



Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana

ISSN: 1405-3322

sgm_editorial@geociencias.unam.mx

Sociedad Geológica Mexicana, A.C.

México

Izaguirre, Aldo; Iriondo, Alexander; Caballero-Martínez, Juan Antonio; Moreira-Rivera, Francisco;
Espinosa-Arámburu, Enrique

Homogeneidad geoquímica de la alteración hidrotermal del cinturón de oro orogénico del NW de
Sonora, México: Estudio de balance de masas en rocas encajonantes de la mineralización

Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, vol. 64, núm. 1, 2012, pp. 119-153

Sociedad Geológica Mexicana, A.C.

Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94324474011>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Homogeneidad geoquímica de la alteración hidrotermal del cinturón de oro orogénico del NW de Sonora, México: Estudio de balance de masas en rocas encajonantes de la mineralización

Aldo Izaguirre^{1,*}, Alexander Iriondo^{1,2}, Juan Antonio Caballero-Martínez³,
Francisco Moreira-Rivera³, Enrique Espinosa-Arámburu³

¹ Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Boulevard Juriquilla 3001, Juriquilla, 76230, Querétaro, México

² Department of Geological Sciences, Jackson School of Geosciences, The University of Texas at Austin, Austin, 78712, Texas, EUA

³ Servicio Geológico Mexicano, Boulevard Felipe Ángeles km 93.50-4, Colonia Venta Prieta Pachuca, 42080, Hidalgo, México

*aldoizapo@gmail.com

Resumen

Un estudio geoquímico de balance de masas, combinado con otros de carácter multidisciplinario (petrografía, correlación geoquímica bivariable de Au y Ag e inclusiones minerales en pirita y oro nativo) en rocas encajonantes alteradas y en vetas de cuarzo presentes a lo largo del Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC), permitieron evaluar el grado de homogeneidad geoquímica de los fluidos que generaron la alteración hidrotermal y las vetas auríferas que componen la mineralización en el NW de Sonora, México.

Los resultados del estudio de balance de masas, realizado mediante el método de isocona combinando geoquímica de roca fresca y alterada de 20 localidades del COOC, muestran que la mayoría de las rocas encajonantes (> 50 %) se enriquecieron en los compuestos y elementos K₂O, W, Cu, Pb, Mo, Tl, Be, Zn, V, Sb, Ag, Sn, SiO₂, Se, Ni y FeO. Por lo contrario, el balance de masas muestra un empobrecimiento en los elementos Ca, Y, Na, Ho, Co, Sr, Yb, Mn, Dy, Er y Tb. Este consistente patrón de enriquecimiento y empobrecimiento encontrado en las muestras recolectadas en toda la extensión del COOC (~400 km de largo y ~60-80 km de ancho) sugiere un alto grado de homogeneidad de la alteración originada por los fluidos mineralizantes.

Los estudios petrográficos de las rocas encajonantes frescas y alteradas sugieren que la alteración hidrotermal consistió principalmente en silicificación, sericitización, cloritización, epidotización y piritización. El estudio geoquímico bivariable de Au y Ag, realizado en vetas de cuarzo, indica una estrecha correlación (positiva) con los elementos que sufrieron mayor enriquecimiento en el estudio de balance de masas. De esta manera, estos pudieran proporcionar una guía geoquímica útil en la exploración mineral de Au en la región.

Por otro lado, en cristales de pirita y oro nativo de vetas de cuarzo se encontraron múltiples inclusiones minerales de oro y plata nativos, galena, covelita, esfalerita, molibdenita, scheelita y turmalina que explicarían, mineralógicamente, los enriquecimientos elementales detectados por los métodos geoquímicos empleados en este estudio.

Finalmente, la homogeneidad geoquímica del fluido mineralizante sugerida en este estudio permitiría proponer un evento coetáneo de mineralización de gran envergadura para gran parte del NW de Sonora (vetas de cuarzo con oro de tipo orogénico) durante el periodo compresivo laramídico que se desarrolló durante el Cretácico tardío al Terciario temprano.

Palabras clave: Balance de masas, homogeneidad, alteración hidrotermal, mineralización, oro orogénico, Sonora, México, método de isocona, vetas de cuarzo, microscopía electrónica, correlación bivariable.

Abstract

A geochemical mass balance study, combined with petrography, bivariate Au and Ag geochemical analysis, and inclusion study

in pyrites and native gold, was performed on a suite of hydrothermally altered host rocks and contemporaneous quartz veins from the Caborca Orogenic Gold Belt in NW Sonora, Mexico (COOC; by its abbreviations in Spanish: Cinturón de Oro Orogénico Caborca). These combined studies helped evaluating the geochemical homogeneity of the mineralizing fluids that formed the alteration envelopes and the auriferous quartz veins in the entire area occupying the COOC (~400 km long and ~60-80 km wide belt).

The isocon statistical technique used in the mass balance study was applied on 20 pairs of major and trace element geochemical data of altered and fresh rock samples. The results show that the majority (>50 %) of the altered host rocks are enriched in K_2O , W, Cu, Pb, Mo, Tl, Be, Zn, V, Sb, Ag, Sn, SiO_2 , Se, Ni and FeO, and are clearly depleted in Ca, Y, Na, Ho, Co, Sr, Yb, Mn, Dy, Er and Tb. The similar pattern of enrichment and depletion was shown by most of the studied samples suggesting a high degree of geochemical homogeneity of the mineralizing fluids.

Petrography on both the altered and fresh rocks indicates that the hydrothermal alteration primarily consisted of silicification, sericitization, chloritization, epidotization and pyritization. The bivariate Au and Ag geochemical studies, done in auriferous quartz veins, show a strong positive correlation between these two elements and the enriched elements shown by the mass balance study on the altered host rocks. Therefore, these elements could be utilized as a geochemical exploration guide to targeting orogenic gold deposits in the region. Multiple inclusions of native gold and silver, galena, covellite, sphalerite, molybdenite, scheelite and tourmaline were encapsulated in pyrite and native gold grains in the quartz veins. Presence of these mineral occurrences explains most of the elemental anomalies obtained geochemically on the quartz veins and altered host rocks.

In conclusion, the geochemical homogeneity of the mineralizing fluid, proposed in this study, implies that the mineralization (Au-rich quartz veins) and associated alteration assemblages were part of a large-scale event synchronous with the Laramide orogeny when compressional tectonism was active during Late Cretaceous to Early Tertiary time.

Keywords: Mass balance, homogeneity, hydrothermal alteration, mineralization, orogenic gold, Sonora, México, isocon method, quartz veins, electron microscopy, bivariate correlation.

1. Introducción

El siguiente trabajo presenta un estudio geoquímico de balance de masas de la alteración hidrotermal presente en las rocas encajonantes del Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC), zona localizada al NW de Sonora, México (Figura 1). La denominación de COOC se presenta en este trabajo para comunicar y facilitar el manejo cuando se refiere a la mineralización aurífera de tipo oro orogénico en el NW de Sonora. El objetivo principal de este estudio ha sido el evaluar la hipótesis que asume una homogeneidad geoquímica de los fluidos hidrotermales mineralizantes durante la génesis de la mineralización de tipo orogénico a largo del COOC. Dicha homogeneidad será evaluada por medio de (1) un estudio geoquímico de balance de masas, (2) un análisis de correlación bivariable de los elementos químicos de las vetas de cuarzo del COOC, (3) petrografía de las rocas encajonantes frescas y alteradas (Figuras 2, 3 y 5; Tabla 1), y (4) la caracterización de microscopía electrónica de barrido con espectroscopía de energía dispersiva (SEM-EDS) de inclusiones minerales encapsuladas en granos de pirita y oro nativo.

Otro objetivo de este estudio de balance de masas es determinar la proporción de enriquecimiento, empobrecimiento e inmovilidad de elementos mayores, traza y preciosos de las muestras encajonantes de la mineralización utilizando pares de roca fresca y alterada. Esto se logra calculando los incrementos y decrementos

en las concentraciones de cada elemento de la roca fresca (original) con respecto a la roca alterada por el proceso hidrotermal mineralizante. Para encontrar dichos cambios se usó el concepto de diagramas de isocon propuesto por Grant (1986) y que se presentará en este trabajo.

2. Estudios previos de la mineralización de tipo orogénico en el NW de Sonora

Los primeros estudios publicados en relación con el área que abarca el Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC) fueron de carácter regional, con poco detalle, y consistieron en un reconocimiento de la geología estructural y geoquímica de la mineralización que sirvieron para delimitar la extensión y relaciones de Au-Ag entre las expresiones minerales de este cinturón (Silberman *et al.*, 1987, 1988). Sin embargo, en estos estudios se incluyeron depósitos epitermales u otras tipologías de yacimientos dentro de una inmensa área, mucho mayor a la actualmente propuesta en este estudio (Figura 1). Albinson (1989) realizó un estudio regional de inclusiones fluidas determinando que las vetas de cuarzo con Au son de tipo mesotermal, tipología que actualmente se conoce como oro orogénico. Estudios más recientes y de más detalle han permitido caracterizar temporal y geoquímicamente algunas zonas mineralizadas del COOC con el objetivo de contextualizar la mineralización y proponer su paragénesis. Estas zonas

Yavapai.

