Tinajas	T-03	93.3	78.4	58.2	46.5	27.59	19.61	21.01	14.55	11.66	10.39	10.22	9.43	9.55	10.59
	T-04	73.9	46.7	43.1	34	19.7	12.73	11.96	9.09	8.16	7.79	7.11	7.14	7.27	7.06
	T-05	97	73.4	54.6	41.3	23.15	14.55	12.68	9.09	9.329	7.79	8	7.43	8.18	8.53
	R1	42.5	27.95	16.1	10.51	4.32	3.77	2.59	0.953	0.545	0.489	0.647	0.617	0.784	0.665
	R2	150	112	85.1	65	35.1	21.46	24.58	14.37	11.11	9.53	9.1	7.82	8.32	8.00
	Soc-21	140	99.3	83.1	62.7	36	1.43	19.93	16.36	16.33	14.29	16.89	17.71	18.64	19.41
	Sta. Isabel	160	127	98.1	73.2	41.4	13.51	27.5	18.01	15.12	13.15	12.87	11.66	12.56	12.18
	Concentración mínima	42.5	27.95	16.1	10.51	4.32	1.43	2.59	0.953	0.545	0.489	0.647	0.617	0.784	0.665
	Concentración máxima	160	127	98.1	73.2	41.4	21.46	27.5	18.01	16.33	14.29	16.89	17.71	18.64	19.41
	Concentración promedio	108	80.7	62.6	47.6	26.75	12.44	17.18	11.78	10.32	9.06	9.26	8.83	9.33	9.49
Bacanuchi	Bc-06	68.4	48.8	39.9	31.4	21.67	12.08	13.04	10.91	9.62	9.09	8.44	8.57	9.55	10.29
	Bc-130	98.5	72.9	55.8	44.1	25.62	14.55	14.49	9.09	8.45	7.79	6.67	6.57	6.82	7.35
	Bc-133	148	119	93.8	76.2	46.3	31.8	27.17	20	17.78	14.29	14.22	12.57	12.73	13.24
	Bc-135	114	93.5	69.3	54.4	32.5	16.49	18.48	14.55	13.99	11.69	12	11.43	12.27	13.24
	R4-Cg	145	102	81.7	62.1	35.37	22.8	25.23	16.04	13.16	11.6	11.29	10.13	10.94	10.81
	Concentración mínima	68.4	48.8	39.9	31.4	21.67	12.08	13.04	9.09	8.45	7.79	6.67	6.57	6.82	7.35
	Concentración máxima	148	119	93.8	76.2	46.3	31.8	27.17	20	17.78	14.29	14.22	12.57	12.73	13.24
	Concentración promedio	115	87.2	68.1	53.7	32.3	19.55	19.68	14.12	12.6	10.89	10.52	9.86	10.46	10.98
Arizpe	Az-75	114	86.7	67.1	53.8	31.5	21.3	19.2	12.73	11.08	10.39	8.89	8.57	9.09	8.82
	Az-131	116	83.8	58.8	43.8	24.63	14.03	13.04	9.09	7.87	6.49	5.78	5.71	6.82	6.47
	Az-151	66.9	55.3	44.9	36	20.2	10.78	11.23	7.27	7.58	7.79	8.00	7.71	9.55	10.00
	Az-153	79.6	57.3	41.4	28.73	17.24	7.4	9.78	7.27	6.41	5.19	5.33	6.00	6.36	6.47
	R3	94.1	70.8	53.1	40.6	23.4	13.38	13.32	9.09	8.24	7.47	7.00	7.00	7.95	7.94
	Concentración mínima	66.9	55.3	41.4	28.73	17.24	7.4	9.78	7.27	6.41	5.19	5.33	5.71	6.36	6.47
	Concentración máxima	116	86.7	67.1	53.8	31.5	21.3	19.2	12.73	11.08	10.39	8.89	8.57	9.55	10.00
	Concentración promedio	94.1	70.8	53.1	40.6	23.4	13.38	13.32	9.09	8.24	7.47	7.00	7.00	7.95	7.94

Tabla 17. Concentración Normalizada de ETR en rocas del área de estudio.

Proveniencia	Muestra	Elementos de Tierras Raras (ppm)													
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Sinoquipe	S-100	118	73.5	48.5	29.68	14.78	2.73	10.14	9.09	9.33	9.09	10.22	10.57	12.73	13.24
	S-123	153	111	76.6	50.6	25.62	12.6	14.13	10.91	9.62	9.09	8.89	8.86	9.55	10.59
	S-150	66.3	51.1	39.3	30.5	17.73	10.91	11.23	7.27	7	6.49	5.78	5.14	5.45	5.88
	S-155	20.97	13.18	11.85	10.95	7.88	6.62	5.8	5.45	4.96	5.19	4.89	4.57	5.00	5.00
	S-158	90	65.9	50.2	38.4	23.15	17.79	14.49	10.91	9.62	7.79	8	6.86	6.82	7.35
	S1-Blanca	195.6	130	84.1	54.4	26.96	8.65	19.84	11.55	9.06	7.87	7.95	7.5	8.57	8.55
	R5	248	168	112	71	32.95	13	26.22	14.22	10.86	9.34	9.34	8.9	10.26	10.85
Concentración mínima		20.97	13.18	11.85	10.95	7.88	2.73	5.8	5.45	4.96	5.19	4.89	4.57	5.00	5.00
Concentración máxima		248	168	112	71	32.9	17.79	26.22	14.22	10.86	9.34	10.22	10.57	12.73	13.24
Concentración promedio		127	87.6	60.3	40.8	21.3	10.33	14.55	9.92	8.64	7.84	7.87	7.49	8.34	8.78
Banamichi	Bn-122	145	116	90	74.1	45.8	32.3	30.1	21.82	18.95	15.58	15.11	13.43	13.64	14.12
Huépac	H-19	174	123	83.8	58.6	30.5	13.38	18.12	12.73	11.37	10.39	10.22	10.86	10.91	11.47
	H-51	94.2	69.4	53.5	40.3	21.18	12.73	14.13	10.91	9.91	9.09	8.44	8.29	8.64	9.12
Concentración promedio		134	96	68.7	49.4	25.86	13.05	16.12	11.82	10.64	9.74	9.33	9.57	9.77	10.29
Aconchi	Ac-43	101	76.6	56.7	41.9	25.62	15.71	18.12	12.73	12.24	10.39	10.67	10.29	10.91	11.18
	Ac1-Blanca	33.9	27.7	26.1	25.2	19.45	13.39	13.5	10.61	9.46	8.18	7.47	6.48	6.53	6.14
Concentración promedio		67.4	52.2	41.4	33.6	22.5	14.6	15.8	11.7	10.9	9.3	9.1	8.4	8.7	8.7
Baviácora	Bv-10	127	95.4	69.1	49.5	25.62	13.9	14.86	10.91	11.08	10.39	10.67	10.57	12.27	12.06
	Bv-11	64.1	51.3	36	25.56	17.73	9.35	11.59	10.91	11.95	11.69	12	12.29	14.09	14.71
	Bv-12	58.7	45.9	37.4	30	20.69	11.69	15.58	10.91	11.95	11.69	11.56	11.14	11.36	11.76
	Bv-14	20.36	13.53	8.46	5.4	2.96	1.43	2.17	1.82	1.46	1.3	1.33	1.43	1.36	1.76
	Bv-26	97.9	73.2	51.7	37.5	21.18	10.78	13.41	10.91	9.91	9.09	9.33	8.57	10	10
	Bv-52	78.1	61	49.5	42.1	24.63	19.09	15.22	9.09	8.16	6.49	6.22	5.71	5.91	5.59
	Bv-55	73.6	54.3	37.5	26.67	13.3	7.92	9.42	9.09	8.45	7.79	8	7.43	7.27	7.35
Concentración mínima		20.36	13.53	8.46	5.4	2.96	1.43	2.17	1.82	1.46	1.3	1.33	1.43	1.36	1.76
Concentración máxima		127	95.4	69.1	49.5	25.62	19.09	15.58	10.91	11.95	11.69	12	12.29	14.09	14.71
Concentración promedio		74.2	56.4	41.4	31	18	10.6	11.7	9.1	9	8.3	8.4	8.2	8.9	9
Ures	U-30	147	110	79.2	57.9	30.5	16.23	19.2	14.55	13.41	11.69	11.11	11.14	11.82	13.24
	U-32	102	69.8	52.8	39.7	23.15	13.51	14.13	9.09	9.33	9.09	8	8	9.09	9.12
	U-34	131	95.4	66.2	47.3	25.62	13.9	16.3	12.73	11.37	10.39	10.22	10.29	10.91	11.47
	RMO-1	77.6	60.5	50.7	43.3	28.62	27.81	20	14.09	12.24	10.85	10.13	8.79	9.14	9.08
Concentración mínima		77.63	60.46	50.65	39.68	23.15	13.51	14.13	9.09	9.33	9.09	8	8	9.09	9.08
Concentración máxima		147	110	79	58	31	28	20	15	13	12	11	11	12	13
Concentración promedio		114.5	84	62.2	47.1	27	17.9	17.4	12.6	11.6	10.5	9.9	9.6	10.2	10.7

Tabla 17a. Concentración Normalizada de ETR en rocas del área de estudio.

Proveniencia	Muestra	Anomalía de Eu
Fuente	14	0.236
	29	0.659
	31	0.487
Promedio		0.461
Perfiles		
Tinajas I	IT1E-5	0.195
	IT1E-25	0.240
	IT1E-50	0.384
	IT2E-5	0.271
	IT2E-25	0.485
	IT2E-50	0.369
	IT3E-5	0.532
	IT3E-25	0.557
	IT3E-50	0.558
Promedio		0.399
Tinajas II	IIT1E-5	0.634
	IIT1E-25	0.726
	IIT1E-50	0.703
	IIT2E-5	0.67
	IIT2E-25	0.673
	IIT2E-50	0.699
	IIT3E-5	0.771
	IIT3E-25	0.77
	IIT3E-50	0.792
Promedio		0.715
Bacanuchi	B1E-5	0.712
	B2E-5	0.762
	B3D-5	0.774
Promedio		0.750
Perfil 8A	23-8A	0.74
	25-8A	0.741
	29-8A	0.800
Promedio		0.760
Sonora	S1D-5	0.789
	S1E-5	0.821
	S1F-5	0.744
	S2D-5	0.711
	S2E-5	0.796
	S2F-5	0.767
Promedio		0.771

Proveniencia	Muestra	Anomalía Eu
Fondos		
Tinajas I y II	IT2A-5	0.637
	IT2I-5	0.755
	IIT2A-5	0.685
	IIT2I-5	0.657
Promedio		0.683
Bacanuchi	B2A-5	0.703
	B2I-5	0.726
Promedio		0.714
Sonora	S2A-5	0.706
	S2I-5	0.668
Promedio		0.687
El Molinito		
Tributario	TM1A-5	0.729
	TM1B-5	0.73
	TM1C-5	0.708
Promedio		0.722
Presa	SM-1	0.649
	SM-2	0.657
	SM-4	0.651
	SM-6	0.671
	SM-7	0.647
	SM-8	0.669
	SM-9	0.692
	SM-13	0.651
	SM-19	0.674
	SM-20	0.651
Promedio		0.661
Zanjas		
Tinajas	T1-1A(5)	0.615
	T1-1A (30-40)	0.578
	T8-A(5)	0.730
	T8-A(100-120)	0.719
Promedio		0.661
Bacanuchi	B4-A(5)	0.775
	B4-A(55-65)	0.750
Promedio		0.763

Tabla 18. Valores calculados de la anomalía de Eu para muestras de la Fuente, perfiles, Fondos y Molinito.

Proveniencia	Muestra	Anomalía Eu
Tinajas	T-03	0.814
	T-04	0.829
	T-05	0.849
	R1	1.13
	R2	0.730
	Socavón-21	0.053
	R-Sta. Isabel	0.401
Promedio		0.686
Bacanuchi	Bc-06	0.718
	Bc-130	0.755
	Bc-133	0.897
	Bc-135	0.673
	R4-Cg	0.763
Promedio		0.761
Arizpe	Az-75	0.866
	Az-131	0.783
	Az-151	0.716
	Az-153	0.57
	R3	0.758
Promedio		0.738
Sinoquipe	S-100	0.223
	S-123	0.662
	S-150	0.773
	S-155	0.980

Proveniencia	Muestra	Anomalía Eu
Sinoquipe cont...	S-158	0.971
	RSQ1-BLANCA	0.374
	R5	0.442
Promedio		0.632
Banamichi-Huépac-Aconchi	Bn-122	0.871
	H-19	0.569
	H-51	0.736
	Ac-43	0.729
	RAC-1-BLANCA	0.826
Promedio		0.746
Baviácora	Bv-10	0.712
	Bv-11	0.652
	Bv-12	0.651
	Bv-14	0.564
	Bv-26	0.64
	Bv-52	0.986
	Bv-55	0.708
Promedio		0.702
Ures	U-30	0.67
	U-32	0.747
	U-34	0.68
	RMO-1	1.162
Promedio		0.815

Tabla 19. Valores calculados de la anomalía de Eu para las rocas del área.

Proveniencia	Muestra	Anomalia de Ce
	14	1.15
Fuente	29	0.972
	31	1.178
Promedio		1.099
Perfiles		
	IT1E-5	1.11
	IT1E-25	1.06
	IT1E-50	1.54
Tinajas I	IT2E-5	1.02
	IT2E-25	1.14
	IT2E-50	1.64
	IT3E-5	0.944
	IT3E-25	1.34
	IT3E-50	0.958
Promedio		1.2
	IIT1E-5	0.634
	IIT1E-25	0.726
	IIT1E-50	0.703
Tinajas II	IIT2E-5	0.67
	IIT2E-25	0.673
	IIT2E-50	0.699
	IIT3E-5	0.771
	IIT3E-25	0.77
	IIT3E-50	0.792
Promedio		0.715
	B1E-5	0.712
Bacanuchi	B2E-5	0.762
	B3D-5	0.774
Promedio		0.75
	23-8A	0.74
Perfil 8A	25-8A	0.741
	29-8A	0.8
Promedio		0.76
	S1D-5	0.789
	S1E-5	0.821
Sonora	S1F-5	0.744
	S2D-5	0.711
	S2E-5	0.796
	S2F-5	0.767
Promedio		0.771

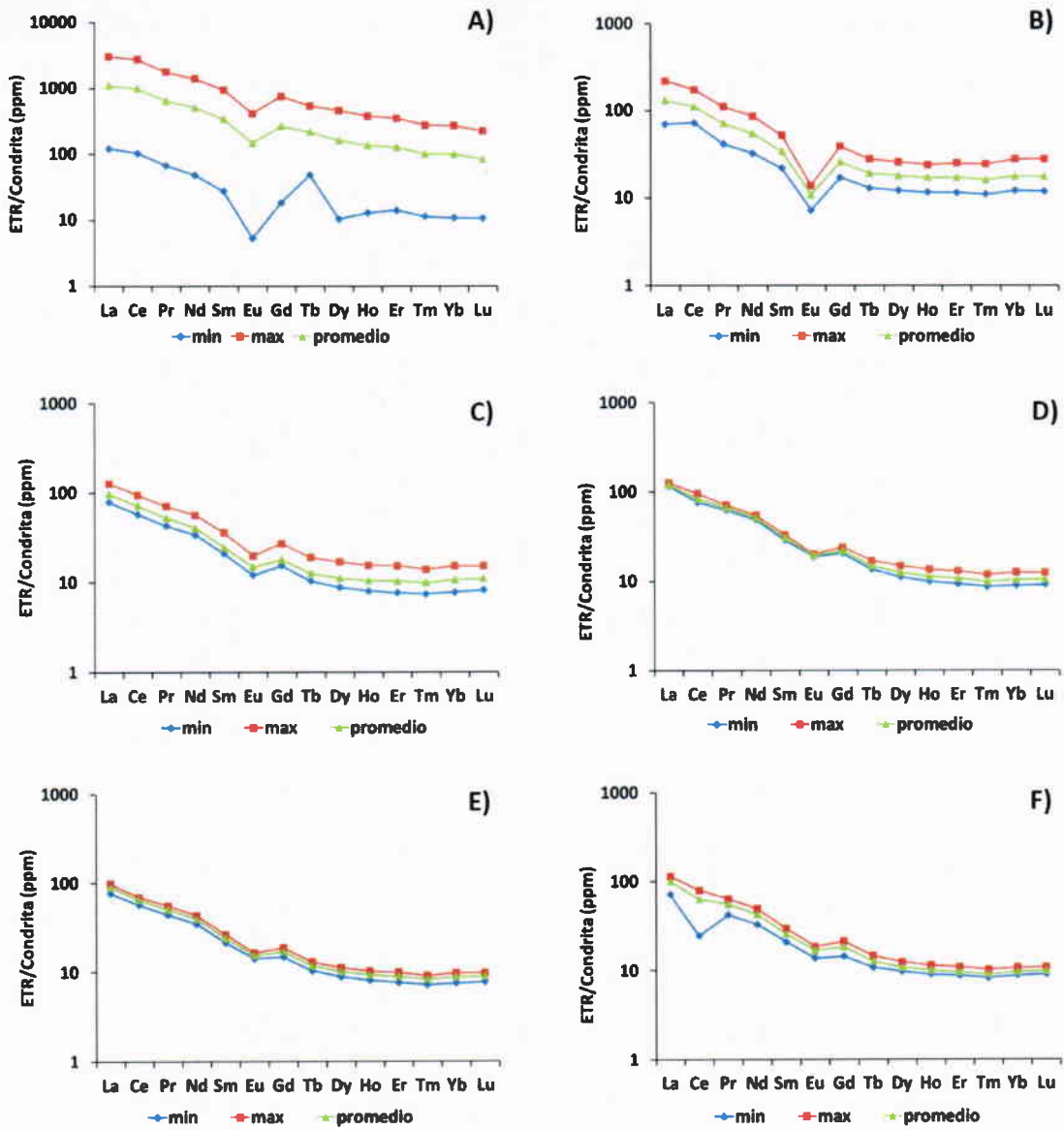
Proveniencia	Muestra	Anomalia de Ce
Fondos		
	IT2A-5	1.05
Tinajas I y II	IT2I-5	1.62
	IIT2A-5	1.55
	IIT2I-5	1.49
Promedio		1.43
	B2A-5	0.941
Bacanuchi	B2I-5	0.942
Promedio		0.942
	S2A-5	0.931
Sonora	S2I-5	0.944
Promedio		0.938
El Molinito		
	TM1A-5	0.939
Tributario	TM1B-5	0.911
	TM1C-5	0.967
Promedio		0.939
	SM-1	0.961
	SM-2	0.994
	SM-4	0.979
	SM-6	0.955
Presa	SM-7	0.973
	SM-8	0.973
	SM-9	0.974
	SM-13	0.964
	SM-19	0.971
	SM-20	0.988
Promedio		0.973
Zanjas		
	T1-1A(5)	0.940
Tinajas	T1-1A (30-40)	1.00
	B4-A(5)	0.941
	B4-A(55-65)	0.936
Promedio		0.955
	T8-A(5)	0.986
Bacanuchi	T8-A(100-120)	0.947
Promedio		0.967

Tabla 20. Valores calculados de la anomalía de Ce para muestras de la Fuente, perfiles, Fondos, El Molinito y Zanjas.

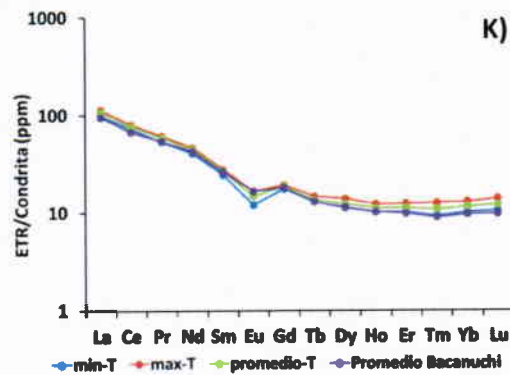
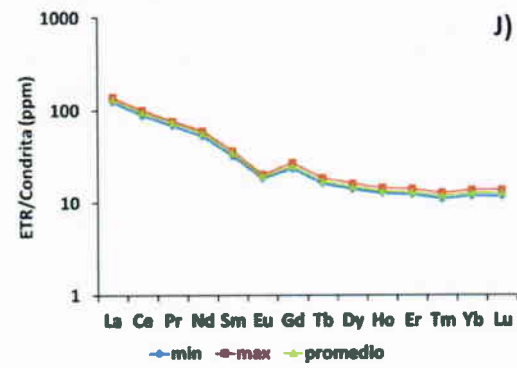
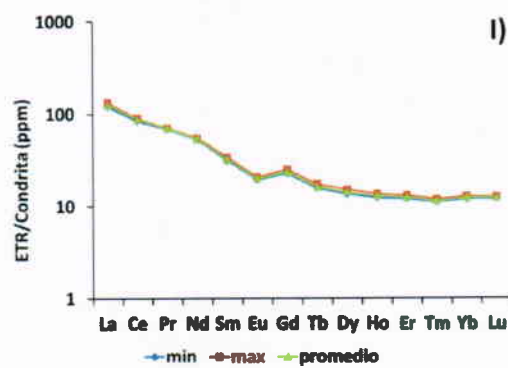
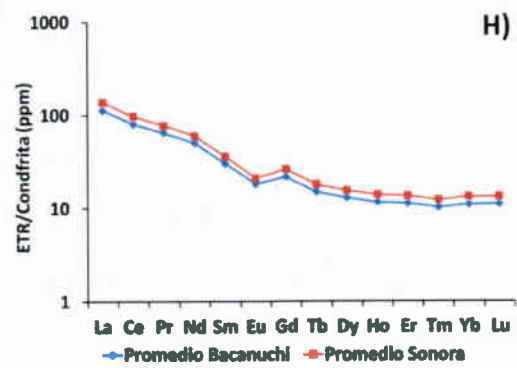
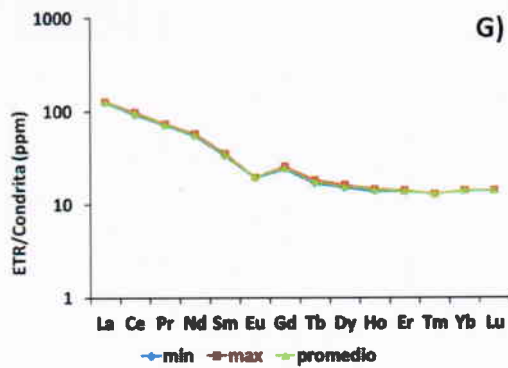
Proveniencia	Muestra	Anomalia Ce
Tinajas	T-03	1.06
	T-04	0.828
	T-05	1.01
	R1	1.07
	R2	0.993
	R-Sta. Isabel	1.01
Promedio		0.985
Bacanuchi	Bc-06	0.934
	Bc-130	0.984
	Bc-133	1.01
	Bc-135	1.05
	R4-Cg	0.933
Promedio		0.982
Arizpe	Az-75	0.992
	Az-131	1.01
	Az-151	1.01
	Az-153	1.00
	R3	1.00
Promedio		1.00
Sinoquipe	S-100	0.973
	S-123	1.026
	S-150	1.001
	S-155	0.836

Proveniencia	Muestra	Anomalia Ce
Sinoquipe cont...	S-158	0.98
	RSQ-1-BLANCA	1.014
	R5	1.012
Promedio		0.978
Banámichi-Huépac-Aconchi	Bn-122	1.011
	H-19	1.016
	H-51	0.977
	Ac-43	1.013
	RAC-1-BLANCA	0.932
Promedio		0.99
Baviácora	Bv-10	1.019
	Bv-11	1.068
	Bv-12	0.98
	Bv-14	1.03
	Bv-26	1.029
	Bv-52	0.981
	Bv-55	1.035
Promedio		1.02
Ures	U-30	1.022
	U-32	0.95
	U-34	1.025
	RMO-1	0.964
Promedio		0.99

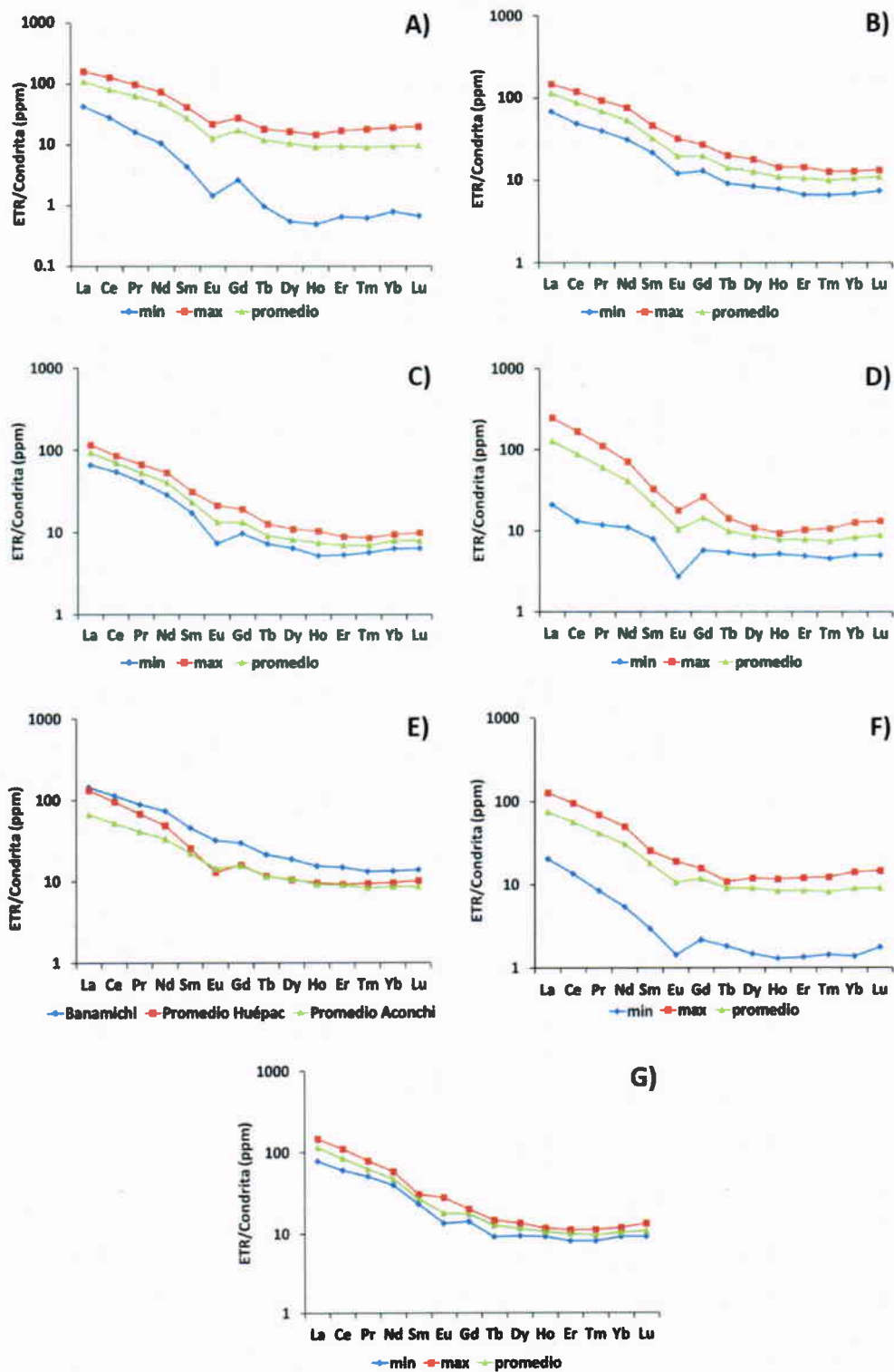
Tabla 21. Valores calculados de la anomalía de Ce para las rocas del área.



Gráfica 4. Patrones normalizados (valores mínimo, máximo, promedio) de la Fuente (A), perfiles Tinajas I (B) y II (C), Bacanuchi (D), 8A (E), Sonora (F).



Gráfica 5. Patrones normalizados (valores mínimo, máximo, promedio) de Fondos Tinajas I y II (G), Bacanuchi-Sonora (H), El Molinito Tributario (I), presa El Molinito (J), Zanjas Tinajas-T y Bacanuchi (K)



Gráfica 6. Patrones normalizados de las rocas de Tinajas (A), Bacanuchi (B), Arizpe (C), Sinoquipe (D), Banámichi-Huépac-Aconchi (E), Baviácora (F) y Ures (G).

6. Discusión

El enriquecimiento en ETR-Ligeros, que predomina en los sitios estudiados y el empalme observado en los patrones de los Fondos, El Molinito y Zanjás coincide con lo reportado para la geología del área por González-León et al. 2010, para basaltos de la Formación Toro Muerto y Agua Caliente. Desde el punto de vista ambiental, este empalme en los patrones de ETR sugiere que existe una importante componente natural en estos materiales con condiciones redox poco variables, con respecto a las otras áreas de estudio, en el entorno lo que permite el empalme de los patrones.

El análisis de los resultados permitió observar dos importantes anomalías, que corresponden al Eu y Ce. Estos ETR son sensibles a los cambios de las condiciones redox, que se expresan como anomalías positivas o negativas. Al respecto se sabe que el Eu es un metal que bajo condiciones reductoras es poco soluble y se encuentra como Eu^{2+} , asociado a los sedimentos, pero; cuando el ambiente se torna oxidante cambia a Eu^{3+} , el cual es soluble, lo que propicia un empobrecimiento en la fase sólida del elemento, lo que se interpreta como una anomalía negativa en el patrón del material estudiado. En los perfiles de Tinajas I y II, Bacanuchi, 8A, Presa-Tributario El Molinito, Fondos, Zanjás, la anomalía negativa de Eu es constante y se conserva en las rocas representativas de cada sitio, con variaciones en el valor calculado de la misma (tabla). Al concordar la anomalía negativa de Eu entre las muestras y rocas, se expone que de manera natural, los sitios estudiados se encuentran empobrecidos en Eu.

El predominio de las condiciones oxidantes del área, se confirman con el comportamiento del Ce, el cual, es un ETR estable bajo condiciones oxidantes. Se mantiene en su estado de oxidación más alto (Ce^{4+}) que es insoluble; cuando el ambiente se torna subóxico-anóxico el Ce^{4+} se reduce a Ce^{3+} , su forma soluble, generando anomalías negativas cercanas a la unidad, debido a que una porción del Ce contenido en los sedimentos se moviliza hacia la columna de agua lo que resulta en un empobrecimiento de la fase sólida (Oliás et al. 2005, Pattan et al. 2005; Wilde 1996). Por otro lado la presencia de sedimentos ricos en óxidos de Fe (asociados a condiciones óxicas) y/o la generación de oxihidróxidos de Fe *per se* actúan como un retenedor de Ce en la fase sólida, lo que produce una anomalía positiva (Pattan et al. 2005, Verplanck et al. 2004; Wilde et al. 1996). Ambas situaciones presentes en el sitio estudiado.

Los sitios de la Fuente y Tinajas corresponden al ambiente con predominio de condiciones oxidantes que coinciden con valores de pH ácidos (pH 1-3) para la Fuente, así como, para Tinajas I (pH= 4.2-5.7), además de las elevadas concentraciones de Fe (entre 1 y 3%), respectivamente; condiciones que promueven la formación de oxihidróxidos de Fe y favorecen la retención del Ce^{4+} , en la fase sólida, resultando en una anomalía positiva para estos sitios, sin embargo; en los patrones de las rocas propias del lugar el Ce se detectó como una anomalía negativa ($*Ce= 0.985$), que revela un empobrecimiento natural incrementado o disminuido (rocas de Arizpe no reportan anomalía de Ce), por las variaciones en las condiciones redox del área.

Las variaciones de las anomalías de Eu y Ce, son apreciables en los valores calculados. Por ejemplo en la anomalía de Eu su valor tiende a la unidad y gráficamente se observa al disminuir la profundidad del pico de este elemento (figura patrón ETR TINAJAS I y II). Esta variación se observó a partir del perfil de Tinajas II y, se conserva en Bacanuchi, 8A, Sonora, Presa-Tributario El Molinito, Fondos y Zanjás. De igual manera, la anomalía positiva de Ce encontrada en las muestras La Fuente y Tinajas I presenta un decremento en sus valores, por lo que la anomalía se torna negativa en el resto de los perfiles estudiados.

Las anomalías y las variaciones en sus valores se relacionan con dos fenómenos importantes: 1) predominio de condiciones oxidantes en Tinajas, relacionadas con la presencia de la mineralización natural del área, las elevadas concentraciones de Fe; que pueden atribuirse a la presencia de oxihidróxidos de Fe, cuya formación se ve favorecida por las condiciones físico-químicas. Las condiciones de acidez se pueden incrementar por la presencia de varios repesos que se emplean como contenedores de soluciones ácidas lixiviantes y altamente oxidantes. 2) El cambio de las condiciones oxidantes a subóxicas-reductoras, principalmente, en los perfiles de Tinajas II, Bacanuchi, 8A, Sonora, Presa-Tributario El Molinito, Fondos y Zanjás.

Estas modificaciones en las anomalías indican que una porción del Eu posiblemente reprecipita enriqueciendo la fase sólida y por tanto disminuye la anomalía negativa. En el Ce se produce un efecto contrario, pues al tornarse las condiciones oxidantes a subóxicas-reductoras, el Ce cambia a un estado de oxidación menor y se solubiliza, lo que se refleja en una anomalía negativa.

Fenómenos meteorológicos como los huracanes Odile y Norberto, pueden estar involucrados en el cambio de las condiciones redox registrados por el Eu y Ce. Estos fenómenos produjeron un aumento significativo en el caudal de agua del arroyo Tinajas, ríos Bacanuchi y Sonora debido al importante aporte de agua en un corto periodo de tiempo (51 y ~200 mm de agua en 6 días), además; de una gran cantidad de material particulado erosionado de la cuenca.

En la Fuente y Tinajas I predominan condiciones ácidas (pH entre 4 y 5) una CE que supera los 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en superficie, condiciones congruentes con la salida del Eu de la fase sólida (empobrecimiento) y su expresión en una anomalía negativa, aunado a las elevadas concentraciones de Fe (> 2%), que pueden asociarse con la presencia de oxihidróxidos con capacidad de retener al Ce en la fase sólida (enriquecimiento) y su anomalía positiva en estos sitios.

Por el contrario, a partir de Tinajas II, el pH se eleva a valores neutro-alcálinos con una CE inferior a 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que coincide con el decremento de la anomalía de Eu y su reprecipitación para enriquecer al sedimento y el cambio hacia una anomalía negativa o ausente de Ce (empobrecimiento), condiciones que se conservan hasta los sitios de la presa-tributario El Molinito, Zanjás y en los Fondos de Bacanuchi y Sonora.

Los Fondos de Tinajas son similares a la Fuente y Tinajas I, confirmando la presencia de una componente natural oxidante en estos sitios, pero; no se puede descartar una influencia antropogénica, al existir represas recolectoras de las soluciones lixiviantes de Cu por las actividades mineras de Cananea.

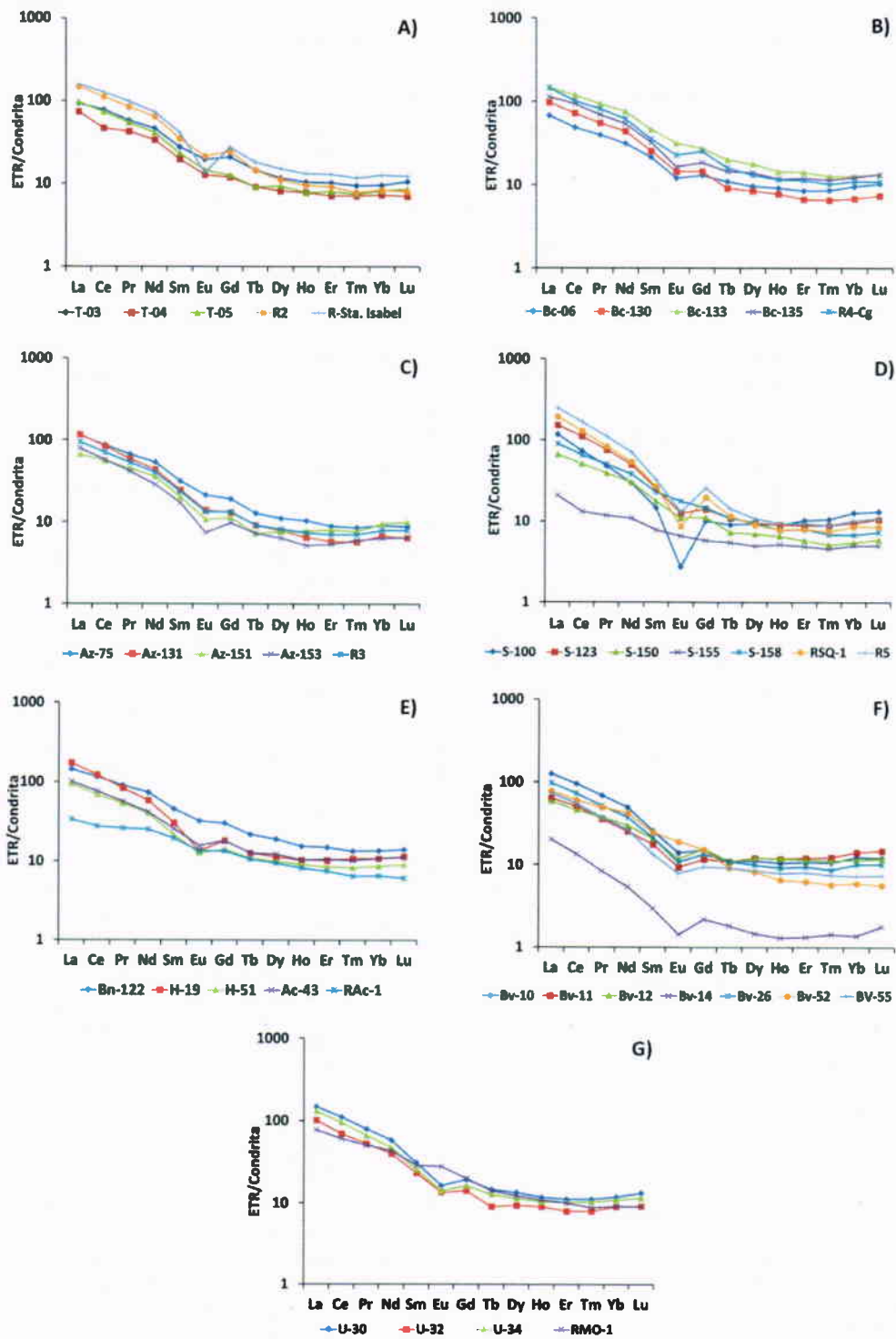
El análisis de los resultados de sulfatos indica que la presencia de sulfatos en el área es variable y existe una alta heterogeneidad de los materiales estudiados. Corroborado, por ejemplo, con concentraciones de apenas unas decenas de mg/kg en muestras de los Fondos de Tinajas II e inferiores a la decena en la muestra B4A.5 de las Zanjás. No obstante, en los Fondos de Tinajas I y Sonora las concentraciones fueron similares al perfil de Tinajas I. La prevalencia de condiciones oxidantes en Tinajas I, se corrobora por la elevada concentración de sulfatos y, expone la interacción de la solución ácida derramada con los materiales de este sitio.

Adicional a este comportamiento, se logró identificar dos fenómenos: a) dilución de los sulfatos en los perfiles y, b) acumulación de estos en la Presa El Molinito. Así, en Tinajas II, Bacanuchi, 8A, Sonora, Tributario, Zanjás, la dilución de los sulfatos puede asociarse al paso de los huracanes Odile y Norberto y, a la distancia entre el punto de derrame y el punto más alejado de éste, que corresponde al Tributario El Molinito. El proceso de acumulación en la Presa El Molinito, se puede relacionar al aumento en la concentración de sulfatos en los sedimentos de este sitio, ocasionado por el material erosionado de la cuenca que se incorporan al río Sonora que tienen como punto final la Presa El Molinito. Este material erosionado, lleva consigo sulfatos que al irse acumulando incrementan su concentración al funcionar el vaso de la presa como almacén de estos.

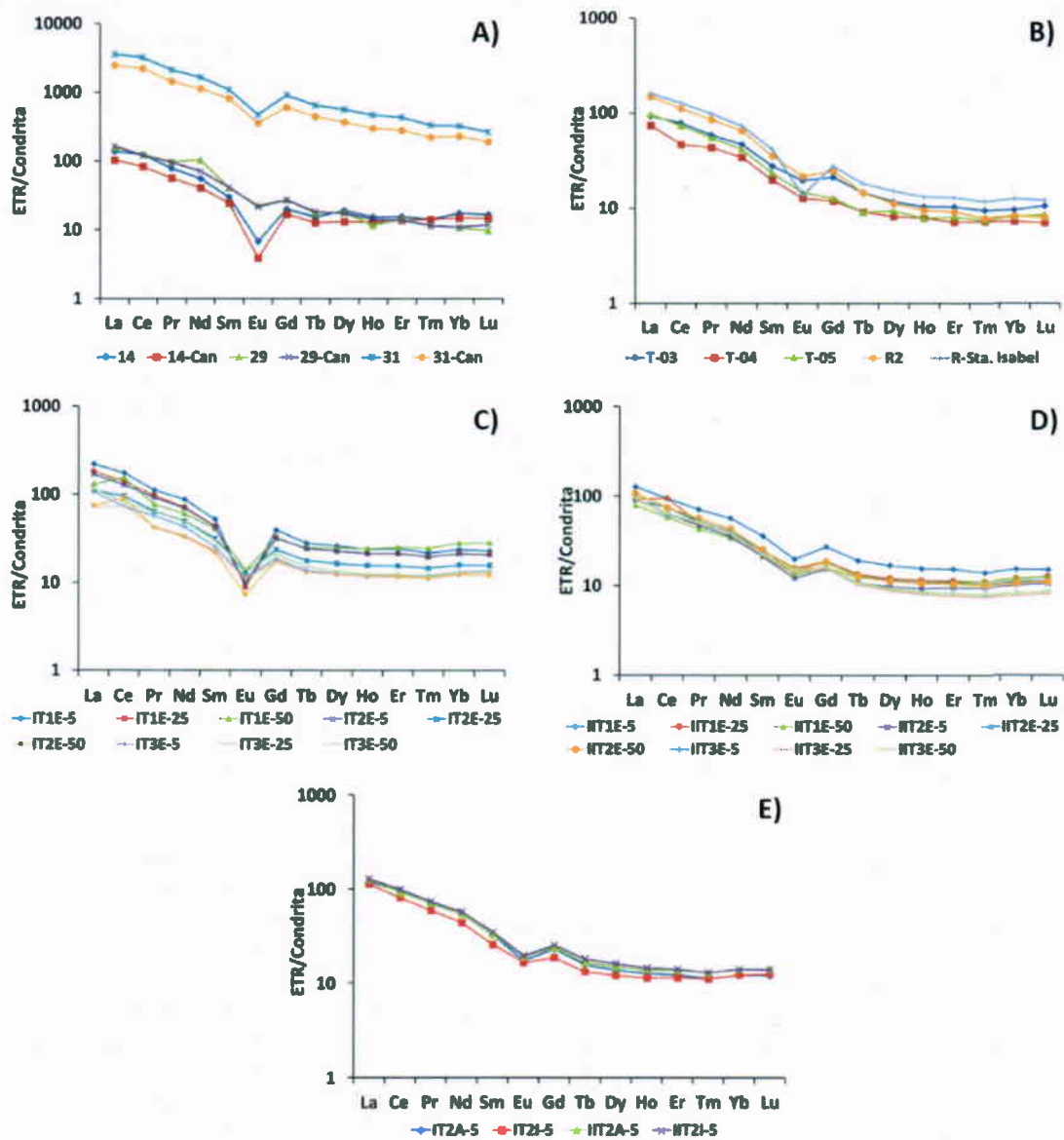
Tinajas I tuvo un patrón similar a la Fuente y distinto a las rocas de esta zona, en las cuales, las anomalías negativas de Eu y Ce, se conservaron. El comportamiento del Eu, en las rocas, fue similar al de Tinajas II, Bacanuchi, 8A, Sonora, Presa y Tributario El Molinito, Fondos y Zanjás. Con excepción de las rocas de Baviácora que tuvieron una discreta anomalía positiva de Ce y, de Arizpe cuya anomalía para este mismo elemento estuvo ausente, en el resto de las rocas la anomalía fue negativa.