3. Muestreo de las rocas encajonantes y vetas de cuarzo del COOC

El muestreo consistió en coleccionar los pares de roca encajonante fresca y alterada y las vetas de cuarzo del Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC) (Figura 1). Los puntos estratégicos a muestrear se seleccionaron empleando información de las publicaciones previas y las cartas geológico-mineras del Servicio Geológico Mexicano (SGM) a escala 1:250,000 del NW de Sonora. También los reportes en texto publicados por el SGM, donde se han ubicado minas o zonas mineralizadas con las características paragenéticas comunes del oro orogénico (vetas de cuarzo, carbonatos de calcio y/o hierro, sericita, mica blanca, clorita, epidota, pirita y galena, principalmente). Durante el muestreo se cubrió una proporción amplia de ocurrencias de la mineralización del COOC, permitiendo un muestreo espacialmente representativo (Figura 1) coleccionando 20 pares de muestras de roca encajonante fresca y alterada, que fueran representativas de la mineralización. También se coleccionaron muestras en 102 vetas de cuarzo (Figura 1), que incluyeron algunos fragmentos de la roca encajonante alterada, como comúnmente se hace en el muestreo de tipo canal-esquirla. Las muestras de roca alterada se coleccionaron en los halos de alteración generados por los fluidos precursores de las vetas de Au del COOC. Las rocas frescas fueron coleccionadas alejadas de dicha zona alterada hasta encontrar roca visualmente fresca, que en promedio resultó comúnmente ~10 m a partir del fin del halo de alteración generado por las vetas de cuarzo. Cabe aclarar que en algunos de estos puntos de muestreo existe cierto grado de enriquecimiento supergénico, producto, principalmente, del intemperismo de pirita. Este proceso pudo ser debido a variaciones del nivel freático, seguramente originadas durante procesos de oxidación-reducción en el periodo extensional (basculamientos) desde el Mioceno a la actualidad y que generó mineralogías secundarias como carbonatos y silicatos de cobre (*p.e.*, malaquita, azurita, crisocola), wulfenita y óxidos de hierro (*p.e.*, goethita).

Las observaciones de campo, realizadas durante el muestreo, permitieron trazar el perímetro aproximado que presenta geográficamente el Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC; Figura 1). El COOC tiene dimensiones aproximadas de 400 km de largo y 60-80 km de ancho con una orientación NW-SE. El límite del muestreo, hacia la porción norte, fue la frontera política con los Estados Unidos (Arizona). Sin embargo, la mineralización de tipo orogénico aparentemente continúa, en dirección NW, hacia el estado de California, donde se han reportado ocurrencias de oro orogénico en la zona minera de Cargo Muchacho, American Girl y, posiblemente, Picacho y Copperstone (Branham, 1988; Figura 1A). El límite hacia el sureste del COOC se localiza a ~50 km al SE del poblado de Benjamín

Hill donde terminan las ocurrencias de mineralización de esta tipología debido a la presencia de rocas volcánicas oligoceno-miocénicas que las cubren. Finalmente, hacia el NE y SW del cinturón, el límite está estimado por la presencia de otras tipologías de yacimientos (*p.e.*, pórfidos cupríferos) con paragénesis minerales diferentes a las presentes en el COOC (Figura 1B).

4. Técnicas analíticas

4.1. Preparación de las muestras

La preparación de rocas encajonantes y vetas de cuarzo consistió en triturar ~3 kg de muestra representativa de cada localidad a estudiar (Figura 1). Para el triturado se empleó una quebradora de gran capacidad marca *Chipmuck* que fue previamente limpiada con cada una de las muestras para evitar al máximo la contaminación entre muestras. Del material quebrado resultante se realizó un cuarteo para obtener ~150 g de gravilla que se utilizó en el proceso final de pulverizado usando el sistema de pulverizado *Shatter Box* con contenedores de alúmina para evitar contaminación metálica. Sin embargo, para el pulverizado de las muestras de vetas de cuarzo se utilizó un contenedor de carburo de tungsteno con anillo interno para agilizar el proceso. De cada muestra se obtuvieron ~100 g de polvo con un tamaño de partícula inferior a las ~74 micras, el cual se envió para su análisis a los laboratorios del Centro Experimental Chihuahua pertenecientes al Servicio Geológico Mexicano.

Las muestras se analizaron por medio de diferentes técnicas analíticas para determinar las concentraciones de elementos mayores, traza y preciosos (Tablas A1 y A2 del Apéndice A). Se usaron las técnicas analíticas de espectrometría de emisión atómica con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-AES, por sus siglas en inglés) para analizar Al, Al₂O₃, As, Ba, Be, Bi, CaO, Co, Cr, Cu, FeO, Fe₂O₃, K₂O, MgO, MnO, Mo, Na₂O, Ni, P₂O₅, Pb, Sb, SiO₂, Se, Sn, Sr, Te, TiO₂, Tl, V, W, Zn. También se empleó la espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS, por sus siglas en inglés) para obtener Ag, Ce, Dy, Eu, Gd, Ho, Ir, La, Lu, Nd, Os, Pd, Pr, Pt, Rh, Ru, Sc, Sm, Tb, Th, Tm, U, Y, Yb. Por otro lado, la pérdida por calcinación (probablemente, y en mayor medida, se componga de H₂O, contenidos orgánicos, carbonato de calcio y dióxido de carbono) se obtuvo al calentar la muestra a 950 °C. Para el caso de la medición del Au se realizó copelación al fuego (*fire assay*) para obtener mejores resultados. Esto debido a que el oro de esta región se caracteriza por ser de grano fino, o criptocrystalino, esta característica lo hace invisible, e inclusive cuando se emplea lupa de aumento.

4.2. Método de balance de masas

El estudio de balance de masas se elaboró utilizando

el método de isocona propuesto por Grant (1986, 2005), técnica basada en los estudios pioneros de Gresens (1967). Esta consiste en emplear un simple gráfico binario “x–y” donde, por costumbre universal, el eje “x” es igual a la concentración de elementos químicos medidos en la roca fresca y el eje “y” es igual a la concentración de elementos medidos en la roca alterada. Sobre este gráfico, se busca visualmente, o por medios estadísticos, una correlación entre los elementos que han tenido inmovilidad o que fueron inertes (argumento principal del método) durante el fenómeno geológico de alteración. De esta forma se elige la línea de isocona que se traza a través del origen (0,0) y los elementos inertes elegidos (*p.e.*, Figura 5). El campo por encima de la línea de isocona incluye o abarca los elementos que sufrieron enriquecimiento elemental, mientras que los del campo inferior a la isocona indican empobrecimiento. Este método ha sido útil en los estudios de balance de masas y de movilidad de elementos mayores, traza y preciosos en depósitos minerales de oro orogénico en Nueva Zelanda (Pitcairn *et al.*, 2006) y China (Wei *et al.*, 2001). En estos estudios, se han determinado los elementos característicos de la alteración hidrotermal que han servido como una guía de exploración y en el cálculo de predicción de volúmenes de roca mineralizada de Au. Así mismo, otras tipologías de yacimientos (*p.e.*, skarn) también han sido estudiadas con este método, en donde se ha tratado de determinar los mismos aspectos antes mencionados (Lentz, 2005).

El estudio de balance de masas se realizó enteramente con el programa computacional GEOISO (Coelho, 2006) y se generaron gráficos binarios de la geoquímica de la roca fresca versus la roca alterada (Figura 5) para cada par de las muestras estudiadas. En la elaboración de estos gráficos, las concentraciones químicas de los elementos expresadas en diferentes unidades (*p.e.*, ppm; % en peso) se escalaron de forma arbitraria para conseguir treinta unidades en cada eje, multiplicando cada elemento por factores de normalización incluidos en el programa computacional. Cabe aclarar que cuando los valores de las concentraciones elementales de las muestras se encontraron por debajo del nivel de detección, se utilizó la mitad de ese valor (N.D.) para poder incluirlos en los diagramas de isocona (Tabla A1 del Apéndice A). Con ayuda de los algoritmos del programa se seleccionó la mejor isocona posible (línea de inmovilidad elemental), según los parámetros de correlación y error (Figura 5; línea en color verde). Por medio de estos algoritmos se obtuvieron las estimaciones de empobrecimiento, enriquecimiento e inmovilidad elemental que se muestran en las Figuras 6, 7, 8 y Tablas A3 a A5 del Apéndice A.