El comportamiento del Eu y Ce en las rocas, revela que naturalmente existen condiciones oxidantes en el área de estudio, como comprueban los Fondos de Tinajas, que exhiben un empobrecimiento natural de estos elementos, con variaciones locales que pueden acentuar o disminuir dichas anomalías. Esta similitud entre los patrones de las muestras analizadas y los materiales naturales de la zona, como son las rocas, permitió identificar la ausencia de contaminación residual en los materiales analizados, incluyendo aquellos que por sus características físicas (coloración) o químicas (pH-CE) se consideraron impactados, como el perfil 8A.

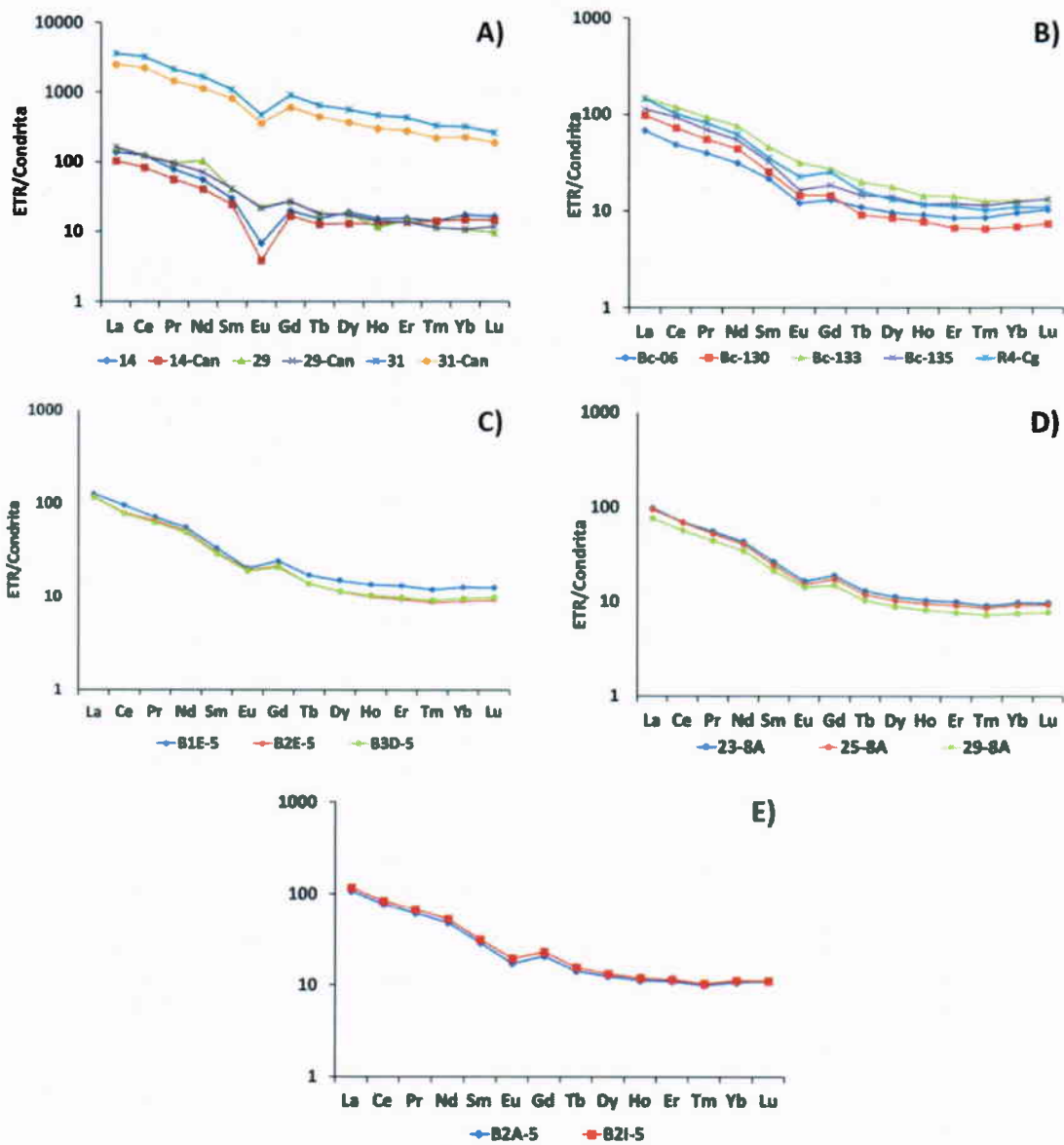
Lo anterior sugiere que los metales que acarrea el lixiviado ácido derramado en agosto de 2014 no están retenidos en los sedimentos, que las concentraciones de Fe, Mn, Ba y sulfatos que llevaba la solución sufrieron una dilución por la aportación pluvial de los huracanes Odile y Norberto, evitando de manera natural un mayor impacto al entorno.



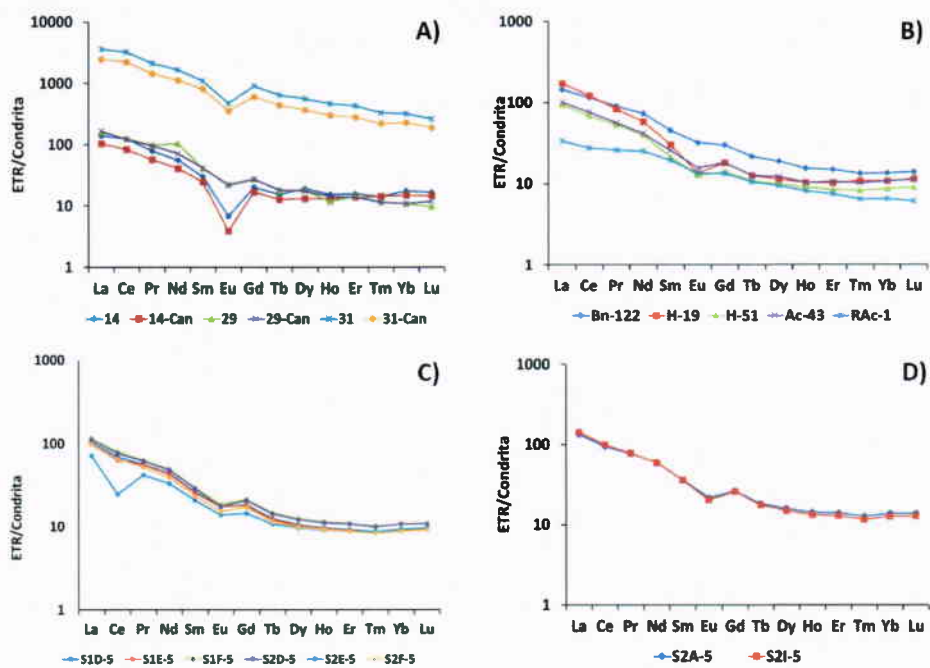
Gráfica 7. Patrones normalizados de ETR de las rocas del área: A) Tinajas, B) Bacanuchi, C) Arizpe, D) Sinoquié, E) Banamichi-Huépac-Aconchi, F) Baviácora, G) Úres.



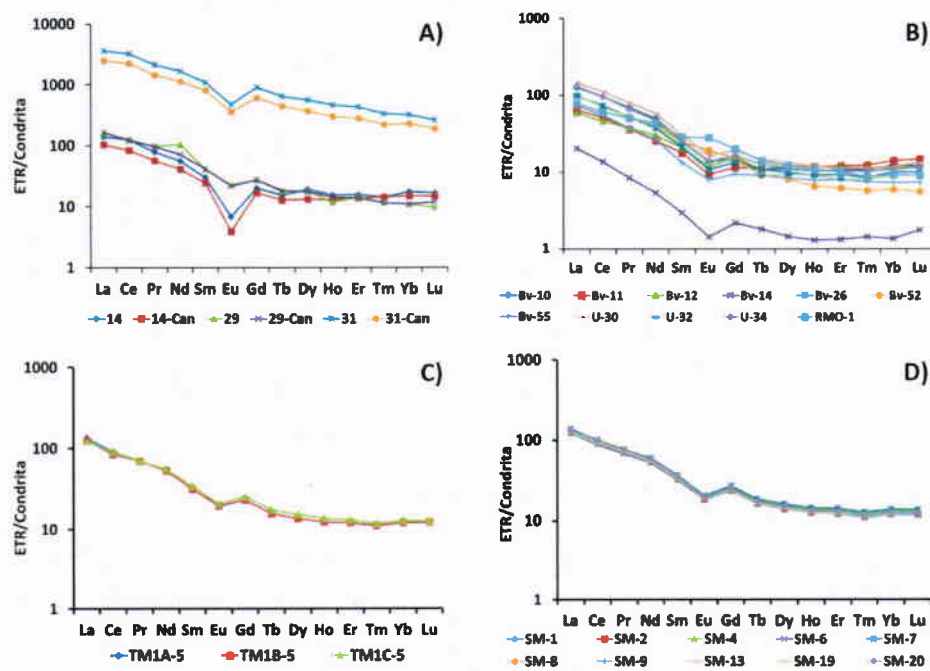
Gráfica 8. Patrones normalizados de ETR de: A) Fuente, B) Rocas Tinajas, C) Tinajas I, D) Tinajas II, E) Fondos Tinajas I y II.



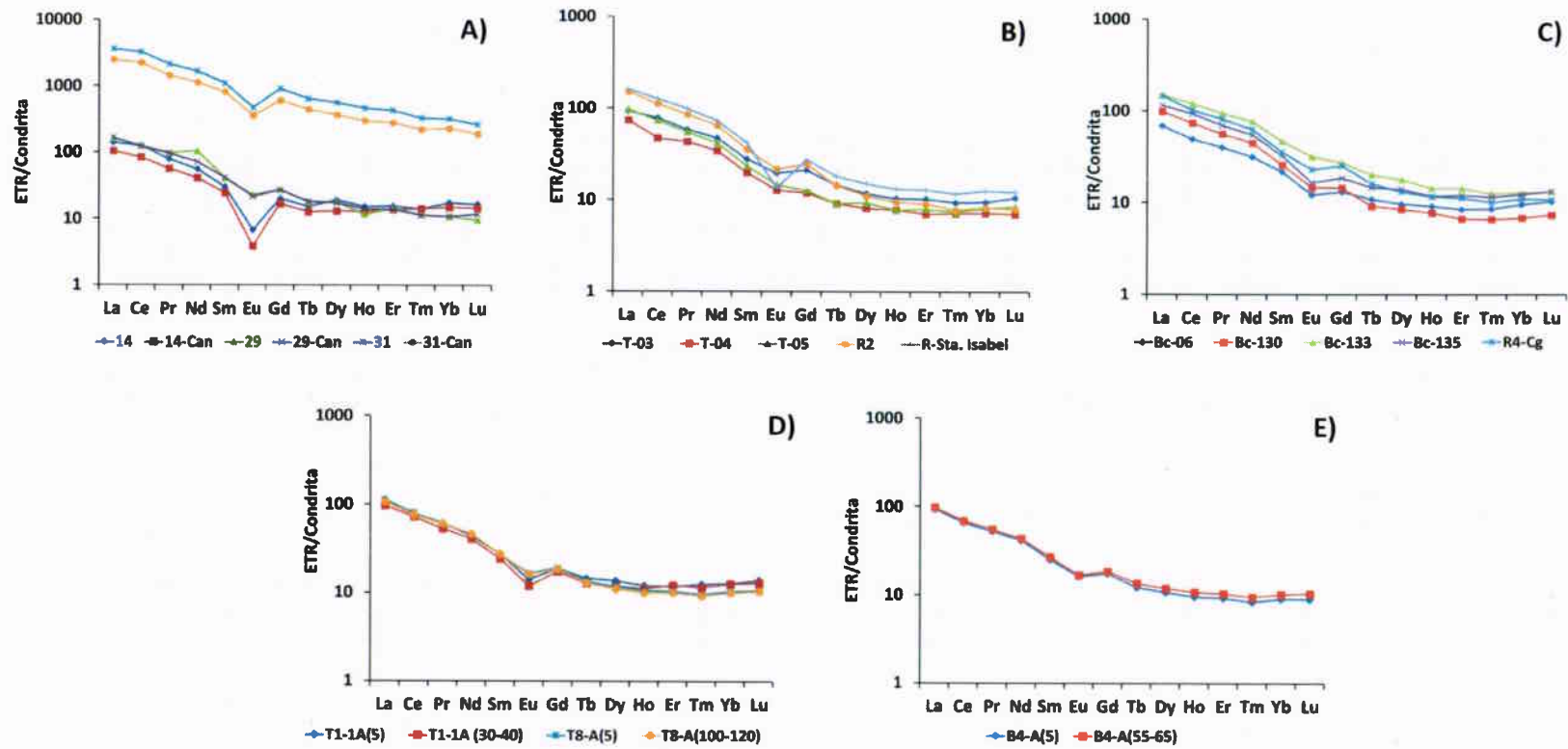
Gráfica 9. Patrones normalizados de la Fuente (A) y rocas representativas de Bacanuchi (B), patrones normalizados de los sitios de Bacanuchi (C) y el perfil 8A (D). Se incluye para su comparación, el perfil normalizado de las muestras consideradas como Fondos (E).



Gráfica 10. Patrones de ETR obtenidos en los perfiles del río Sonora (C), las muestras de Fondo de esta sitio (D) y su comparación con respecto a la Fuente (A) y rocas representativas de esta zona (B).



Gráfica 11. Patrones normalizados de la Fuente (A) y rocas representativas de El Molinito (B) y de los sitios de Tributario (C) y Presa El Molinito (D).



Gráfica 12. Patrones normalizados de la Fuente (A), rocas representativas de Tinajas (B), rocas representativas de Bacanuchi (C), Zanjas Tinajas (D), Zanjas Bacanuchi (E).

7. Conclusiones

- a) Los patrones de ETR mostraron un enriquecimiento sistemático en ETR-Ligeras en los sitios estudiados con un patrón suavizado hacia las ETR-Pesadas.
- b) Se detectaron dos anomalías negativas, de Eu y Ce, características de la zona. En las rocas, estas anomalías negativas fueron constantes, excepto en las rocas de Arizpe, dónde la anomalía de Ce estuvo ausente y en las de Baviácora dónde se detectó una discreta anomalía positiva.
- c) Tinajas I y la Fuente mostraron patrones similares entre sí, caracterizados por una importante anomalía negativa de Eu, y en este caso una anomalía positiva de Ce. Pero en rocas de este sitio, la anomalía de estos elementos fueron negativas.
- d) Los patrones de ETR en los sitios de Tinajas II, Bacanuchi, perfil 8A, Sonora, Tributario y Presa El Molinito, Zanjas y Fondos, fueron distintos al de la Fuente, pero similares al obtenido en las rocas representativas de estas áreas conservándose en ambos casos las anomalías de Eu y Ce.
- e) Se identificó un cambio en las condiciones redox del área de estudio, con un predominio de condiciones oxidantes en Tinajas I y la Fuente, una zona de transición con un ambiente subóxico-reductor en Tinajas II, y una zona con predominio de condiciones subóxicas-reductoras en Bacanuchi, perfil 8A, Sonora, Fondos (Bacanuchi y Sonora), Presa y Tributario El Molinito y Zanjas, ambas condiciones confirmadas por el comportamiento en las anomalías de Eu y Ce.
- f) Fenómenos meteorológicos como los huracanes Odile y Norberto se relacionaron con el cambio en las condiciones redox del área, por el importante aporte de agua y material particulado que aportaron en un corto periodo de tiempo.

- g) Las condiciones óxido-reductoras se ven favorecidas por una componente natural, asociada a la mineralización del área, además de una antropogénica debido a los repesos de lixiviación del cobre.
- h) El perfil 8A es el único sitio que conserva valores de pH y CE similares a Tinajas, sin embargo, el perfil de ETR y las anomalías de Eu y Ce fueron similares a las rocas de este sitio.
- i) El proceso de dilución fue exhibido por las variaciones en la concentración de SO_4^{2-} . La mayor concentración se determinó en Tinajas I, la cual, disminuyó a partir de Tinajas II y por sobre todo el cauce del río Sonora hasta su llegada a la Presa El Molinito. En este sitio, las concentraciones de sulfatos, reflejan un proceso de transporte y acumulación al aumentar la concentración de SO_4^{2-} a niveles similares a los de Tinajas I.
- j) El análisis de los elementos de tierras raras exhibió la ausencia de contaminación residual en los materiales estudiados, incluyendo, aquellos considerados impactados (rojizos, ocre, con pH ácido, altas CE).
- k) Salvo los patrones de ETR de los sitios de Tinajas I y la Fuente, cuyos patrones están relacionados con el impacto de la solución ácida derramada, el resto de los patrones de ETR determinados representan la firma geoquímica natural del área de estudio.

8. Recomendaciones

Analizar detalladamente los sitios con valores de pH ácidos y altas CE, que de acuerdo con los patrones de ETR obtenidos no están relacionados con contaminación residual. Lo anterior, para identificar la presencia de posibles sales o minerales relacionados con los valores de estos parámetros físico-químicos, puesto que al ser puntuales no reflejan las condiciones naturales del área y, pueden estar asociadas a fenómenos ajenos al derrame ocurrido.

9. Bibliografía

1. Bozau, E., Leblanc, M., Seidel, J. L. and Stärkc, H. J. 2004. Light Rare Earth Elements enrichment in an acidic mine lake (Lusatia, Germany). *Applied Geochemistry* 19:261–271.
2. Coppin, F., Berger, G., Bauer, A., Castet, S., and Loubet, M. 2002. Sorption of lanthanides on smectite and kaolinite. *Chemical Geology* 182:57–68.
3. Delgado, J., Pérez-López, R., Galván, L., Nieto, J. M., Boski, T. 2012. Enrichment of rare earth elements as environmental tracers of contamination by acid mine drainage in salt marshes: A new perspective. *Marine Pollution Bulletin* 64:1799–1808.
4. Fernández-Caliani, J.C., Barba-Brioso, C., De la Rosa, J.D. 2009. Mobility and speciation of rare earth elements in acid minesoils and geochemical implications for river waters in the southwestern Iberian margin. *Geoderma* 149: 393–401.
5. Ferreira da Silva E., Bobos, I., Xavier Matos, J., Patinha, C., Reis, a. P. and Cardoso Fonseca, E. 2009. Mineralogy and geochemistry of trace metals and REE in volcanic massive sulfide host rocks, stream sediments, stream waters and acid mine drainage from the Lousal mine area (Iberian Pyrite Belt, Portugal). *Applied Geochemistry* 24: 383–401.
6. Gammons, C. H., Wood, S.A., Jonas, J. P., and Madison, J. P. 2003. Geochemistry of the rare-earth elements and uranium in the acidic Berkeley Pit lake, Butte, Montana. *Chemical Geology* 198:269– 288.
7. _____, Wood, S.A., Pedrozo, F., Varekamp, J.C., Nelson, B. J., Shope, C. L., and Baffico, G. 2005. Hydrogeochemistry and rare earth element behavior in a volcanically acidified watershed in Patagonia, Argentina. *Chemical Geology* 222:249– 267.
8. Gimeno Serrano, M. J., Auque´ Sanz, L. F., and Nordstrom, D.K. 2000. REE speciation in low-temperature acidic waters and the competitive effects of aluminum. *Chemical Geology* 165: 167–180.
9. González-León, C. M., Valencia, V.A., López-Martínez, M., Bellon, H., Valencia-Moreno, M., and Calmus, T. 2010. Arizpe sub-basin: A sedimentary and volcanic record of Basin and Range extension in north-central Sonora, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 27 (2): 292–312.
10. Gutierréz-Ruíz, M. E., y Romero, F. M. 2015. Valoración del daño ambiental en la cuenca del Río Sonora, asociado al derrame del 06 de agosto de 2014 de Buenavista del Cobre. AIMMG, XXXI Convención Internacional de Minería, Acapulco, Gro., México, Octubre 7-10, 2015.
11. Johannesson, K. H., and Zhou, X. 1999. Origin of middle rare earth element enrichments in acid waters of a Canadian High. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63 (1): 153–165.
12. Merten, D., Geletneky, J., Bergmann, H., Haferburg, G., Kothe, E., and Büchel, G. 2005. Rare earth element patterns: A tool for understanding processes in remediation of acid mine drainage. *Chemie der Erde* 65:S1, 97–114.
13. Olías, M., Cerón, J.C., Fernández, I., and De la Rosa, J. Distribution of rare earth elements in an alluvial aquifer affected by acid mine drainage: the Guadiamar aquifer (SW Spain). *Environmental Pollution* 135: 53–64.

14. Pattan, J. N., Pearce, N. J. G., and Mislankar, P.G. 2005. Constraints in using Cerium-anomaly of bulk sediments as an indicator of paleo bottom water redox environment: A case of study from the Centrl Indian Ocena Basin. *Chemical Geology* 221: 260-278.
15. Protano, G. and Riccobono, F. 2002. High contents of rare earth elements (REEs) in stream waters of a Cu–Pb–Zn mining area. *Environmental Pollution* 117: 499–514.
16. Romero, F. M., Prol-Ledesma, R.M., Canet, C., Núñez Alvares, L., and Pérez-Vázquez, R. 2010. Acid drainage at the inactive Santa Lucia mine, western Cuba: Natural attenuation of arsenic, barium and lead, and geochemical behavior of rare earth elements. *Applied Geochemistry* 25:716–727.
17. Sharifi, R., Moore, F., and Keshavarzi, B. 2013. Geochemical behavior and speciation modeling of rare earth elements in acid drainages at Sarcheshmeh porphyry copper deposit, Kerman Province. *Chemie der Erde* 73:509– 517.
18. Verplanck, P.L., Nordstrom, D.K., Taylor, H. E., and Kimball, B.A. 2004. Rare earth element partitioning between hydrous ferric oxides and acid mine water during iron oxidation. *Applied Geochemistry* 19:1339–1354.
19. Wilde, P., Quinby-Hunt, M. S., and Erdtmann, BD. 1996. The whole-rock cerium anomaly: a potential indicator of eustatic sea-level changes in shales of the anoxic facies. *Sedimentary Geology* 101:43-53.
20. Worrall, F., and Pearson, D.G. 2001. The development of acidic groundwaters in coal-bearing strata: Part I. Rare earth element fingerprinting. *Applied Geochemistry* 16: 1465-1480.

<http://www.gmexico.com.mx/companias/glosario-eh.php> consultada 19 Feb 2015 a las 2:00 p.m



**Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía
Universidad Nacional Autónoma de México
Geoquímica Ambiental**



RESULTADOS DE LABORATORIO



Date Submitted: 24-Oct-14

Invoice No.: A14-08032

Invoice Date: 14-Nov-14

Your Reference:

Univ. Nacional Autonoma De Mexico
Av. Universidad No. 3000 Col. Copilco
Universidad
Universidad Coyoacan 04360
Mexico

ATTN: Francisco Martin Romero

CERTIFICATE OF ANALYSIS

11 Pulp samples were submitted for analysis.

The following analytical package was requested:

Code 6 MB Hydrogeochemistry ICP/MS(HYDRGEO)
Code UT-3 INAA(INAAGEO)/Total digestion ICP(Total)/Total Digestion ICP/MS

REPORT A14-08032

This report may be reproduced without our consent. If only selected portions of the report are reproduced, permission must be obtained. If no instructions were given at time of sample submittal regarding excess material, it will be discarded within 90 days of this report. Our liability is limited solely to the analytical cost of these analyses. Test results are representative only of material submitted for analysis.

Notes:

Unaltered silicates and resistate minerals may not be dissolved. Values which exceed upper limit should be assayed.

Values which exceed the upper limit should be analysed by Code 6 ICPOES. Samples showing dilution factor had to be diluted for analysis due to high total dissolved solids content. This dilution is taken into account. Detection limits will be elevated on these samples by the dilution factor. Effective October 2013 our Hydro-MS package has been modified with changes to the upper limits of some elements.

CERTIFIED BY:

Emmanuel Esemé , Ph.D.
Quality Control

ACTIVATION LABORATORIES LTD.
41 Bittern Street, Ancaster, Ontario, Canada, L9G 4V5
TELEPHONE +905 648-9611 or +1.888.228.5227 FAX +1.905.648.9613
E-MAIL Ancaster@actlabs.com ACTLABS GROUP WEBSITE www.actlabs.com



Results

Analyte Symbol	Au	Ag	Cu	Cd	Mo	Pb	Ni	Zn	S	Al	As	Ba	Be	Bi	Br	Ca	Co	Cr	Cs	Eu	Fe	Hf	Ga
Unit Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm
Lower Limit	2	0.05	0.2	0.1	1	0.5	0.5	0.5	0.01	0.01	0.5	1	0.1	0.1	0.5	0.01	0.1	1	0.05	0.2	0.01	0.1	0.1
Method Code	INAA	MULT IN AA/TD-I CP/TD-MS	MULT T D-ICP/T D-ICP-MS	MULT T D-ICP/T D-ICP-MS	TD-ICP	MULT T D-ICP/T D-ICP-MS	MULT IN AA/TD-I CP/TD-MS	MULT IN AA/TD-I CP/TD-MS	TD-ICP	TD-ICP	INAA	MULT IN AA/TD-I CP-MS	MULT T D-ICP/T D-ICP-MS	MULT T D-ICP/T D-ICP-MS	INAA	TD-ICP	MULT IN AA/TD-I CP-MS	MULT IN AA/TD-I CP-MS	MULT IN AA/TD-I CP-MS	INAA	INAA	MULT IN AA/TD-I CP-MS	TD-MS
3 (P2)	27	3.22	680	11.0	29	51.3	21.4	472	4.54	7.58	47.3	803	1.5	5.1	< 0.5	0.15	28.6	66	14.4	0.7	5.96	2.3	11.1
5 (P4)	< 2	2.16	324	2.4	9	42.7	10.4	849	3.54	7.44	77.6	64	1.2	5.7	< 0.5	0.14	17.9	9	12.0	0.6	4.43	2.1	18.3
2(PNuevo)	< 2	1.24	331	0.3	25	11.7	13.6	140	4.38	6.15	43.1	130	0.9	2.0	< 0.5	0.58	30.4	13	8.51	1.0	5.24	1.6	13.7
8 (Precipitado 1)	17	0.93	143	0.8	< 1	79.4	25.4	143	0.28	8.09	25.2	1350	1.0	4.7	< 0.5	2.52	28.0	122	7.42	0.8	3.05	0.7	4.7
14 (Precipitado 2)	19	1.08	243	0.8	3	162	5.8	438	0.17	7.46	47.0	287	1.6	1.0	< 0.5	0.10	4.7	< 1	19.2	< 0.2	1.74	4.9	15.0
26(Lixiviado CIAD)																							
25 (Sedimento CIAD)	< 2	1.01	455	4.8	6	49.4	40.7	437	2.20	5.93	92.9	140	1.7	1.6	< 0.5	0.79	36.4	62	9.74	1.1	4.19	1.5	16.4
23 (Lixiviado UNAM)																							
28 (Sedimento UNAM)	< 2	0.76	295	4.3	4	47.2	34.4	407	1.90	7.88	72.7	206	1.4	1.0	< 0.5	1.08	29.2	59	9.34	1.2	3.31	1.3	15.1
31 (Aqua Represo)																							
29 (Sedimento Represo)	33	2.04	716	1.0	12	147	35.8	429	0.83	10.3	89.8	521	1.9	5.9	< 0.5	0.42	7.9	56	25.2	1.2	5.41	2.2	21.2

Results

Analyte Symbol	Ge	Hg	In	Ir	K	Li	Mg	Mn	Nb	Na	P	Rb	Re	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Tb	Ti	Th
Unit Symbol	ppm	ppb	ppm	ppb	%	ppm	%	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm
Lower Limit	0.1	10	0.1	5	0.01	0.5	0.01	1	0.1	0.01	0.001	0.2	0.001	0.1	0.1	0.1	1	0.2	0.1	0.1	0.5	0.01	0.1
Method Code	TD-MS	TD-MS	TD-MS	INAA	TD-ICP	TD-MS	TD-ICP	TD-ICP	TD-MS	INAA	TD-ICP	MULT IN AA/TD-I CP-MS	TD-MS	INAA	INAA	MULT IN AA/TD-I CP-MS	TD-MS	TD-MS	MULT IN AA/TD-I CP-MS	TD-MS	INAA	TD-ICP	MULT IN AA/TD-I CP-MS
3 (P2)	0.2	70	0.7	< 5	3.06	27.4	0.78	2740	5.9	0.13	0.062	263	0.050	6.2	10.3	2.3	7	28.7	0.3	2.4	< 0.5	0.37	6.6
5 (P4)	0.2	330	1.1	< 5	3.62	14.9	0.40	213	5.3	0.14	0.073	284	0.028	19.4	10.1	1.9	9	32.0	0.2	0.8	< 0.5	0.39	8.0
2(PNuevo)	0.2	30	0.4	< 5	3.11	15.9	0.56	280	5.2	0.19	0.058	204	0.030	7.0	8.3	2.6	7	47.1	0.3	0.9	< 0.5	0.27	16.8
8 (Precipitado 1)	0.5	60	1.2	< 5	4.03	7.6	0.39	579	0.2	0.46	0.041	188	0.026	8.4	9.7	0.5	3	196	< 0.1	0.4	< 0.5	0.22	31.0
14 (Precipitado 2)	0.1	90	0.1	< 5	2.60	21.3	0.27	411	7.8	0.88	0.018	156	0.015	6.2	6.1	1.0	3	33.7	0.2	0.2	< 0.5	0.10	21.4
26(Lixiviado CIAD)																							
25 (Sedimento CIAD)	0.2	40	0.4	< 5	2.29	18.6	0.61	722	6.7	1.12	0.058	136	0.228	6.4	11.5	1.3	3	125	0.5	0.7	< 0.5	0.37	20.3
23 (Lixiviado UNAM)																							
28 (Sedimento UNAM)	0.2	90	0.4	< 5	2.45	14.4	0.61	720	6.8	1.13	0.048	168	0.172	5.5	9.6	1.0	3	176	0.4	0.4	< 0.5	0.33	19.0
31 (Aqua Represo)																							
29 (Sedimento Represo)	0.3	190	0.7	< 5	2.41	28.5	0.99	683	7.2	0.36	0.101	203	0.029	11.3	15.5	2.1	6	113	0.3	0.8	< 0.5	0.40	21.1

Results

Analyte Symbol	Tl	V	U	W	Y	Zr	La	La	Ce	Ce	Pr	Nd	Nd	Sm	Sm	Eu	Gd	Dy	Tb	Ho	Er	Tm	Yb
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Lower Limit	0.05	2	0.1	1	0.1	1	0.1	0.5	0.1	3	0.1	0.1	5	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Method Code	TD-MS	TD-ICP	MULT IN AA/TD-I CP-MS	INAA	TD-MS	TD-MS	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	TD-MS	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS
3 (P2)	3.75	107	3.0	32	34.5	105	25.0	24.2	49.8	66	5.6	20.5	19	4.4	4.3	1.09	4.8	5.6	0.8	1.1	3.2	0.4	2.5
5 (P4)	4.53	133	2.8	59	18.6	94	17.1	18.1	38.0	35	4.6	16.8	8	3.1	3.0	0.79	2.8	2.8	0.4	0.6	1.9	0.3	1.6
2(PNuevo)	2.40	97	5.5	32	21.0	71	19.9	20.6	42.8	40	5.1	18.6	18	3.8	3.4	0.79	3.9	3.4	0.6	0.6	1.7	0.2	1.4
8 (Precipitado 1)	2.66	61	6.7	31	17.8	33	33.3	31.3	59.2	77	7.2	24.0	24	4.2	4.2	0.75	3.6	3.0	0.5	0.6	1.6	0.2	1.3
14 (Precipitado 2)	1.89	20	4.4	18	32.0	188	34.4	30.6	72.1	102	7.4	25.8	35	5.0	4.8	0.30	4.7	4.5	0.7	1.0	3.1	0.5	3.3
26(Lixiviado CIAD)																							
25 (Sedimento CIAD)	2.24	100	3.6	14	21.1	58	14.0	31.1	34.5	67	4.0	14.8	17	3.2	5.3	0.80	3.2	3.6	0.5	0.8	2.1	0.3	1.6
23 (Lixiviado UNAM)																							
28 (Sedimento UNAM)	2.01	87	4.5	8	25.0	56	25.6	25.4	46.8	59	6.0	21.2	24	4.0	3.8	1.05	3.9	4.0	0.6	0.8	2.3	0.3	1.7
31 (Aqua Represo)																							
29 (Sedimento Represo)	2.96	140	5.0	22	31.8	93	54.7	50.6	104	102	12.5	45.3	67	8.4	8.4	1.67	7.6	6.0	1.0	1.1	3.1	0.4	2.4

Results

Analyte Symbol	Yb	Lu	Lu	Mass	Na	Li	Be	Mg	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	g	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Lower Limit	0.2	0.1	0.05		5	1	0.1	2	2	200	30	700	1	0.1	0.1	0.5	0.1	10	0.005	0.3	0.2	0.5	0.01
Method Code	INAA	TD-MS	INAA	INAA	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
3 (P2)	2.9	0.4	0.16	30.8																			
5 (P4)	1.9	0.2	0.11	27.7																			
2(PNuevo)	1.4	0.2	0.19	27.1																			
8 (Precipitado 1)	1.9	0.2	0.12	29.6																			
14 (Precipitado 2)	4.0	0.5	0.24	28.1																			
26(Lixiviado CIAD)					1050	1500	266	1300000	9660000	84600	< 3000	318000	3120	5460	12700	7580	> 500000	> 5000000	90900	40800	444000	> 500000	1100
25 (Sedimento CIAD)	2.2	0.3	0.17	24.4																			
23 (Lixiviado UNAM)					852	1300	224	1120000	8490000	76800	< 3000	265000	2810	4980	11600	6910	> 500000	> 5000000	81600	36900	410000	> 500000	963
28 (Sedimento UNAM)	2.0	0.3	0.13	26.3																			
31 (Aqua Represo)					9220	50	29.4	83400	> 200000	19100	3660	184000	116	12.2	14.2	147	> 10000	> 100000	3140	1270	> 10000	> 10000	13.6
29 (Sedimento Represo)	2.6	0.4	0.12	24.1																			

Results

Analyte Symbol	Ge	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
Unit Symbol	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Lower Limit	0.01	0.03	0.2	0.005	0.04	0.003	0.01	0.005	0.1	0.2	0.01	0.001	0.1	0.01	0.1	0.001	0.1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Method Code	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
3 (P2)																							
5 (P4)																							
2(PNuevo)																							
8 (Precipitado 1)																							
14 (Precipitado 2)																							
26(Lixiviado CIAD)	47.0	193000	1130	38.5	212	14200	84.0	38.1	2140	< 20	18800	534	23.0	74.9	165	40.8	< 10	2000	9180	972	4830	1730	518
25 (Sedimento CIAD)																							
23 (Lixiviado UNAM)	43.0	170000	1030	34.3	189	13000	78.0	34.4	1920	< 20	17100	479	19.0	67.5	155	36.3	< 10	1830	8410	895	4450	1580	466
28 (Sedimento UNAM)																							
31 (Aqua Represo)	2.00	474	30.8	23.1	1180	721	3.12	0.146	2.5	< 0.4	575	6.60	< 0.2	0.24	1.9	2.02	18.1	817	1940	188	714	165	27.4
29 (Sedimento Represo)																							

Results

Analyte Symbol	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Hg	Ta	W	Tl	Pb	Bi	Th	U
Unit Symbol	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Lower Limit	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.2	0.001	0.02	0.001	0.01	0.3	0.001	0.001
Method Code	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
3 (P2)																	
5 (P4)																	
2(PNuevo)																	
8 (Precipitado 1)																	
14 (Precipitado 2)																	
26(Lixiviado CIAD)	1950	379	2490	517	1450	184	1200	147	29.9	20.0	3.20	63.0	< 0.1	9.00	< 30	4730	4800
25 (Sedimento CIAD)																	
23 (Lixiviado UNAM)	1790	349	2340	485	1350	173	1120	139	28.5	< 20	2.90	57.0	< 0.1	8.00	< 30	4480	4560
28 (Sedimento UNAM)																	
31 (Aqua Represo)	167	24.4	127	23.3	62.9	7.79	50.1	6.47	1.38	0.6	0.126	0.54	0.492	55.4	< 0.6	> 200	> 200
29 (Sedimento Represo)																	

QC

Analyte Symbol	Au	Ag	Ag	Ag	Cu	Cu	Cd	Cd	Mo	Pb	Pb	Ni	Ni	Ni	Zn	Zn	Zn	S	Al	As	Ba	Ba	Be
Unit Symbol	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Lower Limit	2	0.05	0.3	5	0.2	1	0.1	0.3	1	0.5	3	0.5	1	20	0.5	1	50	0.01	0.01	0.5	1	50	0.1
Method Code	INAA	TD-MS	TD-ICP	INAA	TD-MS	TD-ICP	TD-MS	TD-ICP	TD-ICP	TD-MS	TD-ICP	TD-MS	TD-ICP	INAA	TD-MS	TD-ICP	INAA	TD-ICP	TD-ICP	INAA	TD-MS	INAA	TD-MS
GXR-1 Meas			32.1			1110		2.9	13		739		40			737		0.25	2.53				
GXR-1 Cert			31.0			1110		3.30	18.0		730		41.0			760		0.257	3.52				
GXR-4 Meas		3.46	3.5		6380	6520	< 0.1	< 0.3	303	46.2	45	43.4	44		72.3	76		1.76	6.78				
GXR-4 Cert		4.00	4.0		6520	6520	0.860	0.860	310	52.0	52.0	42.0	42.0		73.0	73.0		1.77	7.20				
SDC-1 Meas					32.2	29				23.6	23	36.3	35		98.9	103			8.31				
SDC-1 Cert					30.000	30.000				25.00	25.00	38.0	38.0		103.00	103.00			8.34				
GXR-6 Meas		0.52	0.4		81.3	68	0.1	0.3	1	103	93	27.8	26		134	133		0.02	12.3				
GXR-6 Cert		1.30	1.30		66.0	66.0	1.00	1.00	2.40	101	101	27.0	27.0		118	118		0.0160	17.7				
SLRS-5 (ICP/MS) Meas																							
SLRS-5 (ICP/MS) Cert																							
SAR-M (U.S.G.S.) Meas		2.99	3.1		368	302	4.5	4.5	9	811	981	50.0	46		883	890			6.16				
SAR-M (U.S.G.S.) Cert		3.64	3.64		331.0000	331.0000	5.27	5.27	13.1	982	982	41.5	41.5		930.0	930.0			6.30				
DNC-1a Meas					112	93						306	246		67.8	58							
DNC-1a Cert					100.00	100.00						247	247		70.0	70.0							
SBC-1 Meas					33.4	30	0.4	< 0.3	2	34.1	29	92.8	85		182	178							
SBC-1 Cert					31.0000	31.0000	0.40	0.40	2.40	35.0	35.0	82.8	82.8		186.0	186.0							
OREAS 45d (4-Acid) Meas					419	384			2	20.6	20	238	252		43.8	48		0.04	8.46				
OREAS 45d (4-Acid) Cert					371.0	371.0			2.500	21.8	21.8	231.0	231.0		45.7	45.7		0.049	8.150				
DMMAS 117 Meas	1740																			1720		1330	
DMMAS 117 Cert	1720																			1745		1228	
Method Blank		< 0.05			< 0.2		< 0.1			< 0.5		< 0.5			< 0.5						< 1		< 0.1
Method Blank		< 0.05	< 0.3		< 0.2	< 1	< 0.1	< 0.3	< 1	< 0.5	< 3	< 0.5	< 1		< 0.5	< 1		< 0.01	< 0.01				
Method Blank	< 2			< 5										< 20			< 50			< 0.5		< 50	
Method Blank																							

QC

Analyte Symbol	Be	Bi	Bi	Br	Ca	Co	Co	Cr	Cr	Cs	Cs	Eu	Fe	Hf	Hf	Ga	Ge	Hg	In	Ir	K	Li	Mg
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppb	%	ppm	%
Lower Limit	1	0.02	2	0.5	0.01	0.1	1	1	2	0.05	1	0.2	0.01	0.1	1	0.1	0.1	10	0.1	5	0.01	0.5	0.01
Method Code	TD-ICP	TD-MS	TD-ICP	INAA	TD-ICP	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	INAA	INAA	TD-MS	INAA	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS	INAA	TD-ICP	TD-MS	TD-ICP
GXR-1 Meas	1		1380		0.87																	0.04	0.21
GXR-1 Cert	1.22		1380		0.960																	0.050	0.217
GXR-4 Meas	2		19		1.09	13.1		> 10.0											0.2		3.10	11.2	1.70
GXR-4 Cert	1.90		19.0		1.01	14.6		64.0											0.270		4.01	11.1	1.66
SDC-1 Meas	3				1.09	17.4		> 10.0													1.68	36.2	0.98
SDC-1 Cert	3.00				1.00	18.0		64.00													2.72	34.00	1.02
GXR-6 Meas	1		< 2		0.16	13.3		> 10.0											< 0.1		1.71	35.4	0.58
GXR-6 Cert	1.40		0.290		0.180	13.8		96.0											0.260		1.87	32.0	0.609
SLRS-5 (ICP/MS) Meas																							
SLRS-5 (ICP/MS) Cert																							

Analyte Symbol	Be	Bi	Bl	Br	Ca	Co	Co	Cr	Cr	Cs	Cs	Eu	Fe	Hf	Hf	Ga	Ge	Hg	In	Ir	K	Li	Mg
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppb	%	ppm	%
Lower Limit	1	0.02	2	0.5	0.01	0.1	1	1	2	0.05	1	0.2	0.01	0.1	1	0.1	0.1	10	0.1	5	0.01	0.5	0.01
Method Code	TD-ICP	TD-MS	TD-ICP	INAA	TD-ICP	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	INAA	INAA	TD-MS	INAA	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS	INAA	TD-ICP	TD-MS	TD-ICP
SAR-M (U.S.G.S.) Meas	3		< 2		0.64	10.8		> 10.0											1.0		2.40	31.7	0.48
SAR-M (U.S.G.S.) Cert	2.20		1.94		0.61	10.70		79.7											1.08		2.94	27.4	0.50
DNC-1a Meas						56.7		> 10.0															4.7
DNC-1a Cert						57.0		270															5.20
SBC-1 Meas	3		< 2			20.9		> 10.0															160
SBC-1 Cert	3.20		0.70			22.7		109															163.0
OREAS 45d (4-Acid) Meas	< 1		< 2		0.21	26.9		> 10.0											< 0.1		0.40	20.5	0.25
OREAS 45d (4-Acid) Cert	0.79		0.31		0.185	29.50		549.0											0.096		0.412	21.50	0.245
DMMAS 117 Meas							43		72				3.25										
DMMAS 117 Cert							42		76				3.11										
Method Blank		< 0.02				< 0.1		< 1		< 0.05				< 0.1		< 0.1	< 0.1	< 10	< 0.1			< 0.5	
Method Blank	< 1		< 2		< 0.01	< 0.1		< 1											< 0.1		< 0.01	< 0.5	< 0.01
Method Blank				< 0.5			< 1		< 2		< 1	< 0.2	< 0.01		< 1								
Method Blank																							