4.3. Método de correlación geoquímica bivariable

Con los datos geoquímicos obtenidos de las vetas se realizó un estudio de análisis de correlación geoquímica bivariable utilizando el paquete computacional *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS v19) para determinar el coeficiente de correlación “r” entre el elemento clave

Au y los otros elementos traza y preciosos (Figura 9 y Tablas A6 del Apéndice A). Los coeficientes de correlación varían entre -1 y +1, y cuando $r = 0$, significa una completa independencia entre dos elementos analizados; o bien, cuando $r = +1$, indica una relación funcional directa. Por último, cuando $r = -1$ representa una correlación funcional inversa (*p.e.*, Davis, 1986). Cabe aclarar que al momento de realizar los cálculos para algunas de las muestras, se utilizó el valor del límite de detección de los elementos. Los valores de los límites de detección se encuentran listados en la Tabla A2 del Apéndice A.

4.4. Técnica de SEM-EDS

Los estudios de microscopía electrónica de barrido con detector de espectroscopía de rayos X de energía dispersiva (SEM-EDS, por sus siglas en inglés) se realizaron en granos milimétricos de pirita, oro y galena de algunas muestras de vetas de cuarzo del Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC). El procedimiento consistió en la elaboración de probetas de resina epóxica, montando cristales de pirita y galena de algunas de las muestras estudiadas en cinta doble cara, para posteriormente verter la resina epóxica en un molde y capturar los granos. Después del endurecimiento de las probetas se desbastó y pulió hasta llegar aproximadamente a la mitad de los granos para obtener un área máxima de exposición de los mismos. Por otro lado, los granos de oro de las muestras observadas se adhirió con pintura de carbón conductora de electrones en unas pequeñas pastillas metálicas que sirven para su transporte y análisis dentro del SEM.

Para la obtención de imágenes y espectros de energía dispersiva por medio de análisis puntual de las muestras de pirita y galena se utilizó un SEM-EDS de marca JEOL5800LV. Para las muestras de oro se empleó un FEI Quanta 450 FEG, ambos, equipos del laboratorio de microsonda y microscopía electrónica del *U.S. Geological Survey, Federal Center*, en Denver, Colorado, Estados Unidos. Los datos fueron reducidos con el paquete computacional NSS 2.3 *Microbeam X-ray analysis* de Thermo Scientific, del cual se obtuvieron espectros de elementos químicos y composiciones de los análisis puntuales realizados sobre las superficies de los minerales.

5. Resultados

5.1. Estudios petrográficos de luz transmitida en la roca encajonante

Mediante un estudio petrográfico de las 20 muestras de roca encajonante fresca y alterada se detectó que la alteración cuarzo-sericitica que solo se observa en algunas de las muestras megascópicamente, en el campo, se encuentra presente microscópicamente en la totalidad de las rocas estudiadas (Tabla 1 y Figuras 2 a 4). Algunos ejemplos

Tabla 1. Resumen petrográfico de la mineralogía de las rocas encajonantes frescas y alteradas del Cinturón de Oro Orogénico Caborca, NW Sonora, México.

Muestra Localidad	Tipo de roca	Edad	Roca fresca Mineralogía primaria	Roca alterada Mineralogía de alteración
Alamo-1	Arenisca	Jurásico temprano	Qtz+Pl+Bt	Ser+Ep+Clr
Carolina-1	Ortogneis	Paleoproterozoico	Kfs+Qtz+Pl+Bt	Ser+Qtz
Carretera-2	Granito	Cretácico-Terciario	Kfs+Pl+Qtz+Bt±Op	Ser±Op
Costa-4	Granito	Terciario temprano	Kfs+Pl+Qtz+Bt	Ser+Qtz
km100	Ortogneis	Mesoproterozoico	Kfs+Pl+Qtz+Bt	Ser+Qtz±Op
Quitovac-2	Granito	Jurásico temprano	Kfs+Pl+Qtz+Bt±Op	Ser+Qtz±Op
Quitovac-3	Granito	Jurásico temprano	Kfs+Pl+Qtz+Bt±Ttn±Apt±Op	Ser+Qtz±Op
Quitovac-5	Granodiorita	Cretácico tardío	Pl+Kfs+Qtz+Bt+Hbl±Op	Ser+Qtz±Op
Quitovac-6	Granito	Cretácico tardío	Kfs+Pl+Qtz+Bt	Ser+Qtz
Sanfran-1	Granito	Cretácico tardío	Kfs+Pl+Qtz+Bt±Apt±Ttn	Ser+Qtz+Clr±Op
Sanfran-3	Granito	Cretácico tardío	Kfs+Pl+Qtz+Bt±Apt±Op	Ser+Qtz±Op
Sanfran-4	Granito	Cretácico tardío	Kfs+Pl+Qtz+Bt±Apt±Op	Ser±Op
Sanfran-5	Granodiorita	Cretácico tardío	Pl+Kfs+Qtz+Bt±Op	Ser+Qtz±Op
Sanfran-8	Ortogneis	Paleoproterozoico	Pl+Qtz+Kfs+Hbl+Bt	Ser+Qtz
Sanfran-14	Ortogneis	Paleoproterozoico	Pl+Qtz+Kfs+Hbl+Bt±Op	Ser+Qtz±Op
Sanluisito-2	Granito	Jurásico temprano	Kfs+Pl+Qtz+Bt±Apt±Op	Ser+Qtz±Op
Sanluisito-3	Granodiorita	Jurásico temprano	Pl+Qtz+Kfs+Bt±Ttn	Ser+Qtz
Sonoyta-5	Granito	Cretácico tardío	Kfs+Pl+Qtz+Bt	Ser+Qtz+Ep+Clr±Op
Trin-11	Ortogneis	Paleoproterozoico	Kfs+Pl+Qtz+Bt	Ser+Qtz
Vidrios-1	Ortogneis	Paleoproterozoico	Kfs+Pl+Qtz+Bt±Op	Ser+Qtz±Op

Ap = apatito, Bt = biotita, Clr = clorita, Ep = epidota, Hbl = hornblenda, Kfs = feldespato, Op = opaco, Pl = plagioclasa, Qtz = cuarzo, Ser = sericita (mica blanca), Ttn = titanita. Signo +: Mineral componente, signo ±: Mineral accesorio.

de los minerales de alteración hidrotermal (sericita, cuarzo, epidota, clorita y minerales opacos) se pueden apreciar en las fotografías de las figuras antes mencionadas. Así mismo, se pueden ver los fantasmas o relictos de mineral desaparecidos asociados a la pérdida (destrucción), principalmente de los minerales ferromagnesianos y plagioclasas en los ejemplares de roca alterada. Esta alteración no es propiamente homogénea ya que se observan, en la mayoría de las muestras, parches de sericita y mosaicos de cuarzo. En la Tabla 1 se presenta un resumen de la mineralogía primaria en la roca fresca (original) y de la mineralogía de alteración presente en la roca alterada como resultado del hidrotermalismo. También se señala una clasificación litológica general y la edad del protolito definida a partir de estudios geocronológicos y de correlaciones con otras rocas similares fechadas en otros lugares del NW de Sonora.

5.2. Estudio geoquímico de balance de masas

Los 20 pares de muestras de roca encajonante fresca y alterada por los fluidos mineralizantes del Cinturón de Oro Orogénico Caborca (Figuras 1 y 2; Tabla A1 del Apéndice A) se analizaron geoquímicamente para cuantificar las concentraciones de elementos mayores, traza y preciosos. De esta manera se pudo realizar un estudio de balance de masas usando la técnica de diagramas de isocon propuesta

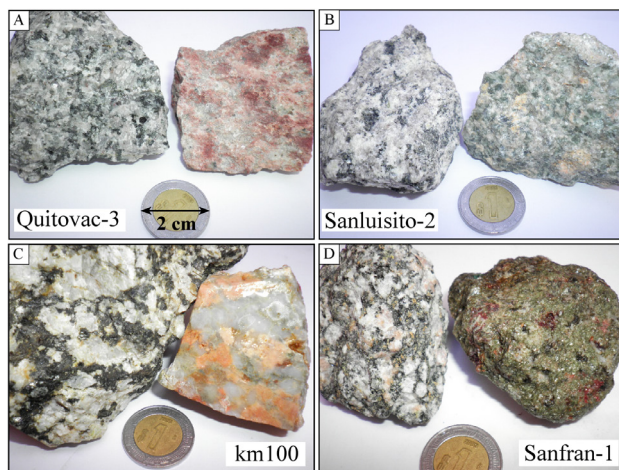


Figura 2. Fotografías de rocas encajonantes graníticas frescas (lado izquierdo de cada fotografía) y alteradas (lado derecho de cada fotografía) representativas del Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC). En la fotografía A (muestra Quitovac-3) se puede observar una coloración rojiza de la roca alterada que indica la oxidación de los ferromagnesianos; también se observa mica blanca de color verde (sericita) que es producto de alteración mineral asociada al hidrotermalismo. En la fotografía B (muestra Sanluisito-2) se puede ver una coloración verdosa que indica la presencia de mica blanca, como mineral de alteración. En la fotografía C (muestra km100) se pueden ver, en la roca fresca, ferromagnesianos (oscuros) y feldespatos frescos (gris claro) y en contraparte alterados en el ejemplar de roca alterada. Finalmente, en la fotografía D (muestra Sanfran-1) se puede ver abundante mica blanca color verdosa en la muestra alterada comparando con su correspondiente ejemplar de roca fresca.

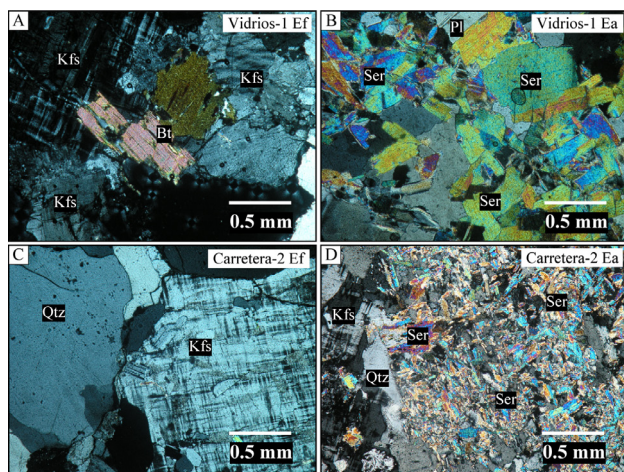


Figura 3. Fotomicrografías en luz polarizada analizada en sección delgada de rocas encajonantes frescas y alteradas por el hidrotermalismo en el Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC). (A) Roca fresca gnéissica Vidrios-1 y (B) su contraparte alterada. (C) Roca fresca granítica Carretera-2 y (D) su contraparte alterada. Bt = biotita, Kfs = feldespato potásico (microclina), Pl = plagioclasa, Qtz = cuarzo, Ser = sericita (mica blanca).

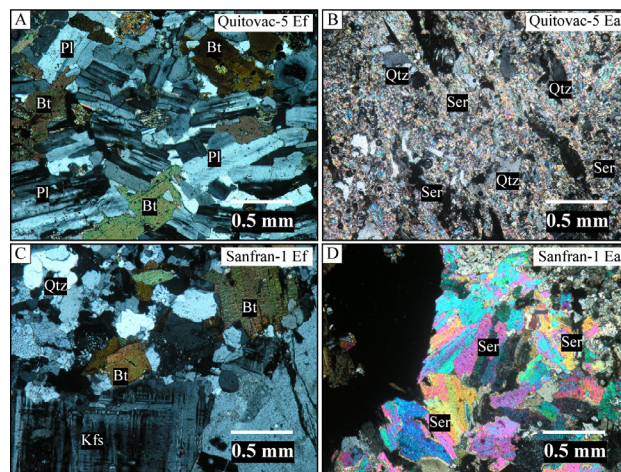


Figura 4. Fotomicrografías en luz polarizada analizada en sección delgada de rocas encajonantes frescas y alteradas por el hidrotermalismo en el Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC). (A) Roca fresca microdiorítica Quitovac-5 y (B) su contraparte alterada. (C) Roca fresca granítica Sanfran-1 (D) su contraparte alterada. Bt = biotita, Kfs = feldespato potásico (microclina), Pl = plagioclasa, Qtz = cuarzo, Ser = sericita (mica blanca).

por Grant (1986).

En la Figura 5A-D, se muestran 4 ejemplos representativos de estos diagramas de isocon con sus correspondientes diagramas de barras (Figuras 6A-D) con los elementos más útiles para evaluar el fenómeno de alteración hidrotermal en el COOC. En estos diagramas, los elementos que grafican por encima de la isocon (campo sombreado de color gris) indican que fueron enriquecidos durante el proceso de alteración hidrotermal. Los elementos y compuestos K_2O , Cu, W, Mo, Pb, Be, Ag, Sb, V y Zn, y la pérdida por calcinación, señalados con una flecha punteada color rojo (Figura 5A), sufrieron un enriquecimiento de mayor envergadura en el total de las muestras del estudio. Por otro lado, los elementos que graficaron por debajo de la línea de isocon son los elementos que fueron empobrecidos durante el proceso de alteración hidrotermal, y están señalados con una línea punteada de color azul (Ca, Y, Na, Sr, Co, Mn y Dy).

El primer ejemplo de la Figura 5A corresponde a la muestra Sanfran-1 que es una roca granítica del Cretácico tardío (Tabla 1) que se localiza en la porción norte del COOC (Figura 1). En este ejemplo, la isocon se generó considerando los elementos Al_2O_3 , Pd y Sn (elementos señalados en color verde como inmóviles) y forman un arreglo lineal con una muy buena correlación entre sí (1.00 ± 0.041 ; Tabla A3 del Apéndice A). La línea de isocon también coincide con la constante de aluminio, elemento que por su baja solubilidad se considera como un elemento básicamente inerte en los estudios de balance de masas (Baumgartner y Olsen, 1995; Grant, 1986) y que es ideal para trazar, incluso por sí solo, la línea de isocon a través del origen. Sin embargo, de la totalidad de las muestras de este estudio, solo en un 60 % de los casos el Al_2O_3 muestra

un comportamiento inerte, posiblemente debido a que la línea de isocon fue elegida por medios estadísticos, sin influencia del usuario, como sugieren Baumgartner y Olsen (1995) y Coelho (2006).

Los resultados de balance de masa indican que la muestra original (fresca) de la localidad Sanfran-1 tuvo una pérdida de masa de 21.3 % en la zona alterada (Tabla A3 del Apéndice A). El óxido mayor K_2O en la muestra Sanfran-1 se enriqueció y los fluidos incorporaron ~2.48 % de K_2O , lo que representa un incremento de ~0.87 veces o ~87 % su concentración con respecto al contenido en la roca fresca original (Tabla A3 del Apéndice A). El elemento Cu también fue enriquecido en ~621 ppm, lo que representa ~26 veces la concentración original de la roca fresca (Figura 6A). En contrapartida, el óxido mayor CaO se empobreció en 2.37 %, lo que representa casi el doble (~91 %) del CaO presente en la roca original. El elemento Y se empobreció en 2.38 ppm representando un poco más de la mitad (~54 %) del contenido inicial en la roca fresca. Por otro lado, la inmovilidad geoquímica para los elementos inertes es expresada como cero (Tabla A3 del Apéndice A). Sin embargo, en algunos elementos (*p.e.*, Os) puede que esta inmovilidad no sea representativa porque podría ser el resultado de la falta de precisión en las técnicas analíticas empleadas en su cuantificación. De esta manera, y sucesivamente, el empobrecimiento, enriquecimiento e inmovilidad se pueden leer con el resto de los elementos presentados en la Tabla A3 del Apéndice A.

La muestra granítica del Jurásico temprano Sanluisito-2 (Figuras 5B y 6B) se localiza hacia la zona centro del Cinturón de Oro Orogénico Caborca (Figura 1). De esta muestra se determinó estadísticamente una isocon con FeO , Sm y P_2O_5 (señalados en color verde). Éstos forman