QC

Analyte Symbol	Mn	Nb	Na	P	Rb	Rb	Re	Sb	Sc	Se	Se	Sn	Sr	Ta	Ta	Te	Tb	Ti	Th	Th	Tl	U	U
Unit Symbol	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Lower Limit	1	0.1	0.01	0.001	0.2	15	0.001	0.1	0.1	0.1	3	1	0.2	0.1	0.5	0.1	0.5	0.01	0.1	0.2	0.05	0.1	0.5
Method Code	TD-ICP	TD-MS	INAA	TD-ICP	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	INAA	TD-MS	INAA	TD-MS	TD-MS	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	TD-ICP	TD-MS	INAA	TD-MS	TD-MS	INAA
GXR-1 Meas	847			0.057																			
GXR-1 Cert	852			0.0650																			
GXR-4 Meas	164			0.132																			
GXR-4 Cert	155			0.120																			
SDC-1 Meas	890			0.054																			
SDC-1 Cert	880.00			0.0690																			
GXR-6 Meas	1100			0.036																			
GXR-6 Cert	1010			0.0350																			
SLRS-5 (ICP/MS) Meas																							
SLRS-5 (ICP/MS) Cert																							
SAR-M (U.S.G.S.) Meas	4810			0.060																			0.39
SAR-M (U.S.G.S.) Cert	5220			0.07																			0.38
DNC-1a Meas																							0.27
DNC-1a Cert																							0.29
SBC-1 Meas																							0.50
SBC-1 Cert																							0.51
OREAS 45d (4-Acid) Meas	495			0.034																			0.13
OREAS 45d (4-Acid) Cert	490.000			0.042																			0.773
DMMAS 117 Meas			1.94					7.0	6.0														14.4
DMMAS 117 Cert			1.96					6.7	6.6														11.8

Analyte Symbol	Mn	Nb	Na	P	Rb	Rb	Re	Sb	Sc	Se	Se	Sn	Sr	Ta	Ta	Te	Tb	Ti	Th	Th	Tl	U	U
Unit Symbol	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Lower Limit	1	0.1	0.01	0.001	0.2	15	0.001	0.1	0.1	0.1	3	1	0.2	0.1	0.5	0.1	0.5	0.01	0.1	0.2	0.05	0.1	0.5
Method Code	TD-ICP	TD-MS	INAA	TD-ICP	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	INAA	TD-MS	INAA	TD-MS	TD-MS	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	TD-ICP	TD-MS	INAA	TD-MS	TD-MS	INAA
Method Blank		< 0.1			< 0.2		< 0.001			< 0.1		< 1	< 0.2	< 0.1		< 0.1			< 0.1		< 0.05	< 0.1	
Method Blank				< 0.001															< 0.01				
Method Blank			< 0.01			< 15		< 0.1	< 0.1		< 3				< 0.5		< 0.5			< 0.2			< 0.5
Method Blank																							

QC

Analyte Symbol	V	W	Y	Zr	La	La	Ce	Ce	Pr	Nd	Nd	Sm	Sm	Eu	Gd	Dy	Tb	Ho	Er	Tm	Yb	Yb	Lu	
Unit Symbol	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Lower Limit	2	1	0.1	1	0.1	0.5	0.1	3	0.1	0.1	5	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	
Method Code	TD-ICP	INAA	TD-MS	TD-MS	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	TD-MS	TD-MS	INAA	TD-MS	INAA	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS	TD-MS	INAA	TD-MS	
GXR-1 Meas	85																							
GXR-1 Cert	80.0																							
GXR-4 Meas	92																							
GXR-4 Cert	87.0																							
SDC-1 Meas	55																							
SDC-1 Cert	102.00																							
GXR-6 Meas	184																							
GXR-6 Cert	186																							
SLRS-5 (ICP/MS) Meas																								
SLRS-5 (ICP/MS) Cert																								
SAR-M (U.S.G.S.) Meas	70																							
SAR-M (U.S.G.S.) Cert	67.2																							
DNC-1a Meas	138																							
DNC-1a Cert	148.00																							
SBC-1 Meas	217																							
SBC-1 Cert	220.0																							
OREAS 45d (4-Acid) Meas	90																							
OREAS 45d (4-Acid) Cert	235.0																							
DMMAS 117 Meas						14.5		38					2.2											
DMMAS 117 Cert						15.6		31					2.6											
Method Blank			< 0.1	< 1	< 0.1		< 0.1		< 0.1	< 0.1		< 0.1		< 0.05	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		< 0.1	
Method Blank	< 2																							
Method Blank		< 1				< 0.5		< 3		< 5		< 0.1											< 0.2	
Method Blank																								

QC

Analyte Symbol	Lu	Mass	Na	Li	Be	Mg	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	
Unit Symbol	ppm	g	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	
Lower Limit	0.05		5	1	0.1	2	2	200	30	700	1	0.1	0.1	0.5	0.1	10	0.005	0.3	0.2	0.5	0.01	0.01	0.03	
Method Code	INAA	INAA	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	
GXR-1 Meas																								
GXR-1 Cert																								
GXR-4 Meas																								

Analyte Symbol	Lu	Mass	Na	Li	Be	Mg	Al	Si	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Unit Symbol	ppm	g	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Lower Limit	0.05		5	1	0.1	2	2	200	30	700	1	0.1	0.1	0.5	0.1	10	0.005	0.3	0.2	0.5	0.01	0.01	0.03
Method Code	INAA	INAA	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
GXR-4 Cert																							
SDC-1 Meas																							
SDC-1 Cert																							
GXR-6 Meas																							
GXR-6 Cert																							
SLRS-5 (ICP/MS) Meas			5900			2910	55		990	12100			0.3	< 0.5	4.6	90		0.5	19.0	1.0			0.39
SLRS-5 (ICP/MS) Cert			5380			2540	49.5		839	10500			0.317	0.208	4.33	91.2		0.476	17.4	0.845			0.413
SAR-M (U.S.G.S.) Meas																							
SAR-M (U.S.G.S.) Cert																							
DNC-1a Meas																							
DNC-1a Cert																							
SBC-1 Meas																							
SBC-1 Cert																							
OREAS 45d (4-Acid) Meas																							
OREAS 45d (4-Acid) Cert																							
DMMAS 117 Meas																							
DMMAS 117 Cert																							
Method Blank																							
Method Blank																							
Method Blank	< 0.05	30.0																					
Method Blank			< 5	< 1	< 0.1	< 2	< 2	< 200	< 30	< 700	< 1	< 0.1	< 0.1	< 0.5	< 0.1	< 10	< 0.005	< 0.3	< 0.2	< 0.5	< 0.01	< 0.01	< 0.03

QC

Analyte Symbol	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
Unit Symbol	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Lower Limit	0.2	0.005	0.04	0.003	0.01	0.005	0.1	0.2	0.01	0.001	0.1	0.01	0.1	0.001	0.1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Method Code	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
GXR-1 Meas																							
GXR-1 Cert																							
GXR-4 Meas																							
GXR-4 Cert																							
SDC-1 Meas																							
SDC-1 Cert																							
GXR-6 Meas																							
GXR-6 Cert																							
SLRS-5 (ICP/MS) Meas			54.4						< 0.01						14.3								
SLRS-5 (ICP/MS) Cert			53.6						0.00600						14.0								
SAR-M (U.S.G.S.) Meas																							
SAR-M (U.S.G.S.) Cert																							
DNC-1a Meas																							

Analyte Symbol	Se	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
Unit Symbol	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Lower Limit	0.2	0.005	0.04	0.003	0.01	0.005	0.1	0.2	0.01	0.001	0.1	0.01	0.1	0.001	0.1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Method Code	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS	ICP-MS
DNC-1a Cert																							
SBC-1 Meas																							
SBC-1 Cert																							
OREAS 45d (4-Acid) Meas																							
OREAS 45d (4-Acid) Cert																							
DMMAS 117 Meas																							
DMMAS 117 Cert																							
Method Blank																							
Method Blank																							
Method Blank																							
Method Blank	< 0.2	< 0.005	< 0.04	< 0.003	< 0.01	< 0.005	< 0.1	< 0.2	< 0.01	< 0.001	< 0.1	< 0.01	< 0.1	< 0.001	< 0.1	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001




INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-02-2015

Área	Identificación del Informe	Fecha de Emisión del informe																											
LABQUP	IGL/INF-LABQUP-02-2015	22 enero 2015																											
Solicitante		Procedimiento de Muestreo Utilizado																											
Dr. Francisco Martín Romero / Dra. Azucena Dotor		No reportado																											
Fecha de Recepción de Muestras	Periodo de Preparación de Muestras	Número de Orden de trabajo/Año																											
02 de noviembre de 2014	20 al 29 de diciembre de 2014	01/15																											
Periodo de análisis		Equipo Utilizado																											
03 de enero de 2015		Q-ICP-MS Agilent 7500ce																											
Métodos o Normas de Análisis Empleados																													
PROTOCOLO INTERNO DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA.																													
Referencias																													
BITPER/LABQUP-01/60; BITEQ/LABQUP-01/75; BITEQ/LABQUP-02/02																													
Observaciones																													
<p>Nota: Los resultados corresponden a las muestras solicitadas con el formato "SOLICITUD-LABQUP ICPMS-OT-06 2015"</p> <p>CONTROLES DE CALIDAD:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Tipo</th> <th style="width: 55%;">Especificación</th> <th style="width: 30%;">Criterio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R-201214-1</td> <td>Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td style="text-align: center;"><LDM</td> </tr> <tr> <td>BM-201214-1</td> <td>Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td style="text-align: center;">Depende del proceso</td> </tr> <tr> <td>S-201214-1</td> <td>Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)</td> <td style="text-align: center;">± 10%</td> </tr> <tr> <td>MD-ADA-136</td> <td>Muestra duplicada</td> <td style="text-align: center;">DPR < 20%</td> </tr> <tr> <td>MD-ADA-142</td> <td>Muestra duplicada</td> <td style="text-align: center;">DPR < 20%</td> </tr> <tr> <td>DPR</td> <td>Diferencia porcentual relativa</td> <td style="text-align: center;">< 20% para M y MD</td> </tr> <tr> <td>MRC-201214-1</td> <td>SBC-1 SHALE</td> <td style="text-align: center;">± 10%</td> </tr> <tr> <td>MRC-201214-2</td> <td>SBC-1 SHALE</td> <td style="text-align: center;">± 10%</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>Nota: * <LDM = Menor al límite de detección del método (LDM).</small></p> <p><small>Nota: Los Valores de Sb y As son estimados puesto dichos elementos se puede perder cuando las muestras son digeridas a alta temperatura.</small></p>			Tipo	Especificación	Criterio	R-201214-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM	BM-201214-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso	S-201214-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%	MD-ADA-136	Muestra duplicada	DPR < 20%	MD-ADA-142	Muestra duplicada	DPR < 20%	DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD	MRC-201214-1	SBC-1 SHALE	± 10%	MRC-201214-2	SBC-1 SHALE	± 10%
Tipo	Especificación	Criterio																											
R-201214-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM																											
BM-201214-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso																											
S-201214-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%																											
MD-ADA-136	Muestra duplicada	DPR < 20%																											
MD-ADA-142	Muestra duplicada	DPR < 20%																											
DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD																											
MRC-201214-1	SBC-1 SHALE	± 10%																											
MRC-201214-2	SBC-1 SHALE	± 10%																											
<p>Nota: El usuario se compromete a dar los agradecimientos correspondientes, en cualquier artículo, tesis o trabajo que se derive de los resultados presentados, tanto al Laboratorio de Química Ultrapura e ICP-MS como al M en C Ernesto Hernández Mendiola por su trabajo realizado en la preparación y análisis de las muestras. Así mismo, el usuario se compromete a mandar una copia simple de dicho agradecimiento via correo.</p>																													


 M. en C. Ernesto Hernández Mendiola
 Técnico Académico Titular "B".

Responsable del Laboratorio de Química Ultrapura (LABQUP) y de Q-ICP-MS.
 DEPTO. DE GEOQUÍMICA, INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM

56224310 EXT 161, 230, 210; email: ernestohm@geologia.unam.mx; ernestohmen@gmail.com

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE.
 EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO
 DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-02-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	La LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Ce LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Pr LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Nd LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Sm LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Eu LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Gd LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Tb LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb
ADA136	23.78	64.55	5.45	19.86	3.76	1.19	4.71	0.73
ADA -MD-136	24.31	65.07	5.48	20.08	3.79	1.16	4.67	0.72
ADA -MT-136	23.95	67.92	5.48	20.24	3.84	1.18	4.86	0.76
ADA138	31.73	71.31	7.38	21.37	4.07	1.15	4.19	0.61
ADA139	52.79	107.72	12.73	65.05	8.32	1.75	7.60	0.97
ADA137b	46.01	108.02	10.13	35.31	6.10	0.52	5.57	0.85
ADA140	33.20	74.10	7.42	27.02	4.75	1.34	4.89	0.60
ADA141	27.19	63.79	6.38	22.74	3.99	1.15	4.12	0.54
ADA142	30.94	70.67	6.91	24.03	4.31	0.98	4.39	0.58
ADA -MD-142	28.57	71.95	6.43	22.69	3.94	0.94	4.04	0.54
ADA -MT-142	35.02	74.05	7.85	27.73	4.82	1.06	4.86	0.62
ADA143	37.70	88.15	8.13	28.09	4.79	1.21	4.68	0.61
ADA144	31.80	72.37	7.05	25.37	4.40	1.17	4.51	0.56

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Dy LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Ho LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Er LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Tm LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Yb LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Lu LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Th LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	U LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb
ADA136	4.22	0.91	2.99	0.3	2.56	0.37	6.99	3.23
ADA -MD-136	4.14	0.91	2.96	0.3	2.64	0.38	7.03	3.31
ADA -MT-136	4.41	0.96	3.23	0.3	2.89	0.42	7.27	3.49
ADA138	5.50	0.73	2.11	0.3	2.22	0.29	19.95	6.35
ADA139	6.18	0.90	3.27	0.4	2.37	0.33	21.91	6.14
ADA137b	6.59	1.18	3.52	0.5	3.82	0.57	21.46	5.10
ADA140	3.69	0.62	1.96	0.3	1.84	0.27	11.26	3.40
ADA141	3.46	0.58	1.88	0.2	1.84	0.27	10.12	2.62
ADA142	3.76	0.65	2.19	0.3	2.27	0.34	14.95	4.25
MD-142	3.56	0.63	2.06	0.3	2.10	0.32	14.45	3.99
MT-142	3.88	0.67	2.19	0.3	2.23	0.33	14.62	4.27
ADA143	3.74	0.63	2.03	0.3	1.95	0.28	12.13	3.53
ADA144	3.45	0.57	1.82	0.2	1.72	0.25	11.02	3.28

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-02-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Sb LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	As LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Ba LDM = 1 ppb LCM = 10 ppb	Be LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Ca LDM = 1 ppb LCM = 10 ppb	Cd LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Co LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Cr LDM = 0.1 ppb LCM = 0.5 ppb
ADA136	5.8	34.0	834.5	1.2	932.7	34.0	26.8	9.4
ADA -MD-136	5.4	37.0	800.8	1.1	940.3	36.7	22.6	9.7
ADA -MT-136	5.2	32.9	780.9	1.2	953.6	39.4	41.0	9.1
ADA138	5.3	74.3	621.4	1.4	6026.4	25.0	26.4	42.3
ADA139	10.7	75.4	562.9	1.8	2644.8	37.0	8.5	52.9
ADA137b	9.3	69.6	311.6	1.9	1158.8	54.4	8.7	12.8
ADA140	7.1	23.3	905.0	1.4	15391.7	48.7	11.2	43.5
ADA141	2.9	7.8	903.7	1.6	8572.6	42.8	7.5	17.0
ADA142	7.2	23.0	863.1	1.5	3974.5	48.3	9.3	35.1
MD-142	8.4	24.3	871.7	1.6	4284.9	41.0	9.0	34.9
MT-142	8.3	24.2	856.1	1.6	4606.6	46.3	9.0	32.9
ADA143	8.3	49.4	896.6	1.6	9623.4	43.6	10.4	60.6
ADA144	5.4	14.9	824.6	1.7	12564.8	41.5	8.3	34.5

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Cs LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Cu LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Ge LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Fe LDM = 1 ppb LCM = 10 ppb	Ga LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Hf LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	In LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Li LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb
ADA136	13.6	539.1		53633.4		2.3	0.7	16.4
ADA -MD-136	13.6	454.9		51996.7		2.5	0.6	16.0
ADA -MT-136	13.9	456.7		55211.8		2.7	0.7	14.7
ADA138	9.2	308.4		35675.5		1.3	0.5	12.6
ADA139	24.0	516.3		51754.0		2.8	0.7	19.0
ADA137b	19.9	334.2		25299.4		5.5	0.2	20.3
ADA140	10.3	124.2		33825.0		3.5	0.1	30.5
ADA141	7.5	46.0		26493.9		3.0	0.1	23.1
ADA142	10.6	142.2		27513.9		3.5	0.1	19.8
MD-142	10.3	147.2		28087.4		3.2	0.1	19.7
MT-142	10.2	151.6		30058.7		3.4	0.1	21.3
ADA143	12.6	164.3		47518.4		3.1	0.2	29.9
ADA144	9.0	18.4		31328.5		2.8	0.1	34.8

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-02-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Al LDM = 1 ppb LCM = 10 ppb	Mg LDM = 1 ppb LCM = 10 ppb	Mn LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Mo LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Nb LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Ni LDM = 0.1 ppb LCM = 0.5 ppb	K LDM = 1 ppb LCM = 10 ppb	Pb LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb
ADA136	43222.6	573.2	2303.1	30.0	6.6	14.6	32106.1	80.2
ADA -MD-136	41512.7	601.0	2484.7	23.9	6.5	14.3	29328.4	48.7
ADA -MT-136	41599.9	561.7	2503.3	27.8	6.6	19.9	29788.2	53.8
ADA138	54503.1	9006.2	712.3	5.7	6.1	25.5	33105.6	43.3
ADA139	74040.2	3809.1	569.7	13.6	7.9	25.1	30175.6	125.9
ADA137b	61638.9	7596.6	537.7	3.9	16.1	7.0	42407.3	223.0
ADA140	51675.0	16941.7	505.3	1.1	10.1	18.7	29483.3	25.4
ADA141	48912.5	19043.6	428.0	0.8	10.0	8.2	38610.3	27.0
ADA142	53933.7	12122.6	688.9	2.2	12.2	15.5	49665.5	71.9
MD-142	55215.1	12350.2	741.7	2.1	10.5	16.6	50884.2	64.9
MT-142	56292.3	13030.4	696.9	2.1	11.3	16.0	50817.8	61.4
ADA143	60068.5	15729.8	782.9	2.6	14.1	20.4	36773.2	72.4
ADA144	56066.0	21133.2	381.6	1.1	11.4	12.2	37510.8	24.5

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Re LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Rb LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Sc LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Se LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Na LDM = 1 ppb LCM = 10 ppb	Sr LDM = 1 ppb LCM = 10 ppb	Ag LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Ta LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb
ADA136	-1.1	273.8	8.5	15.5	573.2	28.0	1.3	0.8
ADA -MD-136	-1.1	274.6	8.3	16.4	601.0	28.3	1.2	0.8
ADA -MT-136	-1.1	284.7	8.6	15.3	561.7	26.2	1.3	0.8
ADA138	-1.2	159.3	10.1	1.5	12.6	130.4	0.1	0.7
ADA139	-0.7	218.7	15.9	5.6	7416.9	103.7	0.6	0.8
ADA137b	-1.1	240.7	8.3	11.6	3585.0	43.6	1.8	1.4
ADA140	-1.2	104.3	8.7	19.1	7596.6	428.2	1.5	0.9
ADA141	-1.2	150.0	5.6	10.2	16941.7	274.8	0.8	1.0
ADA142	-1.2	230.2	8.5	28.4	19043.6	142.4	0.7	1.1
MD-142	-1.0	229.4	8.5	24.7	12122.6	153.6	1.0	1.0
MT-142	-1.1	225.2	8.7	29.7	12350.2	157.0	1.0	1.1
ADA143	-1.1	160.9	10.4	31.6	13030.4	244.6	1.0	1.2
ADA144	-1.2	138.4	7.2	34.0	15729.8	324.5	1.0	1.1

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-02-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)					
	Sn LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Tl LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	V LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Y LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Zn LDM = 0.01 ppb LCM = 0.05 ppb	Zr LDM = 0.1 ppb LCM = 0.5 ppb
ADA136	7.8	3.1	85.8	17.1	361.2	75.2
ADA -MD-136	7.3	3.1	83.3	16.9	365.5	79.4
ADA -MT-136	7.8	3.1	85.2	17.9	366.1	88.7
ADA138	2.6	0.0	69.6	18.5	334.2	41.6
ADA139	5.7	1.6	118.0	22.5	316.9	95.8
ADA137b	3.7	2.4	31.5	31.9	487.1	148.5
ADA140	1.6	1.8	100.0	16.5	95.4	126.0
ADA141	1.6	0.7	81.7	15.6	60.9	104.6
ADA142	2.4	0.8	72.3	18.0	189.0	113.5
MD-142	2.5	1.6	77.9	17.6	190.8	108.6
MT-142	2.9	1.6	75.7	18.9	195.6	112.4
ADA143	2.8	1.6	134.9	17.2	178.4	115.6
ADA144	1.8	1.2	100.5	16.2	69.2	103.0

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE.
EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO
DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N




INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-06-2015

Área	Identificación del Informe	Fecha de Emisión del informe																											
LABQUP	IGL/INF-LABQUP-06-2015	03 Junio 2015																											
Solicitante		Procedimiento de Muestreo Utilizado																											
Dr. Francisco Martín Romero / Dra. Azucena Dotor		No reportado																											
Fecha de Recepción de Muestras	Periodo de Preparación de Muestras	Número de Orden de trabajo/Año																											
04 mayo 2015	08 al 28 de mayo de 2015	06/15																											
Periodo de análisis		Equipo Utilizado																											
08 junio 2015		Q-ICP-MS Agilent 7500ce																											
Métodos o Normas de Análisis Empleados																													
PROTOCOLO INTERNO DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA.																													
Referencias																													
BITPER/LABQUP-01/65; BITEQ/LABQUP-02/118-128; BITEQ/LABQUP-03/18-19																													
Observaciones																													
<p>Nota: Los resultados corresponden a las muestras solicitadas con el formato "SOLICITUD-LABQUP ICPMS-OT-06 2015"</p> <p>CONTROLES DE CALIDAD:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Tipo</th> <th style="width: 55%;">Especificación</th> <th style="width: 30%;">Criterio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R-080515-1</td> <td>Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td><LDM</td> </tr> <tr> <td>BM-080515-1</td> <td>Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td>Depende del proceso</td> </tr> <tr> <td>S-080515-1</td> <td>Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)</td> <td>± 10%</td> </tr> <tr> <td>MD-172</td> <td>Muestra duplicada</td> <td>DPR < 20%</td> </tr> <tr> <td>MD-189</td> <td>Muestra duplicada</td> <td>DPR < 20%</td> </tr> <tr> <td>DPR</td> <td>Diferencia porcentual relativa</td> <td>< 20% para M y MD</td> </tr> <tr> <td>MRC-080515-1</td> <td>SBC-1 SHALE</td> <td>± 10%</td> </tr> <tr> <td>MRC-080515-2</td> <td>SBC-1 SHALE</td> <td>± 10%</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>Nota: * <LDM = Menor al límite de detección del método (LDM). ** >C.C. = Mayor que la curva de Calibración.</small></p> <p>Nota: Los Valores de Sb y As son estimados puesto dichos elementos se puede perder cuando las muestras son digeridas a alta temperatura.</p>			Tipo	Especificación	Criterio	R-080515-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM	BM-080515-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso	S-080515-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%	MD-172	Muestra duplicada	DPR < 20%	MD-189	Muestra duplicada	DPR < 20%	DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD	MRC-080515-1	SBC-1 SHALE	± 10%	MRC-080515-2	SBC-1 SHALE	± 10%
Tipo	Especificación	Criterio																											
R-080515-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM																											
BM-080515-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso																											
S-080515-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%																											
MD-172	Muestra duplicada	DPR < 20%																											
MD-189	Muestra duplicada	DPR < 20%																											
DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD																											
MRC-080515-1	SBC-1 SHALE	± 10%																											
MRC-080515-2	SBC-1 SHALE	± 10%																											

Nota: El usuario se compromete a dar los agradecimientos correspondientes, en cualquier artículo, tesis o trabajo que se derive de los resultados presentados, tanto al Laboratorio de Química Ultrapura e ICP-MS como al M en C Ernesto Hernández Mendiola por su trabajo realizado en la preparación y análisis de las muestras. Así mismo, el usuario se compromete a mandar una copia simple de dicho agradecimiento vía correo.


 M. en C. Ernesto Hernández Mendiola
 Técnico Académico Titular "B".

Responsable del Laboratorio de Química Ultrapura (LABQUP) y de Q-ICP-MS.
 DEPTO. DE GEOQUÍMICA, INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM

56224310 EXT 161, 230, 210; email: ernestohm@geologia.unam.mx; ernestohmen@gmail.com

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-06-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
ADA-IIT2-E 25	29.69	65.26	6.80	25.58	5.11	1.12	5.12	0.72
MD-ADA-IIT2-E 25	34.54	64.12	7.30	26.74	5.11	1.14	5.03	0.71
ADA-MR-1A	33.28	67.88	7.79	29.73	5.81	1.33	5.48	0.72
MD-ADA-MR-1A	35.20	75.15	8.43	32.10	6.26	1.41	5.87	0.74
ADA-MR-3A	27.99	53.34	6.03	23.17	4.61	1.05	4.51	0.64
ADA-MR-5A	31.83	63.33	7.46	28.31	5.74	1.29	5.68	0.78
ADA-IT1E5	72.45	151.12	14.53	54.82	10.60	0.68	10.84	1.54
ADA-IT1E25	59.63	120.71	12.49	44.66	8.75	0.69	8.96	1.33
ADA-IT1E50	42.82	132.98	9.98	37.67	8.24	1.06	8.75	1.37
ADA-IT2E 0-5	55.69	109.94	11.91	43.60	8.63	0.77	8.86	1.33
ADA-IT2E 5-25	36.03	82.30	8.27	31.12	6.44	1.02	6.50	0.97
ADA-MR-2A	32.12	59.10	7.00	27.07	5.57	0.89	5.61	0.82
ADA-IT2E 25-50	24.14	78.38	5.41	20.57	4.47	0.56	4.87	0.72
ADA-IT3E 0-5A	34.78	63.01	7.33	26.85	5.16	0.89	5.13	0.75
ADA-IT3E 5-25	23.17	63.74	5.55	21.38	4.62	0.85	4.77	0.72
ADA-IT3E 25-50	37.75	70.66	8.23	30.72	6.03	1.07	5.77	0.83
ADA-IIT1-E 0-5	41.81	81.61	9.25	35.59	7.31	1.53	7.54	1.05
ADA-IIT1-E 50	25.97	50.04	5.59	21.52	4.44	1.01	4.39	0.68
ADA-IIT2-E 5	30.27	54.33	6.13	22.38	4.27	0.93	4.26	0.60
ADA-IIT1-E 25	30.69	81.85	6.60	25.07	5.03	1.21	5.22	0.74

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-06-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)					
	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
ADA-IIT2-E 25	3.99	0.84	2.45	0.36	2.49	0.39
MD-ADA-IIT2-E 25	3.93	0.83	2.43	0.36	2.47	0.39
ADA-MR-1A	3.68	0.74	2.00	0.29	1.81	0.29
MD-ADA-MR-1A	3.85	0.76	2.09	0.29	1.91	0.29
ADA-MR-3A	3.49	0.73	2.01	0.29	1.94	0.31
ADA-MR-5A	4.34	0.89	2.48	0.34	2.32	0.34
ADA-IT1E5	8.90	1.85	5.41	0.76	5.22	0.77
ADA-IT1E25	7.76	1.63	4.77	0.68	4.69	0.71
ADA-IT1E50	8.44	1.86	5.65	0.86	6.18	0.96
ADA-IT2E 0-5	7.84	1.65	4.80	0.69	4.66	0.70
ADA-IT2E 5-25	5.65	1.20	3.47	0.51	3.49	0.53
ADA-MR-2A	4.64	0.98	2.79	0.41	2.72	0.42
ADA-IT2E 25-50	4.21	0.90	2.61	0.39	2.69	0.41
ADA-IT3E 0-5A	4.29	0.92	2.74	0.42	2.89	0.46
ADA-IT3E 5-25	4.24	0.91	2.69	0.40	2.81	0.44
ADA-IT3E 25-50	4.55	0.96	2.78	0.41	2.85	0.45
ADA-IIT1-E 0-5	5.84	1.20	3.45	0.49	3.37	0.52
ADA-IIT1-E 50	3.91	0.85	2.49	0.39	2.64	0.42
ADA-IIT2-E 5	3.35	0.72	2.15	0.33	2.27	0.36
ADA-IIT1-E 25	4.18	0.89	2.58	0.39	2.67	0.43

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-06-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Sb	As	Ba	Ca	Co	Cr	P	Zn
ADA-IIT2-E 25	9.90	5.79	850.87	20,687.28	13.67	58.80	1,760.26	134.79
MD-ADA-IIT2-E 25	10.00	6.31	940.14	20,172.82	12.72	54.94	1,587.83	135.86
ADA-MR-1A	7.77	19.93	908.12	56,660.74	10.41	54.15	2,682.94	101.69
MD-ADA-MR-1A	7.33	18.22	865.55	62,802.87	10.93	61.74	2,656.75	92.84
ADA-MR-3A	7.43	22.94	963.62	23,380.03	16.27	37.43	2,844.01	169.97
ADA-MR-5A	5.89	20.64	786.19	32,918.29	13.33	24.13	2,811.65	140.43
ADA-IT1E5	20.22	5.84	388.46	2,666.37	3.74	6.21	313.51	240.34
ADA-IT1E25	16.35	6.68	435.95	4,489.76	6.85	12.41	323.23	234.82
ADA-IT1E50	19.78	14.59	822.17	13,475.87	14.77	53.62	1,243.38	285.27
ADA-IT2E 0-5	17.73	7.32	436.68	10,475.01	6.94	22.08	538.54	207.60
ADA-IT2E 5-25	11.60	7.10	627.35	13,539.07	12.86	39.33	1,514.08	179.87
ADA-MR-2A	6.88	10.88	371.11	12,153.11	12.06	14.74	1,363.20	154.30
ADA-IT2E 25-50	12.16	7.19	508.09	6,855.53	13.23	41.18	1,206.29	264.89
ADA-IT3E 0-5A	7.96	11.18	796.50	7,260.36	14.32	39.94	1,371.14	240.26
ADA-IT3E 5-25	9.49	7.27	633.24	11,370.89	17.91	71.83	1,753.42	236.13
ADA-IT3E 25-50	9.34	11.10	724.70	12,503.99	16.61	86.99	1,593.12	234.95
ADA-IIT1-E 0-5	9.66	6.03	836.81	24,609.10	21.06	92.27	1,718.12	195.30
ADA-IIT1-E 50	11.64	5.92	1,155.77	13,421.62	16.59	56.66	1,628.40	202.56
ADA-IIT2-E 5	8.15	6.99	944.50	14,742.95	9.44	38.55	1,144.49	129.81
ADA-IIT1-E 25	17.40	6.05	1,237.60	20,087.90	18.74	39.95	1,530.46	192.85

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE.
EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO
DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-06-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Cs	Cu	Fe	Hf	Rb	Sc	Sr	Ta
ADA-IIT2-E 25	11.90	111.27	66,379.50	6.15	170.16	9.22	218.61	1.47
MD-ADA-IIT2-E 25	12.04	108.81	63,656.64	5.92	183.91	9.64	238.80	1.53
ADA-MR-1A	11.29	184.69	86,743.03	4.28	108.68	8.36	288.53	0.96
MD-ADA-MR-1A	11.84	184.89	91,582.12	4.88	110.59	8.66	298.25	0.98
ADA-MR-3A	28.23	625.50	87,707.55	5.48	116.59	9.84	196.82	1.25
ADA-MR-5A	27.40	824.02	83,841.28	4.06	124.07	12.83	261.69	0.92
ADA-IT1E5	25.57	78.19	21,603.09	8.04	268.66	5.95	44.41	2.88
ADA-IT1E25	24.74	166.27	26,906.36	7.56	267.57	6.77	63.36	2.41
ADA-IT1E50	30.98	302.79	74,744.91	11.59	251.52	7.69	79.24	3.24
ADA-IT2E 0-5	19.82	182.75	34,943.33	7.15	229.24	8.34	101.56	2.19
ADA-IT2E 5-25	15.62	514.40	56,962.94	6.64	199.35	10.40	130.36	1.71
ADA-MR-2A	11.80	479.21	53,003.37	3.85	128.45	6.55	91.36	1.01
ADA-IT2E 25-50	15.51	302.05	42,747.56	5.65	195.99	5.60	77.48	1.61
ADA-IT3E 0-5A	14.24	246.54	43,363.81	6.33	269.97	9.12	154.24	1.41
ADA-IT3E 5-25	15.06	233.32	58,465.07	6.46	176.84	9.26	137.70	1.51
ADA-IT3E 25-50	13.30	201.91	57,967.24	6.51	218.32	10.28	181.50	1.61
ADA-IIT1-E 0-5	12.32	163.41	69,955.43	7.14	158.79	10.40	210.29	1.77
ADA-IIT1-E 50	14.67	186.81	59,370.13	6.45	185.99	5.89	142.98	1.62
ADA-IIT2-E 5	9.28	86.98	37,592.94	5.70	222.46	6.82	187.95	1.29
ADA-IIT1-E 25	12.95	138.62	67,107.91	6.97	190.68	5.07	214.87	1.62

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-06-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Mg	Mn	Mo	Nb	Ni	K	Pb	Zr
ADA-IIT2-E 25	14,716.93	1,749.50	3.32	17.01	20.48	40,538.71	77.58	202.09
MD-ADA-IIT2-E 25	14,828.71	1,680.70	3.78	17.45	19.78	40,027.88	86.42	191.88
ADA-MR-1A	13,468.32	702.72	2.61	11.15	20.82	24,832.63	89.42	148.51
MD-ADA-MR-1A	13,072.05	721.27	2.97	12.09	20.66	22,860.97	94.96	166.91
ADA-MR-3A	18,190.23	707.76	5.87	13.21	24.24	24,560.71	84.05	171.13
ADA-MR-5A	18,428.14	678.07	3.08	10.04	18.44	23,407.81	68.41	128.09
ADA-IT1E5	6,068.30	1,897.43	35.75	31.53	2.21	> C. C.	638.00	223.13
ADA-IT1E25	6,669.44	1,773.70	19.41	26.81	4.71	42,696.98	463.88	213.66
ADA-IT1E50	10,979.64	2,708.20	10.88	35.49	18.86	> C. C.	168.74	328.73
ADA-IT2E 0-5	7,581.86	1,574.00	20.23	24.51	8.26	39,161.40	358.35	201.36
ADA-IT2E 5-25	14,112.67	1,649.54	6.78	18.88	17.65	39,415.90	198.87	202.11
ADA-MR-2A	#¡VALOR!	1,440.13	30.67	10.71	11.69	20,561.29	67.52	120.46
ADA-IT2E 25-50	13,090.01	1,238.14	9.22	18.04	19.61	33,728.27	435.58	168.00
ADA-IT3E 0-5A	15,149.05	1,088.03	4.50	14.18	23.58	52,675.55	168.20	194.36
ADA-IT3E 5-25	18,113.97	1,526.50	4.99	16.43	31.35	41,746.96	158.34	199.00
ADA-IT3E 25-50	16,074.51	1,414.44	3.86	17.34	28.91	42,114.17	189.66	207.55
ADA-IIT1-E 0-5	12,218.43	1,824.69	5.29	19.57	29.50	32,747.54	129.99	217.64
ADA-IIT1-E 50	19,392.87	1,727.01	4.37	17.02	27.98	39,347.26	164.07	196.67
ADA-IIT2-E 5	9,678.34	942.11	2.12	12.70	16.37	46,149.26	111.02	178.62
ADA-IIT1-E 25	18,341.60	2,785.41	4.36	17.59	27.24	39,373.16	162.92	214.65

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-06-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)			
	Sn	Th	U	Y
ADA-IIT2-E 25	3.50	14.09	3.98	23.42
MD-ADA-IIT2-E 25	3.45	14.24	4.06	23.40
ADA-MR-1A	1.91	11.65	3.47	20.25
MD-ADA-MR-1A	2.10	12.46	3.71	21.13
ADA-MR-3A	2.60	13.60	5.41	19.11
ADA-MR-5A	2.00	15.82	5.16	24.65
ADA-IT1E5	3.90	23.14	6.29	57.45
ADA-IT1E25	3.71	21.23	5.70	51.38
ADA-IT1E50	6.44	19.50	5.19	50.46
ADA-IT2E 0-5	3.80	23.08	5.76	51.58
ADA-IT2E 5-25	3.61	17.06	4.47	35.86
ADA-MR-2A	3.06	13.96	5.33	32.16
ADA-IT2E 25-50	3.22	9.83	4.65	28.33
ADA-IT3E 0-5A	4.06	17.37	4.52	29.96
ADA-IT3E 5-25	3.43	12.84	3.87	27.41
ADA-IT3E 25-50	3.36	16.64	4.83	30.15
ADA-IIT1-E 0-5	3.59	18.29	4.71	35.68
ADA-IIT1-E 50	4.30	9.65	3.78	23.12
ADA-IIT2-E 5	2.63	14.94	3.94	22.87
ADA-IIT1-E 25	4.37	11.27	4.84	24.56

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



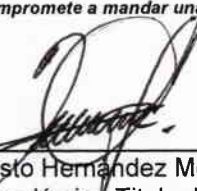
INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-07-2015

Área	Identificación del Informe	Fecha de Emisión del informe																											
LABQUP	IGL/INF-LABQUP-07-2015	15 Junio 2015																											
Solicitante		Procedimiento de Muestreo Utilizado																											
Dr. Francisco Martín Romero / Dra. Azucena Dotor		No reportado																											
Fecha de Recepción de Muestras	Periodo de Preparación de Muestras	Número de Orden de trabajo/Año																											
04 mayo 2015	14 de mayo al 03 de junio de 2015	07/15																											
Periodo de análisis		Equipo Utilizado																											
08 junio 2015		Q-ICP-MS Agilent 7500ce																											
Métodos o Normas de Análisis Empleados																													
PROTOCOLO INTERNO DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA.																													
Referencias																													
BITPER/LABQUP-01/67; BITPER/LABQUP-02/121-125; BITEQ/LABQUP-02/129; BITEQ/LABQUP-03/06-07																													
Observaciones																													
<p>Nota: Los resultados corresponden a las muestras solicitadas con el formato "SOLICITUD-LABQUP ICPMS-OT-06 2015"</p> <p>CONTROLES DE CALIDAD:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Tipo</th> <th style="width: 55%;">Especificación</th> <th style="width: 30%;">Criterio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R-140515-1</td> <td>Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td style="text-align: center;"><LDM</td> </tr> <tr> <td>BM-140515-1</td> <td>Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td style="text-align: center;">Depende del proceso</td> </tr> <tr> <td>S-140515-1</td> <td>Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)</td> <td style="text-align: center;">± 10%</td> </tr> <tr> <td>MD-ADA-23-8A</td> <td>Muestra duplicada</td> <td style="text-align: center;">DPR < 20%</td> </tr> <tr> <td>MD-ADA-IIT2-E 50</td> <td>Muestra duplicada</td> <td style="text-align: center;">DPR < 20%</td> </tr> <tr> <td>DPR</td> <td>Diferencia porcentual relativa</td> <td style="text-align: center;">< 20% para M y MD</td> </tr> <tr> <td>MRC-140515-1</td> <td>SBC-1 SHALE</td> <td style="text-align: center;">± 10%</td> </tr> <tr> <td>MRC-140515-2</td> <td>SBC-1 SHALE</td> <td style="text-align: center;">± 10%</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>Nota: * <LDM = Menor al límite de detección del método (LDM).</small></p> <p><small>Nota: Los Valores de Sb y As son estimados puesto dichos elementos se puede perder cuando las muestras son digeridas a alta temperatura.</small></p>			Tipo	Especificación	Criterio	R-140515-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM	BM-140515-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso	S-140515-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%	MD-ADA-23-8A	Muestra duplicada	DPR < 20%	MD-ADA-IIT2-E 50	Muestra duplicada	DPR < 20%	DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD	MRC-140515-1	SBC-1 SHALE	± 10%	MRC-140515-2	SBC-1 SHALE	± 10%
Tipo	Especificación	Criterio																											
R-140515-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM																											
BM-140515-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso																											
S-140515-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%																											
MD-ADA-23-8A	Muestra duplicada	DPR < 20%																											
MD-ADA-IIT2-E 50	Muestra duplicada	DPR < 20%																											
DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD																											
MRC-140515-1	SBC-1 SHALE	± 10%																											
MRC-140515-2	SBC-1 SHALE	± 10%																											

Nota: El usuario se compromete a dar los agradecimientos correspondientes, en cualquier artículo, tesis o trabajo que se derive de los resultados presentados, tanto al Laboratorio de Química Ultrapura e ICP-MS como al M en C Ernesto Hernández Mendiola por su trabajo realizado en la preparación y análisis de las muestras. Así mismo, el usuario se compromete a mandar una copia simple de dicho agradecimiento vía correo.


 M. en C. Ernesto Hernández Mendiola
 Técnico Académico Titular "B".

Responsable del Laboratorio de Química Ultrapura (LABQUP) y de Q-ICP-MS.
 DEPTO. DE GEOQUÍMICA, INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM

56224310 EXT 161, 230, 210; email: ernestohm@geologia.unam.mx; ernestohmen@gmail.com

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-07-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
ADA-23-8A	32.07	59.56	7.09	26.86	5.28	1.27	5.14	0.71
MD-ADA-23-8A	32.12	59.62	7.24	27.26	5.34	1.25	5.22	0.72
ADA-IIT2-E 50	35.90	65.72	7.46	27.49	5.26	1.17	5.12	0.72
MD-ADA-IIT2-E 50	34.65	63.63	7.19	26.44	5.04	1.16	5.03	0.69
ADA-IIT3-E 5	32.05	52.41	6.83	25.06	4.66	1.14	4.44	0.59
ADA-IIT3-E 25	30.32	54.83	6.47	23.85	4.46	1.10	4.35	0.57
ADA-IIT3-E 50	31.76	55.04	6.67	24.39	4.55	1.16	4.45	0.60
ADA-B1E 5	41.54	82.43	9.25	34.71	6.70	1.55	6.66	0.93
ADA-B2E 0-5	38.43	67.93	8.50	31.85	6.06	1.48	5.88	0.76
ADA-B3D 0-5	37.91	66.65	8.14	30.76	5.86	1.45	5.66	0.75
ADA-S1D 0-5	34.09	59.78	7.35	27.59	5.27	1.33	5.08	0.69
ADA-S1E 0-5	32.23	54.79	7.21	27.04	5.18	1.35	4.96	0.67
ADA-S1F 0-5	37.66	68.79	8.24	31.11	5.97	1.43	5.85	0.80
ADA-S2D 0-5	36.69	65.95	8.04	30.22	5.87	1.34	5.76	0.79
ADA-S2E 0-5A	23.37	21.19	5.44	20.80	4.23	1.06	3.97	0.59
ADA-S2F 0-5	32.72	56.14	6.73	24.81	4.72	1.18	4.75	0.64
ADA-25-8A	30.91	59.14	6.76	25.38	4.92	1.17	4.79	0.66
ADA-29-8A	25.01	49.03	5.70	21.73	4.30	1.09	4.07	0.57

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-07-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)					
	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
ADA-23-8A	3.80	0.78	2.20	0.31	2.11	0.33
MD-ADA-23-8A	3.89	0.80	2.26	0.32	2.18	0.33
ADA-IIT2-E 50	3.93	0.84	2.40	0.36	2.41	0.39
MD-ADA-IIT2-E 50	3.83	0.82	2.35	0.35	2.38	0.37
ADA-IIT3-E 5	3.13	0.65	1.85	0.27	1.84	0.29
ADA-IIT3-E 25	3.02	0.62	1.73	0.26	1.71	0.28
ADA-IIT3-E 50	3.19	0.66	1.85	0.28	1.82	0.29
ADA-B1E 5	5.11	1.04	2.93	0.42	2.77	0.42
ADA-B2E 0-5	3.84	0.77	2.10	0.30	1.97	0.31
ADA-B3D 0-5	3.90	0.79	2.19	0.32	2.10	0.33
ADA-S1D 0-5	3.61	0.74	2.07	0.30	2.02	0.32
ADA-S1E 0-5	3.51	0.72	2.01	0.30	1.97	0.31
ADA-S1F 0-5	4.28	0.88	2.46	0.36	2.36	0.37
ADA-S2D 0-5	4.19	0.86	2.43	0.35	2.36	0.37
ADA-S2E 0-5A	3.33	0.70	1.98	0.30	2.05	0.33
ADA-S2F 0-5	3.39	0.70	1.97	0.29	1.93	0.31
ADA-25-8A	3.53	0.73	2.07	0.30	2.02	0.31
ADA-29-8A	3.03	0.62	1.71	0.25	1.65	0.26