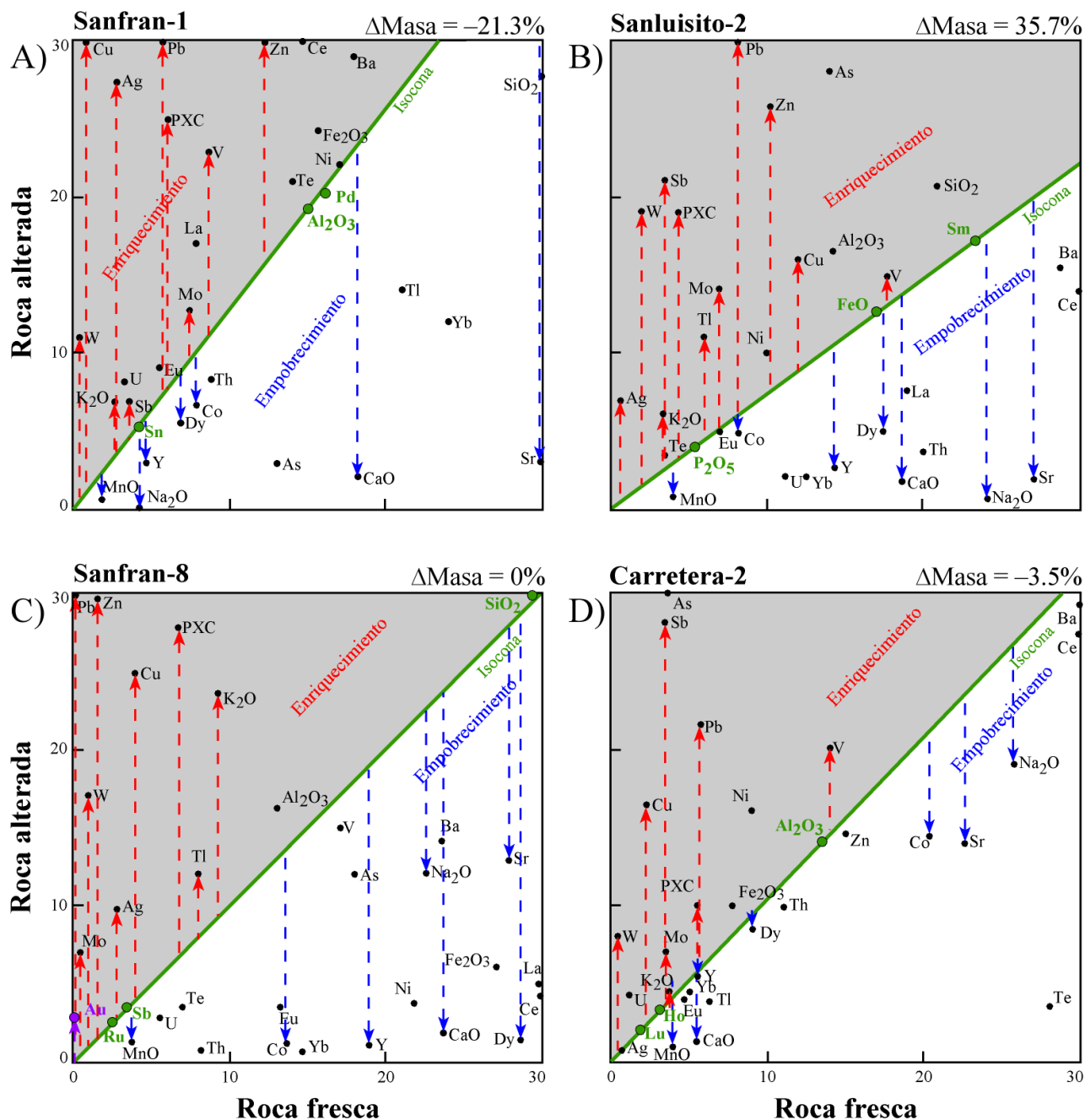


Figura 5. Diagramas de isocona de cuatro localidades representativas de zonas de alteración hidrotermal construidos a partir de elementos mayores y traza obtenidos en la roca encajonante fresca y alterada. La línea de isocona (línea de inmovilidad elemental en color verde) se encuentra dividiendo la tendencia de enriquecimiento (campo en gris) y empobrecimiento geoquímico (campo en blanco). Los elementos en verde fueron empleados para definir la línea de isocona. Las flechas rojas indican algunos de los elementos más característicos del enriquecimiento (K_2O , W, Cu, Pb, Mo, Tl, Zn, V, Sb y Ag), y la pérdida por calcinación (PXC). Por otra parte, las flechas azules indican los elementos más característicos del empobrecimiento elemental a lo largo del COOC (CaO, Na_2O , Sr, Y, Co, Dy, MnO). El punto y la flecha morada en el diagrama C indican enriquecimiento en Au. Diagramas graficados con el programa computacional GEOISO (Coelho, 2006).

un arreglo lineal con un coeficiente de correlación de 1.00 ± 0.003 (Tabla A3 del Apéndice A). En este caso, el aluminio no se comportó de forma inerte y presenta un pequeño grado de enriquecimiento que imposibilita usarlo en el cálculo de la isocona. De igual forma que en la descriptiva de la muestra anterior, se señalan con flechas punteadas en color rojo a

los elementos que experimentaron una mayor proporción de enriquecimiento en el estudio, mientras que los elementos empobrecidos se señalan con flechas punteadas en color azul (Figura 5B). El elemento Tl se encuentra enriquecido ilustrándose que es uno de los elementos principales y representativos del enriquecimiento en las muestras del

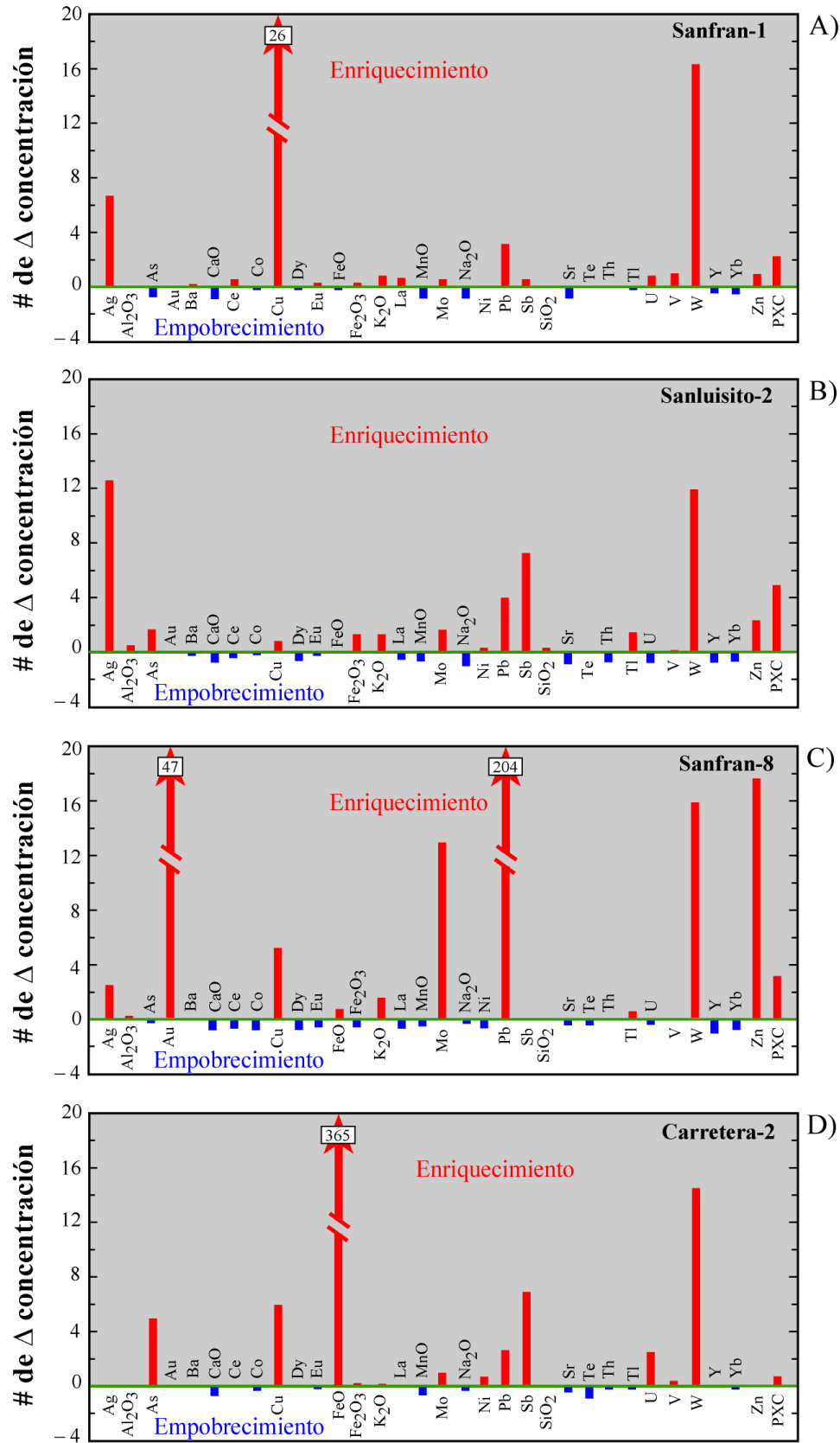


Figura 6. Histogramas A, B, C y D, correspondientes a los cuatro diagramas de isocon de la Figura 5A, B, C y D, respectivamente. Estos diagramas fueron construidos con el programa computacional GEOISO (Coelho, 2006). # de Δ concentración = número de veces que se enriqueció o empobreció cada elemento con respecto a su concentración original (roca fresca). Las barras con flecha roja indican el número de veces que se enriqueció ese elemento en particular.

conjunto de este estudio. Esta muestra alterada presenta una ganancia de 35.7 % con respecto al total de la masa de la roca fresca (Tabla A3 del Apéndice A). El óxido mayor K_2O se enriqueció en una mayor proporción que en la muestra anterior; en el orden de ~4.82 %, que implica ~1.5 veces (141 %) el contenido original en la roca (Figura 6B). En este caso, el enriquecimiento del Cu fue menor que en la muestra anterior ya que solo tuvo 9.71 ppm de aumento, que representa casi el doble del contenido (~80 %) en la roca fresca original. Por otra parte, el óxido mayor CaO se empobreció en 1.94 %, lo que representa ~77 % del CaO contenido en la roca fresca. También el Y se empobreció en 10.24 ppm, representando una disminución de ~76 % del contenido inicial.