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-07-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Sb	As	Ba	Ca	Co	Cr	P	Zn
ADA-23-8A	9.56	7.28	862.42	20,921.58	11.62	49.34	2,308.77	174.89
MD-ADA-23-8A	8.14	7.33	838.75	20,330.85	10.75	47.44	2,207.15	162.84
ADA-IIT2-E 50	9.17	7.63	975.87	20,944.50	9.79	48.34	2,108.43	170.37
MD-ADA-IIT2-E 50	8.60	7.58	990.17	18,710.91	8.87	47.82	1,845.37	157.28
ADA-IIT3-E 5	8.11	4.71	966.68	14,686.02	12.31	38.03	1,520.53	105.88
ADA-IIT3-E 25	8.63	3.65	969.40	15,623.30	14.55	40.80	1,846.00	135.58
ADA-IIT3-E 50	8.88	4.13	1,047.05	16,491.92	11.46	42.97	1,821.54	114.37
ADA-B1E 5	10.20	6.25	980.25	24,705.61	17.72	78.97	2,767.54	146.60
ADA-B2E 0-5	8.09	2.21	1,151.22	104,938.76	13.81	47.60	2,478.57	70.14
ADA-B3D 0-5	5.33	4.90	972.29	59,897.49	14.96	50.83	3,153.74	63.62
ADA-S1D 0-5	4.83	3.10	941.44	48,372.85	12.03	28.68	2,269.75	55.57
ADA-S1E 0-5	4.63	1.93	1,027.22	54,986.53	10.31	19.88	2,640.56	47.16
ADA-S1F 0-5	4.78	3.13	950.09	59,113.72	12.99	40.13	2,749.73	64.07
ADA-S2D 0-5	4.70	3.22	864.79	49,992.96	9.11	33.05	2,189.03	51.32
ADA-S2E 0-5A	7.29	1.77	803.59	48,165.54	9.52	37.83	2,333.10	52.02
ADA-S2F 0-5	4.54	1.64	916.96	45,657.96	6.90	16.00	2,130.48	43.70
ADA-25-8A	7.35	6.10	852.16	29,551.32	8.17	43.88	2,499.67	87.91
ADA-29-8A	7.65	8.22	843.00	13,850.95	7.52	55.79	2,417.88	85.61

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-07-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Cs	Cu	Fe	Hf	Rb	Sc	Sr	Ta
ADA-23-8A	14.06	458.23	68,537.82	5.20	117.65	10.45	296.37	1.12
MD-ADA-23-8A	13.90	436.17	63,010.09	4.67	112.94	10.05	284.57	1.08
ADA-IIT2-E 50	13.02	162.94	72,320.48	5.34	177.51	10.46	247.51	1.27
MD-ADA-IIT2-E 50	13.31	160.67	69,885.59	5.17	152.86	8.76	220.44	1.33
ADA-IIT3-E 5	10.22	182.66	44,178.02	4.49	148.14	8.00	267.58	1.11
ADA-IIT3-E 25	11.24	234.63	50,599.40	4.38	148.07	8.34	278.08	0.96
ADA-IIT3-E 50	10.52	178.92	48,693.28	4.69	160.79	8.82	305.28	1.00
ADA-B1E 5	18.18	172.83	72,962.39	7.22	133.48	12.74	351.90	1.40
ADA-B2E 0-5	12.81	44.75	57,797.00	4.93	97.44	8.94	520.41	0.95
ADA-B3D 0-5	10.47	34.18	61,693.58	5.88	103.99	10.52	620.01	1.05
ADA-S1D 0-5	11.81	33.44	48,659.14	5.17	119.33	8.61	532.47	0.73
ADA-S1E 0-5	12.33	42.64	42,871.37	4.95	131.61	8.85	631.66	1.03
ADA-S1F 0-5	12.93	48.72	65,928.30	5.22	123.94	10.35	591.89	0.98
ADA-S2D 0-5	11.81	28.55	50,405.72	4.56	114.80	9.11	492.90	1.04
ADA-S2E 0-5A	9.17	31.98	48,286.70	4.43	85.08	7.76	376.34	1.31
ADA-S2F 0-5	11.10	22.30	35,205.45	4.14	132.38	6.80	547.05	1.08
ADA-25-8A	13.62	199.27	68,350.98	5.38	127.70	10.51	301.87	1.01
ADA-29-8A	13.20	133.35	73,215.02	4.30	129.40	8.85	263.79	1.11

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-07-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Mg	Mn	Mo	Nb	Ni	K	Pb	Zr
ADA-23-8A	15,008.51	662.23	2.09	14.67	19.38	29,411.35	65.25	177.13
MD-ADA-23-8A	14,643.47	592.84	2.84	13.55	17.79	26,898.65	62.10	157.69
ADA-IIT2-E 50	15,074.02	1,005.78	3.30	15.81	17.94	41,405.16	113.48	177.40
MD-ADA-IIT2-E 50	14,453.32	958.28	3.17	15.99	17.04	38,905.76	115.62	172.30
ADA-IIT3-E 5	11,927.60	951.98	2.01	12.33	15.71	34,395.08	61.62	151.08
ADA-IIT3-E 25	14,581.03	1,284.52	2.25	11.43	19.71	34,115.52	82.53	148.57
ADA-IIT3-E 50	13,075.88	1,058.30	2.27	11.94	20.19	39,516.61	67.20	158.56
ADA-B1E 5	19,351.48	1,566.66	2.60	18.47	25.18	30,889.99	95.91	247.92
ADA-B2E 0-5	18,538.50	1,094.84	1.18	13.85	25.33	28,495.62	35.23	172.73
ADA-B3D 0-5	21,916.17	933.95	1.32	14.41	26.36	31,761.11	24.06	213.58
ADA-S1D 0-5	16,570.59	790.11	1.09	11.52	19.41	35,069.25	24.96	179.08
ADA-S1E 0-5	17,982.41	752.69	0.91	13.02	16.07	37,958.83	20.52	174.22
ADA-S1F 0-5	19,064.63	906.55	1.17	15.82	20.31	34,119.49	25.25	181.35
ADA-S2D 0-5	16,202.59	690.06	1.18	15.23	14.51	29,907.63	23.66	161.34
ADA-S2E 0-5A	15,324.95	702.02	1.34	16.89	15.66	30,938.67	19.42	148.87
ADA-S2F 0-5	12,666.26	662.84	1.01	12.95	11.14	34,840.47	23.69	143.79
ADA-25-8A	15,722.51	590.93	1.84	13.72	15.60	30,308.80	57.72	183.06
ADA-29-8A	15,189.95	543.19	2.57	13.59	14.94	30,335.99	59.72	146.89

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-07-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)			
	Sn	Th	U	Y
ADA-23-8A	2.18	15.21	4.09	21.34
MD-ADA-23-8A	1.97	16.48	4.09	21.85
ADA-IIT2-E 50	3.64	13.82	3.85	22.74
MD-ADA-IIT2-E 50	2.84	13.65	3.62	21.61
ADA-IIT3-E 5	2.12	15.20	3.75	17.93
ADA-IIT3-E 25	2.28	14.88	3.92	16.63
ADA-IIT3-E 50	2.17	15.20	3.97	18.35
ADA-B1E 5	3.09	17.32	4.78	29.17
ADA-B2E 0-5	1.58	9.85	2.58	21.57
ADA-B3D 0-5	1.77	10.26	2.94	22.29
ADA-S1D 0-5	1.03	9.93	2.74	20.98
ADA-S1E 0-5	1.44	10.36	2.49	21.83
ADA-S1F 0-5	1.60	10.30	2.79	26.92
ADA-S2D 0-5	1.44	11.13	2.96	26.23
ADA-S2E 0-5A	1.93	4.23	0.81	20.14
ADA-S2F 0-5	1.49	10.77	2.76	21.92
ADA-25-8A	1.77	12.90	3.74	21.93
ADA-29-8A	4.84	11.09	3.33	17.17

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



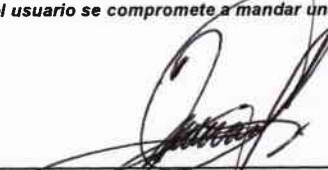
INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2015

Área	Identificación del Informe	Fecha de Emisión del informe																					
LABQUP	IGL/INF-LABQUP-15-2015	05 Octubre 2015																					
Solicitante		Procedimiento de Muestreo Utilizado																					
Dr. Francisco Martín Romero / Dra. Azucena Dotor		No reportado																					
Fecha de Recepción de Muestras	Periodo de Preparación de Muestras	Número de Orden de trabajo																					
03 JULIO 2015	30 de julio al 10 de septiembre de 2015	15/15																					
Periodo de análisis		Equipo Utilizado																					
17 DE SEPTIEMBRE		Q-ICP-MS Agilent 7500ce																					
Métodos o Normas de Análisis Empleados																							
PROTOCOLO INTERNO DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA.																							
Referencias																							
BITPER/LABQUP-02/136-137; BITEQ/LABQUP-02/129; BITEQ/LABQUP-03/06-07																							
Observaciones																							
<p>Nota: Los resultados corresponden a las muestras solicitadas con el formato "SOLICITUD-LABQUP ICPMS-OT-15 2015"</p> <p>CONTROLES DE CALIDAD:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Tipo</th> <th style="width: 55%;">Especificación</th> <th style="width: 30%;">Criterio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R-300715-1</td> <td>Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td><LDM</td> </tr> <tr> <td>BM-300715-1</td> <td>Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td>Depende del proceso</td> </tr> <tr> <td>S-300715-1</td> <td>Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)</td> <td>± 10%</td> </tr> <tr> <td>ADA-MD-R1</td> <td>Muestra duplicada</td> <td>DPR < 20%</td> </tr> <tr> <td>DPR</td> <td>Diferencia porcentual relativa</td> <td>< 20% para M y MD</td> </tr> <tr> <td>MRC-140515-1</td> <td>SBC-1 SHALE</td> <td>± 10%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: * <LDM = Menor al límite de detección del método (LDM).</p>			Tipo	Especificación	Criterio	R-300715-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM	BM-300715-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso	S-300715-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%	ADA-MD-R1	Muestra duplicada	DPR < 20%	DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD	MRC-140515-1	SBC-1 SHALE	± 10%
Tipo	Especificación	Criterio																					
R-300715-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM																					
BM-300715-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso																					
S-300715-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%																					
ADA-MD-R1	Muestra duplicada	DPR < 20%																					
DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD																					
MRC-140515-1	SBC-1 SHALE	± 10%																					

Nota: El usuario se compromete a dar los agradecimientos correspondientes, en cualquier artículo, tesis o trabajo que se derive de los resultados presentados, tanto al Laboratorio de Química Ultrapura e ICP-MS como al M. en C. Ernesto Hernández Mendiola por su trabajo realizado en la preparación y análisis de las muestras. Así mismo, el usuario se compromete a mandar una copia simple de dicho agradecimiento vía correo.


 M. en C. Ernesto Hernández Mendiola
 Técnico Académico Titular "B".

Responsable del Laboratorio de Química Ultrapura (LABQUP) y de Q-ICP-MS.
 DEPTO. DE GEOQUÍMICA, INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
 56224310 EXT 161, 230, 210; email: ernestohm@geologia.unam.mx; ernestohmen@gmail.com

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
R1	14.13	23.65	2.06	6.52	0.86	0.29	0.71	0.05
MD-R1	13.87	24.70	2.12	6.73	0.90	0.29	0.72	0.05
R2	49.24	96.92	11.07	40.94	7.13	1.65	6.78	0.79
R3-A	54.94	110.36	14.07	57.20	11.64	3.00	11.29	1.57
R3-B	62.49	125.29	15.90	64.06	13.01	3.44	12.54	1.75
R3-C	43.73	84.81	10.58	42.42	8.50	2.39	8.33	1.15
R4	47.86	87.97	10.62	39.10	7.18	1.76	6.96	0.88
R5	81.59	145.61	14.50	44.71	6.69	1.00	7.24	0.78
R STA ISABEL	52.65	109.74	12.76	46.12	8.39	1.04	7.59	0.99
RSQ-1-BLANCA	64.36	112.54	10.93	34.30	5.47	0.67	5.48	0.64
RAC-1-BLANCA	11.14	23.96	3.39	15.88	3.95	1.03	3.73	0.58
RMO-1	25.54	52.30	6.58	27.29	5.81	2.14	5.52	0.77
IT2A-5	39.19	83.21	9.19	34.51	6.69	1.36	6.41	0.88
IT2I-5	37.19	70.37	7.74	27.99	5.29	1.29	5.22	0.73
IIT2A-0-5	41.49	79.98	9.25	34.43	6.77	1.50	6.66	0.93
IIT2I-0-5	42.11	85.82	9.64	36.39	7.16	1.52	7.08	1.00
B2A-5	35.41	66.20	7.99	30.22	5.91	1.32	5.67	0.78

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)					
	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
R1	0.19	0.04	0.15	0.02	0.17	0.02
MD-R1	0.18	0.04	0.14	0.02	0.17	0.02
R2	3.81	0.73	2.05	0.27	1.83	0.27
R3-A	8.41	1.68	4.62	0.63	4.18	0.65
R3-B	9.43	1.89	5.18	0.71	4.70	0.73
R3-C	6.27	1.27	3.50	0.49	3.25	0.52
R4	4.51	0.89	2.54	0.35	2.41	0.37
R5	3.73	0.72	2.10	0.31	2.26	0.37
R STA ISABEL	5.19	1.01	2.90	0.41	2.76	0.41
RSQ-1-BLANCA	3.11	0.61	1.79	0.26	1.88	0.29
RAC-1-BLANCA	3.24	0.63	1.68	0.23	1.44	0.21
RMO-1	4.20	0.84	2.28	0.31	2.01	0.31
IT2A-5	4.78	0.98	2.76	0.39	2.65	0.41
IT2I-5	4.13	0.87	2.57	0.39	2.69	0.43
IIT2A-0-5	5.19	1.07	3.10	0.45	3.10	0.48
IIT2I-0-5	5.57	1.13	3.20	0.46	3.10	0.48
B2A-5	4.29	0.86	2.46	0.35	2.36	0.37

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Ba	Ca	Co	Cr	P	Zn	Sn	Y
R1	1,120.14	8,049.62	32.90	102.77	1,382.05	161.49	7.65	0.25
MD-R1	1,196.93	7,915.89	30.13	96.29	1,465.43	168.65	8.02	0.32
R2	1,667.67	37,377.02	34.68	44.67	3,394.96	269.86	1.41	19.05
R3-A	1,068.19	74,354.66	36.97	41.66	5,332.07	246.12	0.91	44.19
R3-B	1,279.96	79,477.06	32.40	38.65	4,248.78	279.57	0.41	49.64
R3-C	994.30	122,191.83	40.25	32.71	3,794.45	352.15	0.43	33.45
R4	1,286.49	67,106.88	15.21	24.19	3,511.13	216.60	2.65	24.70
R5	1,068.65	5,641.43	13.76	0.84	<LDM	184.84	2.91	19.84
R STA. ISABEL	511.03	2,281.91	21.55	18.20	1,866.13	242.79	3.30	22.57
RSQ-1-BLANCA	292.99	6,115.16	2.20	0.88	46.65	44.36	100.60	15.81
RAC-1-BLANCA	<LDM	27,444.52	42.38	249.37	510.74	326.23	0.41	16.80
RMO-1	3,727.59	125,516.96	21.36	212.47	3,725.02	348.59	1.01	21.74
IT2A-5	337.29	7,731.75	36.60	123.73	2,029.38	154.58	5.00	25.54
IT2I-5	938.63	13,687.27	19.06	129.52	818.70	106.50	2.43	22.43
IIT2A-0-5	1,051.13	23,326.09	13.05	42.76	1,353.83	95.09	3.98	29.17
IIT2I-0-5	944.43	21,285.81	18.05	48.96	2,460.62	161.30	4.15	30.75
B2A-5	928.28	59,380.02	9.89	35.79	5,011.58	64.48	0.20	23.66

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PRÓBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Cs	Cu	Fe	Hf	Rb	Sc	Sr	Ta
R1	0.39	17.68	3,690.42	3.30	3.42	3.58	927.26	0.41
MD-R1	0.39	18.75	3,726.65	2.87	3.48	3.29	896.19	0.35
R2	6.59	55.92	52,197.78	6.85	145.50	10.32	620.20	0.49
R3-A	11.96	25.21	113,301.74	9.33	34.61	17.15	777.04	0.63
R3-B	12.23	33.73	122,415.14	11.08	33.20	18.47	833.79	0.62
R3-C	19.98	24.41	97,675.47	7.87	28.64	12.77	2,607.63	0.65
R4	10.76	29.14	55,541.09	6.35	117.96	8.60	1,131.06	0.99
R5	15.73	19.37	52,464.65	4.46	323.35	1.88	194.32	1.39
R.STA.ISABEL	4.83	58,709.43	81,528.51	3.82	181.47	6.00	123.97	0.77
RSQ-1-BLANCA	6.35	4.62	27,408.73	4.07	248.54	1.63	71.77	1.48
RAC-1-BLANCA	2.90	2.07	73,230.82	1.69	36.75	22.95	62.40	0.36
RMO-1	5.38	142.29	80,927.27	4.41	163.76	23.78	982.03	0.58
IT2A-5	20.09	357.79	84,765.22	8.57	180.70	17.88	126.96	1.27
IT2I-5	11.40	375.00	96,811.42	6.87	186.10	13.93	287.22	0.29
IIT2A-0-5	17.43	103.87	65,320.30	5.26	177.37	9.49	256.73	0.87
IIT2I-0-5	24.59	194.91	62,561.65	5.83	184.51	12.15	297.35	1.42
B2A-5	16.26	37.99	45,291.53	3.67	104.29	7.16	551.51	0.44

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE.
EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO
DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Mg	Mn	Mo	Nb	Ni	K	Pb	Zr
R1	221.13	24.32	3.76	6.90	1.91	46,949.39	65.48	108.38
MD-R1	235.50	24.95	3.72	6.54	1.97	46,119.44	64.25	103.84
R2	34,301.78	978.12	2.15	10.44	28.44	41,617.33	27.80	217.71
R3-A	50,098.37	1,362.51	1.28	13.83	42.47	17,557.90	13.13	384.02
R3-B	38,217.21	1,942.92	1.39	13.79	35.04	23,167.73	15.35	440.02
R3-C	34,694.68	1,910.87	0.77	13.16	33.82	14,455.03	14.59	309.90
R4	21,855.44	903.19	1.09	14.39	26.50	38,410.84	26.66	212.81
R5	3,674.50	11,178.86	1.42	18.10	0.60	64,734.93	104.11	96.42
R. STA. ISABEL	4,184.19	176.32	13.56	8.16	22.89	31,760.38	9,312.58	95.48
RSQ-1-BLANCA	2,089.22	325.57	1.39	28.93	<LDM	48,796.14	31.37	85.43
RAC-1-BLANCA	73,271.70	3,646.55	0.78	3.79	294.34	4,682.19	213.40	32.72
RMO-1	32,275.79	1,827.80	0.73	12.79	85.81	46,389.22	9.32	148.98
IT2A-5	38,859.66	1,375.69	11.72	15.36	90.85	29,925.02	61.46	279.02
IT2I-5	16,568.80	1,318.83	4.34	5.06	38.37	41,408.66	113.33	215.45
IIT2A-0-5	13,489.93	1,818.42	7.01	19.61	20.95	40,493.99	82.58	155.47
IIT2I-0-5	24,727.71	2,214.97	3.61	17.07	33.47	39,710.11	130.40	180.33
B2A-5	18,528.35	962.76	1.51	3.95	25.59	29,181.54	34.11	135.55

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PRÓBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)					
	Th	U				
R1	7.68	1.02				
MD-R1	7.33	0.90				
R2	25.06	5.37				
R3-A	4.32	1.19				
R3-B	4.81	1.91				
R3-C	3.19	2.36				
R4	16.76	5.19				
R5	47.95	5.70				
R. STA. ISABEL	27.12	6.54				
RSQ-1-BLANCA	42.24	6.16				
RAC-1-BLANCA	2.15	2.02				
RMO-1	5.63	2.68				
IT2A-5	18.75	6.40				
IT2I-5	18.24	5.60				
IIT2A-0-5	16.80	4.03				
IIT2I-0-5	16.47	3.91				
B2A-5	10.71	2.76				

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N




INFORME INTERNO DE RESULTADOS

IGL/INF-LABQUP-15-2-2015

Área	Identificación del Informe	Fecha de Emisión del informe																					
LABQUP	IGL/INF-LABQUP-15-2-2015	31 octubre 2015																					
Solicitante		Procedimiento de Muestreo Utilizado																					
Dr. Francisco Martín Romero / Dra. Azucena Dotor		No reportado																					
Fecha de Recepción de Muestras	Periodo de Preparación de Muestras	Número de Orden de trabajo/ AÑO																					
03 JULIO 2015	28 de agosto al 22 de septiembre de 2015	15-2/15																					
Periodo de análisis	Equipo Utilizado																						
05 DE OCTUBRE	Q-ICP-MS Agilent 7500ce																						
Métodos o Normas de Análisis Empleados																							
PROTOCOLO INTERNO DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA.																							
Referencias																							
BITPER/LABQUP-02/136-137; BITEQ/LABQUP-02/129; BITEQ/LABQUP-03/06-07																							
Observaciones																							
<p>Nota: Los resultados corresponden a las muestras solicitadas con el formato "SOLICITUD-LABQUP ICPMS-OT-15 2015"</p> <p>CONTROLES DE CALIDAD:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Tipo</th> <th style="width: 55%;">Especificación</th> <th style="width: 30%;">Criterio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R-2808515-1</td> <td>Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td><LDM</td> </tr> <tr> <td>BM-2808515-1</td> <td>Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td>Depende del proceso</td> </tr> <tr> <td>S-2808515-1</td> <td>Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)</td> <td>± 10%</td> </tr> <tr> <td>ADA-MD-R1</td> <td>Muestra duplicada</td> <td>DPR < 20%</td> </tr> <tr> <td>DPR</td> <td>Diferencia porcentual relativa</td> <td>< 20% para M y MD</td> </tr> <tr> <td>MRC-2808515-1</td> <td>SBC-1 SHALE</td> <td>± 10%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: * <LDM = Menor al límite de detección del método (LDM).</p>			Tipo	Especificación	Criterio	R-2808515-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM	BM-2808515-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso	S-2808515-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%	ADA-MD-R1	Muestra duplicada	DPR < 20%	DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD	MRC-2808515-1	SBC-1 SHALE	± 10%
Tipo	Especificación	Criterio																					
R-2808515-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM																					
BM-2808515-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso																					
S-2808515-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%																					
ADA-MD-R1	Muestra duplicada	DPR < 20%																					
DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD																					
MRC-2808515-1	SBC-1 SHALE	± 10%																					

Nota: El usuario se compromete a dar los agradecimientos correspondientes, en cualquier artículo, tesis o trabajo que se derive de los resultados presentados, tanto al Laboratorio de Química Ultrapura e ICP-MS como al M en C Ernesto Hernández Mendiola por su trabajo realizado en la preparación y análisis de las muestras. Así mismo, el usuario se compromete a mandar una copia simple de dicho agradecimiento vía correo.