La muestra Sanfran-8 (Figuras 5C y 6C) es una roca encajonante ortognéica de edad paleoproterozoica localizada al norte del COOC (Figura 1) y de la cual se determinó una isocona con Ru, SiO_2 y Sb, con un coeficiente de correlación de 1.00 ± 0.0003 (Tabla A3 del Apéndice A). En esta muestra, el aluminio no se comportó de forma inerte presentando enriquecimiento, por lo que no fue seleccionado para formar parte de la isocona. También presenta enriquecimiento y empobrecimiento elemental en común con las otras muestras de este estudio (líneas punteadas en rojo y azul, respectivamente) y no presenta un cambio de masa considerable durante la alteración. Entre los elementos más enriquecidos se encuentran el Pb, que se presenta ~204 veces (Figura 6C) más concentrado que en la roca fresca (Tabla A3 del Apéndice A), el Au con ~47 veces (~4700 %) más de su concentración original, el Zn con ~18 veces más de su concentración original, y el W con 16 veces más de su concentración original. Por otro lado, los elementos más empobrecidos que presentó esta muestra fueron el Y, con un 97 % de pérdida con respecto a la roca original, y el Er y Pt, con un 96 % de pérdida con respecto a la roca original (fresca).

El último diagrama de isocona que se ejemplifica en la Figura 5 corresponde a la muestra Carretera-2 que es una muestra granítica de edad Cretácico tardío localizada al sur del Cinturón de Oro Orogénico Caborca (Figura 1). La línea de isocona de esta muestra se trazó con los elementos y compuestos con comportamiento inerte Al_2O_3 , Lu y Ho, obteniendo un coeficiente de correlación de 1.00 ± 0.003 (Tabla A3 del Apéndice A). El aluminio, en este caso, se comportó como inerte y forma parte de la línea de isocona (Figura 5D). Esta muestra presenta un decremento de masa de ~3.5 % y un enriquecimiento y empobrecimiento elemental similar al de otras muestras de este estudio (líneas punteadas en rojo y azul, respectivamente). Entre los más enriquecidos se encuentran FeO, W, Sb, Cu y As, y entre los más empobrecidos, Te, MnO y CaO (Figura 6D).

Por su parte, en la Tabla 2 y Figura 7A se presenta un resumen de la totalidad de las muestras analizadas mediante este estudio geoquímico de balance de masas con un recuento semicuantitativo de la proporción de enriquecimiento, empobrecimiento e inmovilidad

Tabla 2. Resumen del balance de masas de la alteración hidrotermal en el Cinturón de Oro Orogénico Caborca, NW Sonora, México.

Elemento	Enriquecimiento	Empobrecimiento	Inmovilidad
	%	%	%
K_2O	90	10	0
PXC	85	15	0
W	85	15	0
Cu	85	15	0
Pb	75	25	0
Mo	75	15	10
Tl	70	25	5
Be	70	20	10
Zn	60	40	0
V	60	40	0
Sb	60	25	15
Ag	60	25	15
Sn	55	35	10
SiO_2	55	45	0
Se	55	35	10
Ni	55	45	0
FeO	55	35	10
U	50	50	0
TiO_2	50	35	15
Ir	50	30	20
Ce	50	45	5
Ba	50	50	0
Th	45	55	0
Te	45	55	0
Pr	45	55	0
MgO	45	55	0
Cr	45	55	0
Bi	45	35	20
As	45	55	0
Ru	40	40	20
Rh	40	40	20
La	40	55	5
Fe_2O_3	40	60	0
Cd	40	45	15
Al_2O_3	40	0	60
Sm	35	55	10
Sc	35	65	0
Pt	35	50	15
Pd	35	60	5
Nd	35	55	10
Gd	35	65	0
P_2O_5	30	55	15
Eu	30	70	0
Yb	25	75	0
Tm	25	60	15
Tb	25	70	5
Lu	25	65	10
MnO	20	75	5
Dy	20	75	5
Co	20	80	0
Au	20	25	55
Y	15	85	0
Sr	15	80	5
Na	15	85	0
Ho	15	85	0
Er	15	5	80
CaO	10	90	0
Os	0	0	100

Resumen porcentual obtenido con los resultados de Δ conc (Tabla A3 del Apéndice A).

*La inmovilidad elemental puede no ser representativa debido a las limitantes en las técnicas analíticas para la medición de la concentración de algunos elementos. Los datos sobre el área en color gris se pueden observar graficados en la Figura 7B.

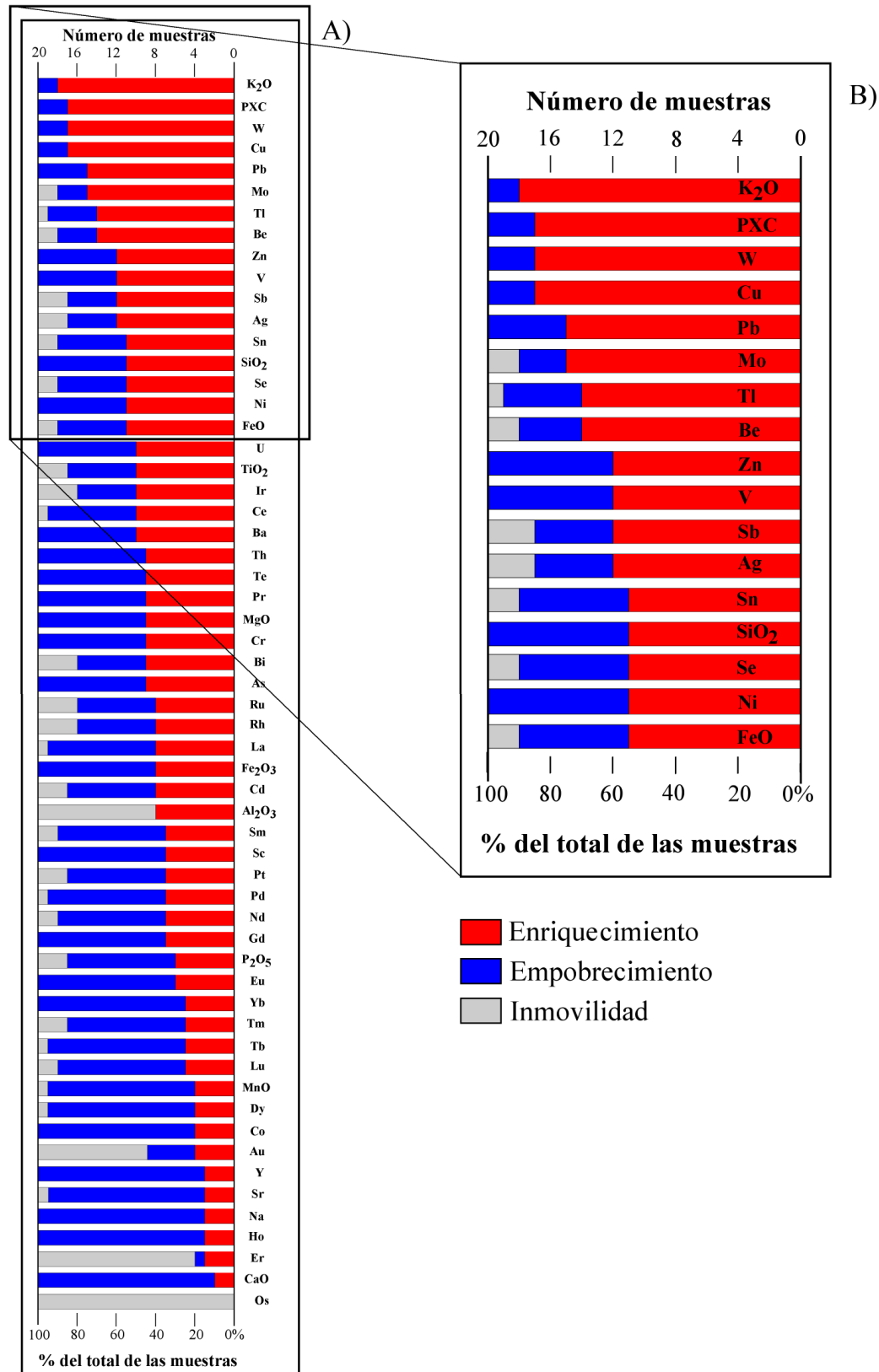


Figura 7. (A) Diagrama resumen del enriquecimiento, empobrecimiento e inmovilidad geoquímica obtenidos en el estudio de balance de masas de la totalidad de las rocas encajonantes frescas y alteradas estudiadas en el Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC). (B) En este diagrama se enfatizan los elementos que sufrieron una mayor proporción o grado de enriquecimiento en las rocas encajonantes (> 50 %; barras rojas). Estos diagramas se construyeron con los datos presentados en la Tabla 1. Nota: La inmovilidad elemental en algunos casos pudiera ser artefacto de las limitantes en las técnicas analíticas con las que se obtuvieron los resultados geoquímicos de las rocas (*p.e.*, el Os).