 M. en C. Ernesto Hernández Mendiola
 Técnico Académico Titular "B".

Responsable del Laboratorio de Química Ultrapura (LABQUP) y de Q-ICP-MS.
 DEPTO. DE GEOQUÍMICA, INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM

56224310 EXT 161, 230, 210; email: ernestohm@geologia.unam.mx; ernestohmen@gmail.com

ESTOS RESULTADOS AMPARAN UNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
B2I 0-5	39.05	72.87	8.86	33.60	6.47	1.45	6.12	0.83
MD-B2I 0-5	37.82	71.75	8.67	32.80	6.29	1.55	6.50	0.88
SDMO-20	43.85	85.81	9.83	36.56	7.10	1.48	6.84	0.94
MD-SDMO-20	44.28	86.53	9.92	36.89	7.17	1.50	7.00	0.96
S2A 0-5	44.36	81.86	9.96	37.62	7.39	1.68	7.26	1.01
S2I 0-5	46.66	85.92	10.14	37.49	7.28	1.57	7.15	0.97
SD-1A 0-5	43.80	78.41	9.11	33.41	6.35	1.50	6.28	0.87
SD-1B 0-5	40.70	72.77	8.97	33.45	6.39	1.52	6.37	0.87
SD-1C 0-5	39.78	77.16	9.14	34.64	6.91	1.59	6.89	0.95
SDMO-01	42.13	79.85	9.38	35.28	6.97	1.47	6.92	0.96
SDMO-02	41.63	81.95	9.33	34.52	6.75	1.43	6.59	0.90
SDMO-04	44.21	85.05	9.77	36.79	7.20	1.52	7.18	0.98
SDMO-06	40.74	76.09	8.91	33.30	6.54	1.42	6.46	0.89
SDMO-07	45.45	86.54	9.95	37.58	7.41	1.56	7.43	1.02
SDMO-08	43.09	82.71	9.58	35.80	6.99	1.51	6.87	0.94
SDMO-09	41.43	79.52	9.19	34.60	6.81	1.52	6.73	0.91
SDMO-13	43.06	81.58	9.50	35.38	6.94	1.45	6.75	0.93
SDMO-19	42.06	80.11	9.25	34.42	6.74	1.46	6.54	0.90

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE.
EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO
DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)					
	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
B2I 0-5	4.43	0.89	2.52	0.36	2.40	0.37
MD-B2I 0-5	4.67	0.93	2.64	0.37	2.52	0.39
SDMO-20	5.05	1.02	2.88	0.41	2.79	0.42
MD-SDMO-20	5.15	1.03	2.93	0.41	2.82	0.43
S2A 0-5	5.48	1.11	3.16	0.45	3.04	0.47
S2I 0-5	5.14	1.03	2.91	0.41	2.80	0.43
SD-1A 0-5	4.67	0.95	2.70	0.39	2.64	0.41
SD-1B 0-5	4.70	0.96	2.75	0.39	2.68	0.42
SD-1C 0-5	5.20	1.05	2.95	0.41	2.80	0.43
SDMO-01	5.19	1.06	3.03	0.43	2.90	0.45
SDMO-02	4.83	0.98	2.77	0.39	2.67	0.41
SDMO-04	5.28	1.07	3.01	0.43	2.88	0.44
SDMO-06	4.81	0.97	2.77	0.39	2.64	0.40
SDMO-07	5.51	1.11	3.15	0.44	3.01	0.46
SDMO-08	5.05	1.02	2.90	0.41	2.76	0.42
SDMO-09	4.89	0.98	2.75	0.38	2.59	0.40
SDMO-13	5.02	1.01	2.87	0.40	2.72	0.41
SDMO-19	4.88	0.99	2.80	0.40	2.70	0.41

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE.
EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO
DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Ba	Ca	Co	Cr	P	Zn	Sn	Y
B2I 0-5	844.72	39,629.49	14.19	49.95	2,644.95	59.15	4.10	25.00
MD-B2I 0-5	843.04	39,080.07	14.33	50.31	2,594.58	64.66	4.31	24.14
SDMO-20	694.70	54,503.72	15.83	46.97	2,353.09	86.79	4.17	28.87
MD-SDMO-20	698.29	54,866.63	15.74	48.01	2,356.78	87.35	4.44	29.31
S2A 0-5	974.23	50,087.43	14.84	58.41	2,565.22	72.48	3.95	31.17
S2I 0-5	737.87	28,040.98	12.86	58.03	2,391.76	71.32	3.51	28.85
SD-1A 0-5	1,218.66	39,798.79	8.06	30.40	1,419.66	42.97	2.92	27.03
SD-1B 0-5	1,259.13	41,124.58	8.06	22.46	1,152.81	39.61	4.37	26.38
SD-1C 0-5	1,156.16	58,175.18	12.53	45.29	1,711.16	59.39	3.88	29.37
SDMO-01	793.04	42,854.98	13.99	44.71	1,889.62	146.93	2.83	30.09
SDMO-02	658.17	41,617.24	14.03	41.50	2,024.35	78.09	3.99	27.73
SDMO-04	709.79	43,318.81	15.20	50.39	2,065.55	81.66	4.28	30.29
SDMO-06	721.20	48,753.89	11.92	34.98	1,746.14	66.77	3.85	28.07
SDMO-07	736.56	40,206.33	15.32	40.10	2,128.50	90.12	4.31	31.78
SDMO-08	729.86	27,870.11	15.96	35.66	2,286.51	100.47	4.26	28.83
SDMO-09	856.60	53,350.69	13.20	38.84	2,037.31	66.50	4.24	27.56
SDMO-13	685.76	45,282.55	14.15	40.24	1,988.22	81.32	4.48	28.64
SDMO-19	850.02	50,589.75	13.08	43.07	1,883.22	139.66	4.18	29.44

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Cs	Cu	Fe	Hf	Rb	Sc	Sr	Ta
B2I 0-5	18.70	39.08	53,296.16	4.76	107.98	11.12	633.76	0.36
MD-B2I 0-5	18.30	39.36	53,260.65	4.50	106.48	11.29	623.32	0.25
SDMO-20	25.22	45.48	58,968.91	3.72	147.19	12.66	278.31	0.15
MD-SDMO-20	25.67	44.65	58,863.29	3.74	149.13	12.91	280.27	0.18
S2A 0-5	17.42	43.74	68,839.79	2.62	120.85	11.16	585.11	0.12
S2I 0-5	9.52	27.49	68,040.77	4.23	141.02	11.74	344.91	0.12
SD-1A 0-5	7.19	14.84	43,026.34	5.47	150.35	8.96	407.87	0.73
SD-1B 0-5	7.45	13.16	41,611.53	3.20	147.59	8.11	407.65	0.13
SD-1C 0-5	9.67	39.61	60,598.71	3.10	124.85	11.14	431.72	0.17
SDMO-01	23.01	38.53	53,829.39	5.18	140.92	7.52	257.32	0.86
SDMO-02	23.48	39.47	54,638.17	4.20	142.98	13.15	260.87	0.14
SDMO-04	25.04	46.71	56,277.53	4.10	144.47	11.13	294.25	0.20
SDMO-06	21.58	44.19	47,326.00	3.64	131.54	11.20	299.98	0.15
SDMO-07	30.30	59.75	58,078.38	3.59	158.89	11.70	303.25	0.27
SDMO-08	37.42	81.59	57,345.61	3.53	162.90	13.34	268.67	0.16
SDMO-09	14.82	40.79	55,094.70	2.52	122.53	10.50	381.53	0.20
SDMO-13	23.75	43.64	54,619.16	3.37	140.41	11.07	263.82	0.20
SDMO-19	21.09	37.94	52,156.10	3.89	133.92	12.12	303.35	0.30

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE.
EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO
DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Mg	Mn	Mo	Nb	Ni	K	Pb	Zr
B2I 0-5	24,233.68	985.61	0.24	1.57	35.47	27,269.29	37.77	136.20
MD-B2I 0-5	23,942.25	987.56	0.08	1.21	36.43	27,615.40	37.72	137.70
SDMO-20	28,740.26	1,392.72	0.07	0.36	35.17	30,665.72	52.72	114.32
MD-SDMO-20	28,950.79	1,400.08	0.06	0.51	35.01	30,549.46	52.51	113.32
S2A 0-5	19,059.26	1,077.31	< LDM	0.05	26.81	30,636.62	49.48	80.55
S2I 0-5	16,731.51	1,128.78	0.12	0.07	20.32	30,941.40	29.97	131.17
SD-1A 0-5	11,205.69	681.81	1.29	12.65	10.47	> 40,000	21.85	164.25
SD-1B 0-5	11,167.52	661.45	0.00	0.11	10.13	> 40,000	21.19	93.59
SD-1C 0-5	18,737.76	909.82	0.12	0.71	19.65	31,631.77	27.10	92.81
SDMO-01	28,193.79	1,301.67	1.01	11.00	32.11	27,226.40	48.86	161.77
SDMO-02	26,968.70	1,332.61	0.05	0.13	31.54	26,980.00	49.92	128.29
SDMO-04	26,448.25	1,381.26	0.02	0.98	32.79	28,686.88	53.00	128.89
SDMO-06	22,604.19	856.61	0.03	0.68	23.45	25,266.35	46.22	112.92
SDMO-07	26,439.10	1,285.63	0.02	2.18	30.46	31,178.07	57.78	109.60
SDMO-08	26,913.95	1,325.63	0.14	0.39	29.38	32,674.48	63.34	110.81
SDMO-09	22,151.13	926.02	0.08	1.51	23.88	27,088.70	35.25	79.74
SDMO-13	26,417.82	1,308.32	0.07	1.34	30.43	27,483.15	51.17	104.95
SDMO-19	27,202.00	1,223.19	0.18	2.09	29.67	26,640.03	46.06	127.70

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-15-2-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)											
	Th	U										
B2I 0-5	11.67	2.82										
MD-B2I 0-5	11.90	2.75										
SDMO-20	15.03	3.86										
MD-SDMO-20	15.74	3.94										
S2A 0-5	20.65	4.35										
S2I 0-5	14.97	4.05										
SD-1A 0-5	15.15	4.19										
SD-1B 0-5	11.64	3.90										
SD-1C 0-5	13.40	3.77										
SDMO-01	15.32	3.43										
SDMO-02	15.33	3.50										
SDMO-04	14.33	3.87										
SDMO-06	14.93	3.61										
SDMO-07	15.13	4.41										
SDMO-08	14.14	4.62										
SDMO-09	12.74	3.56										
SDMO-13	14.22	3.64										
SDMO-19	14.22	3.28										

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



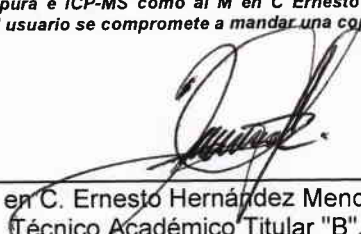
INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-21-2015

Área	Identificación del Informe	Fecha de Emisión del informe																					
LABQUP	IGL/INF-LABQUP-21-2015	09 Mayo 2016																					
Solicitante		Procedimiento de Muestreo Utilizado																					
Dr. Francisco Martín Romero / Dra. Azucena Dotor		No reportado																					
Fecha de Recepción de Muestras	Periodo de Preparación de Muestras	Número de Orden de trabajo/Año																					
03 SEPTIEMBRE 2015	29 de SEPTIEMBRE al 10 de OCTUBRE de 2015	21/15																					
Periodo de análisis		Equipo Utilizado																					
23 DE OCTUBRE		Q-ICP-MS Agilent 7500ce																					
Métodos o Normas de Análisis Empleados																							
PROTOCOLO INTERNO DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA.																							
Referencias																							
BITPER/LABQUP-02/153-156; BITEQ/LABQUP-02/131; BITEQ/LABQUP-03/11-12																							
Observaciones																							
<p>Nota: Los resultados corresponden a las muestras solicitadas con el formato "SOLICITUD-LABQUP ICPMS-OT-15 2015"</p> <p>CONTROLES DE CALIDAD:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Tipo</th> <th style="width: 55%;">Especificación</th> <th style="width: 30%;">Criterio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R-290915-1</td> <td>Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td style="text-align: center;"><LDM</td> </tr> <tr> <td>BM-290915-1</td> <td>Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)</td> <td style="text-align: center;">Depende del proceso</td> </tr> <tr> <td>S-290915-1</td> <td>Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)</td> <td style="text-align: center;">± 10%</td> </tr> <tr> <td>MD-T1-1A(30-40)</td> <td>Muestra duplicada</td> <td style="text-align: center;">DPR < 20%</td> </tr> <tr> <td>DPR</td> <td>Diferencia porcentual relativa</td> <td style="text-align: center;">< 20% para M y MD</td> </tr> <tr> <td>MRC-290915-1</td> <td>SBC-1 SHALE</td> <td style="text-align: center;">± 10%</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota:</i> * <LDM = Menor al límite de detección del método (LDM).</p>			Tipo	Especificación	Criterio	R-290915-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM	BM-290915-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso	S-290915-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%	MD-T1-1A(30-40)	Muestra duplicada	DPR < 20%	DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD	MRC-290915-1	SBC-1 SHALE	± 10%
Tipo	Especificación	Criterio																					
R-290915-1	Blanco de reactivos (2% ácido nítrico tridestilado)	<LDM																					
BM-290915-1	Blanco de método (2% ácido nítrico tridestilado)	Depende del proceso																					
S-290915-1	Estándar de verificación (concentración 25 ppb para todos los elementos)	± 10%																					
MD-T1-1A(30-40)	Muestra duplicada	DPR < 20%																					
DPR	Diferencia porcentual relativa	< 20% para M y MD																					
MRC-290915-1	SBC-1 SHALE	± 10%																					

Nota: El usuario se compromete a dar los agradecimientos correspondientes, en cualquier artículo, tesis o trabajo que se derive de los resultados presentados, tanto al Laboratorio de Química Ultrapura e ICP-MS como al M en C Ernesto Hernández Mendiola por su trabajo realizado en la preparación y análisis de las muestras. Así mismo, el usuario se compromete a mandar una copia simple de dicho agradecimiento via correo.


 M. en C. Ernesto Hernández Mendiola
 Técnico Académico Titular "B".

Responsable del Laboratorio de Química Ultrapura (LABQUP) y de Q-ICP-MS.
 DEPTO. DE GEOQUÍMICA, INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
 56224310 EXT 161, 230, 210; email: ernestohm@geologia.unam.mx; ernestohmen@gmail.com

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE.
 EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO
 DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-21-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
T1-1A(5)	37.08	67.49	7.95	27.41	5.62	1.08	5.16	0.80
T1-1A(30-40)	33.71	65.52	7.23	26.61	5.11	0.98	5.01	0.73
MD-T1-1A(30-40)	30.97	62.30	6.60	24.14	4.66	0.91	4.49	0.66
RSQ-1-ROJA	57.07	92.57	9.63	27.36	3.23	0.44	4.23	0.58
RSQ-1-NEGRA	45.71	86.16	9.81	34.65	6.14	1.37	5.15	0.67
B4-A(5)	30.80	56.87	6.77	25.95	5.08	1.25	4.81	0.67
B4-A(55-65)	31.94	59.38	7.20	27.35	5.43	1.28	5.08	0.74
MD-T1-1A(30-40)	31.13	58.96	6.88	25.54	5.05	0.86	4.90	0.72
T8-A(5)	36.01	68.83	7.73	28.67	5.48	1.27	5.24	0.73
T8-A(100-120)	35.38	65.67	7.77	29.09	5.54	1.25	5.12	0.71

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)					
	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
T1-1A(5)	4.72	0.93	2.67	0.44	2.82	0.47
T1-1A(30-40)	4.29	0.91	2.69	0.40	2.74	0.43
MD-T1-1A(30-40)	3.87	0.82	2.43	0.36	2.51	0.40
RSQ-1-ROJA	3.61	0.79	2.43	0.36	2.50	0.38
RSQ-1-NEGRA	3.55	0.71	2.10	0.30	2.10	0.33
B4-A(5)	3.66	0.73	2.06	0.29	1.97	0.30
B4-A(55-65)	4.07	0.82	2.33	0.33	2.22	0.35
MD-T1-1A(30-40)	4.12	0.86	3.15	0.46	3.13	0.49
T8-A(5)	4.05	0.82	2.34	0.33	2.27	0.36
T8-A(100-120)	3.83	0.77	2.24	0.32	2.20	0.35

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-21-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Ba	Ca	Co	Cr	P	Zn	Sn	Y
T1-1A(5)	833.66	11,332.41	11.52	69.05	1,662.28	159.23	2.46	24.69
T1-1A(30-40)	809.37	10,302.20	11.64	62.77	1,613.87	154.59	2.38	24.94
MD-T1-1A(30-40)	754.31	9,076.88	10.21	62.99	1,332.58	137.67	1.88	22.10
RSQ-1-ROJA	160.58	7,755.20	1.35	6.25	350.88	29.69	120.82	22.95
RSQ-1-NEGRA	850.48	4,267.10	2.23	9.09	1,185.81	233.00	55.62	16.54
B4-A(5)	923.84	52,354.24	12.92	44.03	1,865.22	77.39	0.92	20.16
B4-A(55-65)	857.06	39,972.91	17.75	44.36	1,918.12	128.62	0.79	22.51
MD-T1-1A(30-40)	668.16	10,487.97	14.00	50.15	1,280.58	149.74	2.32	27.25
T8-A(5)	934.28	16,925.94	15.77	63.08	1,850.09	117.64	1.42	21.95
T8-A(100-120)	1,014.03	15,645.80	22.37	59.14	2,021.28	107.69	1.00	20.55

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Cs	Cu	Fe	Hf	Rb	Sc	Sr	Ta
T1-1A(5)	14.58	256.71	76,847.71	7.92	211.51	12.18	174.65	0.98
T1-1A(30-40)	13.25	233.37	74,609.42	7.69	192.28	11.83	169.56	0.96
MD-T1-1A(30-40)	12.50	207.64	66,678.26	4.10	183.99	10.37	157.10	0.92
RSQ-1-ROJA	3.41	14.58	122,798.55	2.59	130.27	1.97	447.06	1.70
RSQ-1-NEGRA	12.70	17.90	42,863.93	1.89	251.88	3.78	191.68	0.19
B4-A(5)	13.41	81.68	58,041.77	4.31	107.45	8.25	324.32	0.73
B4-A(55-65)	16.41	290.57	53,036.24	4.40	128.51	9.30	256.90	0.81
MD-T1-1A(30-40)	12.32	209.70	54,157.07	6.00	174.86	10.96	148.66	1.17
T8-A(5)	17.35	234.88	59,148.44	6.85	142.72	10.43	280.19	0.89
T8-A(100-120)	13.42	348.72	53,720.16	3.52	152.59	9.74	275.08	0.79

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N



INFORME INTERNO DE RESULTADOS



IGL/INF-LABQUP-21-2015

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Mg	Mn	Mo	Nb	Ni	K	Pb	Zr
T1-1A(5)	22,249.05	1,315.09	4.92	12.93	33.16	39,175.84	217.52	266.05
T1-1A(30-40)	20,226.41	1,195.53	4.47	12.55	30.14	39,571.56	211.18	241.87
MD-T1-1A(30-40)	18,448.14	1,047.03	4.13	9.36	26.90	35,051.47	192.53	150.23
RSQ-1-ROJA	2,574.48	211.93	8.86	20.32	0.67	26,466.09	61.01	56.40
RSQ-1-NEGRA	3,334.09	1,585.82	1.07	2.11	0.66	33,087.06	3,718.87	45.56
B4-A(5)	14,946.56	1,162.28	1.36	10.13	21.11	26,373.24	61.74	134.50
B4-A(55-65)	15,680.47	1,273.90	1.58	10.29	24.86	27,916.16	69.90	138.80
MD-T1-1A(30-40)	14,022.55	1,645.61	2.89	13.47	24.64	33,922.99	198.51	181.54
T8-A(5)	15,525.98	1,400.94	2.31	12.52	25.59	28,767.30	114.04	214.56
T8-A(100-120)	15,278.12	1,558.77	2.07	8.66	25.99	31,930.21	107.21	121.14

Clave	Concentración de Elementos Totales (ug/g)							
	Th	U						
T1-1A(5)	18.96	4.44						
T1-1A(30-40)	17.23	4.31						
MD-T1-1A(30-40)	15.71	4.00						
RSQ-1-ROJA	32.33	3.05						
RSQ-1-NEGRA	14.27	4.08						
B4-A(5)	9.59	2.78						
B4-A(55-65)	11.56	3.36						
MD-T1-1A(30-40)	16.17	4.28						
T8-A(5)	16.54	4.75						
T8-A(100-120)	16.52	4.42						

ESTOS RESULTADOS AMPARAN ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS PROBADAS, SIN QUE ESTAS SEAN REPRESENTATIVAS DE UN UNIVERSO O LOTE. EL PRESENTE INFORME DE PRUEBA NO DEBE REPRODUCIRSE, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA ULTRAPURA DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA DE LA UNAM

F/PTA-S/N