elemental. Estos conceptos indican qué elementos han sido modificados o han permanecido sin cambios en sus concentraciones de la roca fresca (original) con respecto a la roca alterada. Los elementos y compuestos con una proporción de enriquecimiento $> 50 \%$ de la totalidad de las muestras, o mayormente enriquecidos en las rocas encajonantes alteradas, son el K_2O , W, Cu, Pb, Mo, Tl, Be, Zn, V, Sb, Ag, Sn, SiO_2 , Se, Ni y FeO, y la pérdida por calcinación. Igualmente, los elementos con una proporción de empobrecimiento $> 60 \%$ en las rocas encajonantes alteradas son el Ca, Y, Na, Ho, Co, Sr, Yb, Mn, Dy, Eu y Tb (Figura 7A). Cabe destacar que las concentraciones de CO_2 , S, Cl no han sido medidas para este estudio de balance

de masas, pero sin duda estos elementos se encuentran presentes en los minerales de la paragénesis de la alteración de las rocas del COOC (*p.e.*, carbonatos de calcio y/o hierro, y pirita). También el S y Cl deberían haber tenido un papel importante en la disolución, transporte y precipitación del Au, en tanto en cuanto constituyen moléculas complejantes, como sugieren algunos estudios en yacimientos de oro orogénico (*p.e.*, Mernagh y Bierlein, 2008). Por último, las Figuras 8A y 8B presentan a los elementos y compuestos más importantes que fueron enriquecidos hasta más de 200 % (barras en color rojo) y empobrecidos en más de 50 % (barras en color azul) con respecto a la concentración de la roca fresca, respectivamente (Tablas A4 y A5 del Apéndice

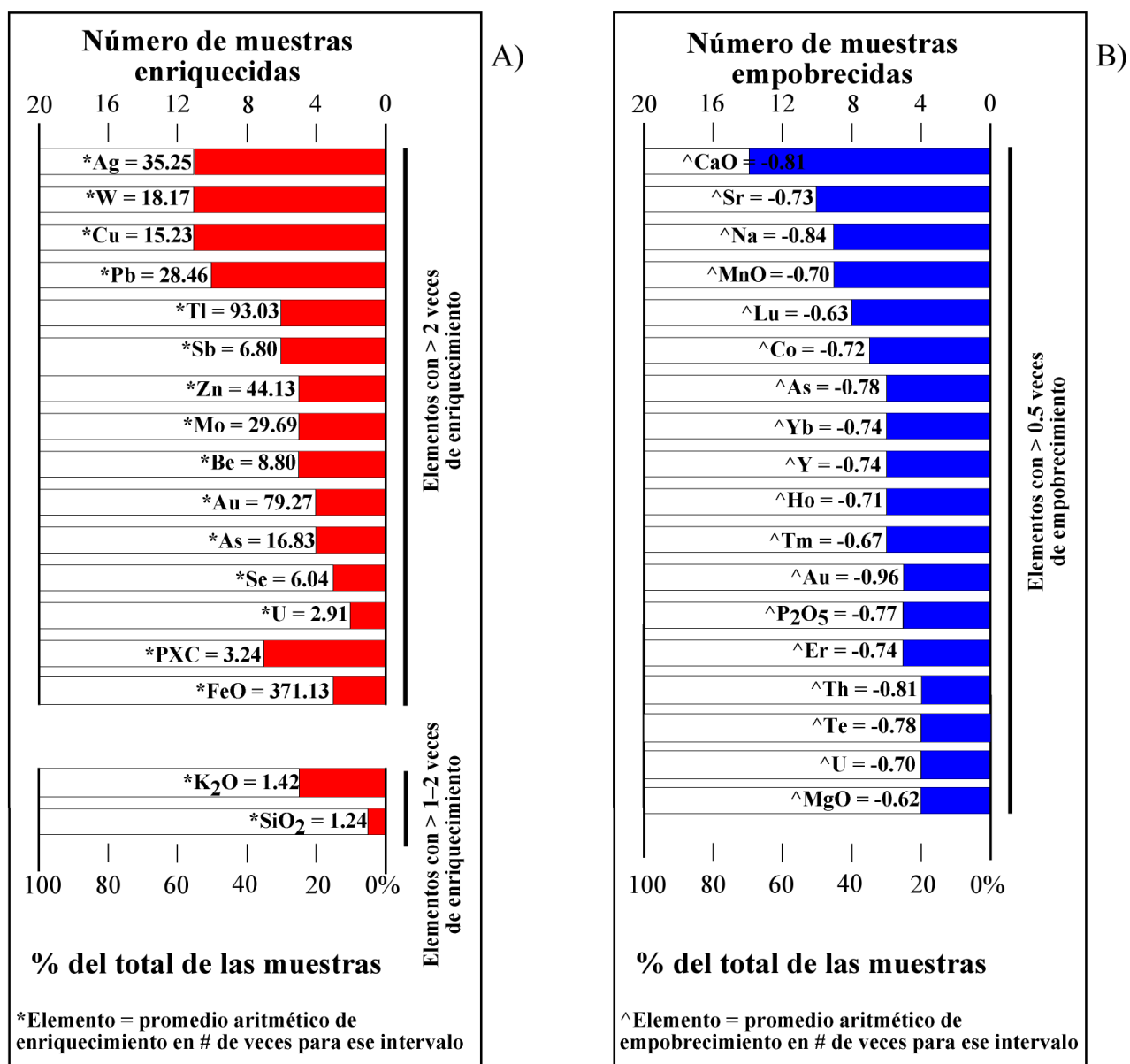


Figura 8. Diagramas de elementos con el mayor empobrecimiento y enriquecimiento geoquímico por unidad de veces con respecto a la roca fresca (original). El resto de los elementos y compuestos se muestran en la Tabla A5 del Apéndice. Los valores de los elementos mayores de esta figura se obtuvieron basándose en unidades de % en peso. Los valores de los elementos traza se obtuvieron usando unidades de partes por millón (ppm).

A). En las barras de cada elemento se muestra la media aritmética del cambio de concentración en número de veces con respecto a la roca fresca original para cada elemento. Los datos que se muestran en las Tablas A4 y A5, del Apéndice A, se obtuvieron al hacer un ordenamiento por rangos de los resultados de enriquecimiento y empobrecimiento que presenta cada elemento con respecto a la concentración original ($\Delta \text{conc}-C^A$, Tabla A3 del Apéndice A).

5.3. Resultados del estudio geoquímico de correlación bivariable en vetas de cuarzo

En este estudio se analizaron 102 muestras de esquirlas de vetas de cuarzo representativas de la mineralización del Cinturón de Oro Orogénico Caborca para cuantificar las concentraciones de elementos traza y preciosos (Figura 1; Tabla A2 del Apéndice A). Cabe destacar que 20 de esas muestras coinciden con las 20 localidades del estudio de balance de masas presentado anteriormente.

Los resultados de este estudio de correlación geoquímica bivariable quedan ilustrados en un gráfico binario de coeficiente de correlación del Au vs. los elementos traza y elementos preciosos de las vetas de cuarzo (Figura 9A) dispuestos en orden de mayor a menor correlación. La correlación bivariable de la geoquímica de las vetas con el Au muestran que el Pb, Ag, Zn y Fe presentan una correlación positiva moderada (0.604 a 0.510). Los elementos As, Cu, Ni, Bi, Cr, Mo, Sr y Sb presentan una correlación positiva (0.377 a 0.225) la cual se puede considerar baja. Por lo contrario, los elementos Na, Y, Yb, Er y Pr presentan una correlación negativa muy baja (-0.073 a -0.022), y de los elementos como el Dy y Ca es casi nula (0.001 a 0.017).

La correlación geoquímica bivariable de Ag (Figura 9B) con la geoquímica de las vetas indica que el Pb presenta una correlación positiva alta (0.703), mientras que los elementos Zn, Au, Sb, As y Cu presentan una correlación positiva moderada (0.565 a 0.432). Una correlación positiva baja (0.305 a 0.219) es representada por el Mo, Sr, Fe, Bi, Ba y Cr. Por lo contrario, los elementos Na, Ca, Y, Yb, Dy, Ti, Mg, Th, Mn, Gd y Sm presentan correlación negativa muy baja (-0.173 a -0.004). Además, el elemento Er presenta una correlación negativa baja (-0.240), siendo más intensa que en el resto de los elementos.

5.4. Resultados de SEM-EDS en piritas y oro nativo

Granos milimétricos de pirita, galena y oro nativo de algunas muestras de vetas de cuarzo del COOC se seleccionaron para realizar estudios de microscopía electrónica de barrido con espectroscopía de energía dispersiva (SEM-EDS). El propósito es determinar los minerales incluidos y asociados a los sulfuros que pudieran explicar las anomalías geoquímicas elementales obtenidas en los estudios geoquímicos de las vetas de cuarzo. Esto, debido a que no se pudieron encontrar minerales en tamaños

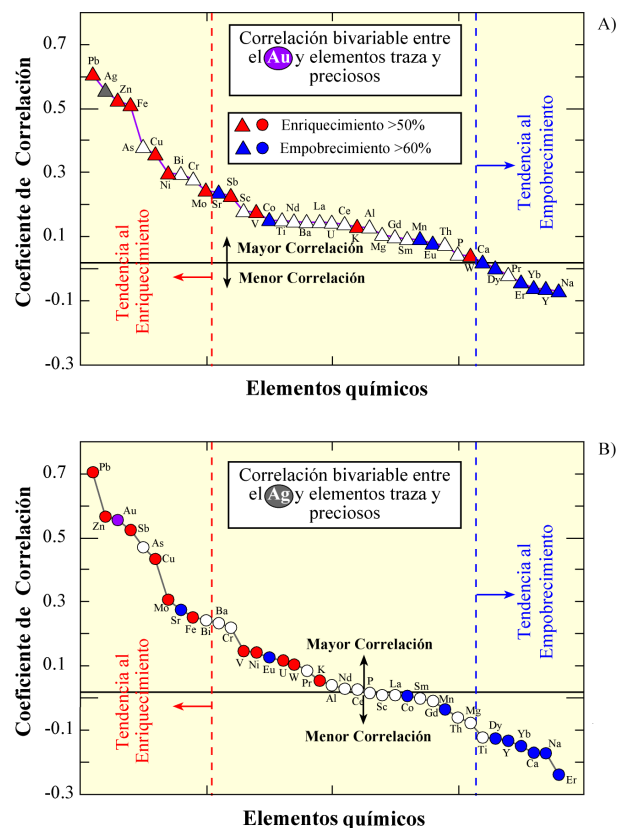


Figura 9. Coeficientes de correlación bivariable del Au (A) y Ag (B) con respecto a otros elementos traza y preciosos de 102 muestras de vetas de cuarzo del Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC). Las muestras de vetas de cuarzo contenían, en algunos casos, parte del encajonante alterado por el hidrotermalismo. Las tendencias de enriquecimiento (triángulos y círculos en rojo) y de empobrecimiento (triángulos y círculos en azul) son las observadas a partir del estudio de balance de masas (Figura 6; Tabla A2 del Apéndice A).

megascópicos en los agregados de cuarzo que pudieran explicar dichas anomalías geoquímicas. De esta manera, se pretende interpretar mejor la presencia y origen de los elementos y compuestos geoquímicos analizados en el estudio de balance de masas de las rocas encajonantes de la mineralización del COOC.

Los resultados obtenidos consisten en imágenes SEM (Figuras 10, 11 y 12) con análisis puntuales espectrales EDS donde se obtuvo espectros de elementos y compuestos que sugieren un gran número de pequeñas inclusiones minerales (~10-50 μm) en los granos de pirita y oro nativo, resultando negativa la búsqueda en los granos de galena. Las inclusiones minerales encontradas en pirita mostraron en los espectros de energía dispersiva elementos como el Au, Ag, Pb, S, Cu, Zn, Fe, Mo, Te, Bi, K, W y Ti. En la inspección de granos de Au se pudo encontrar inclusiones minerales con W y Ca los cuales se puede interpretar como scheelita [CaWO_4] (Figura 12). Mediante el análisis de pirita con un microscopio óptico se dedujo que las inclusiones minerales pueden corresponder a oro nativo, telururos de plata, galena,

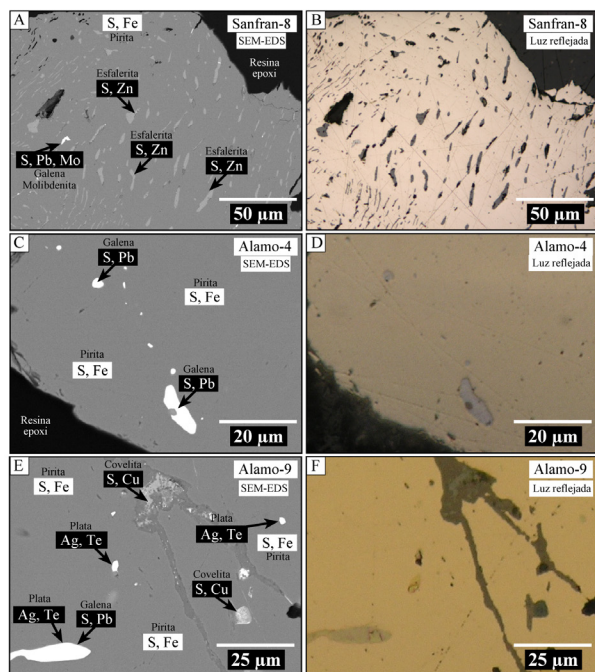


Figura 10. Microfotografías de piritas provenientes de vetas de cuarzo del Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC). En el lado izquierdo se muestran imágenes de microscopio electrónico de barrido (SEM). Del lado derecho se pueden observar imágenes correspondientes a la misma área anterior pero obtenidas mediante un microscopio óptico de luz reflejada. Los elementos químicos señalados se obtuvieron mediante espectroscopía de energía dispersiva (EDS) conectado al SEM.

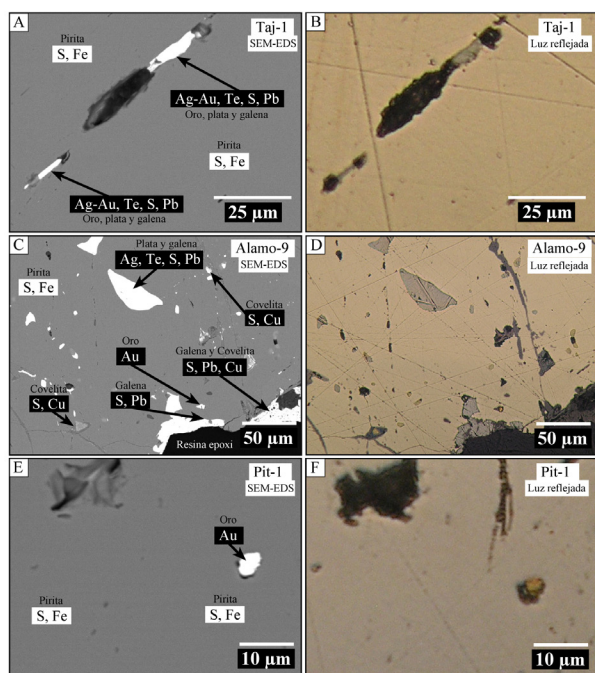


Figura 11. Fotomicrografías de muestras de pirita provenientes de vetas de cuarzo del Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC). En el lado izquierdo se muestran imágenes de microscopio electrónico de barrido (SEM). Del lado derecho se pueden observar imágenes correspondientes a la misma área anterior pero obtenidas mediante un microscopio óptico de luz reflejada. Los elementos químicos señalados se obtuvieron mediante espectroscopía de energía dispersiva (EDS) conectado al SEM.

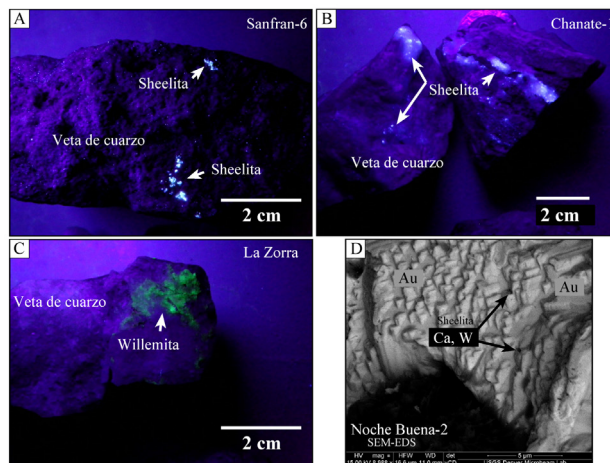


Figura 12. Fotografías de vetas de cuarzo con exposición de luz ultravioleta (A-C) e imagen de un grano de oro (D) obtenida con microscopio electrónico de barrido (SEM) en muestras del Cinturón de Oro Orogénico de Caborca (COOC). Las fotografías de vetas de cuarzo muestran los colores característicos de los minerales señalados (scheelita, azul, y willemita, verde). La imagen del grano de oro muestra elementos químicos que se obtuvieron con la técnica puntual de espectroscopía de energía dispersiva (EDS) conectado al SEM.

covelita, esfalerita, molibdenita y scheelita. Los posibles minerales de telururos, incluidos en las piritas, pudieran ser silvanita $[(Au,Ag)Te_2]$, calaverita $[AuTe_2]$ y altaíta $[PbTe]$, como los encontrados en el depósito de tipo orogénico de San Francisco, en Estación Llano (Figura 1, Pérez-Segura *et al.*, 1996). También con una lupa binocular se pudieron detectar inclusiones de turmalina dentro de algunos granos de pirita y, aplicando luz ultravioleta de onda corta en vetas de cuarzo, scheelita y willemita $[Zn_2SiO_4]$ (Figura 12).

6. Discusión y conclusiones

Los estudios petrográficos de las rocas encajonantes alteradas en el COOC indican que la alteración hidrotermal generó silicificación, sericitización, cloritización, epidotización y piritización, aunque estas alteraciones no siempre son visibles megascópicamente. Por otra parte, la alteración presente no siempre es homogénea, y frecuentemente se observa formando parches; sin embargo, a pesar de tener una alteración hidrotermal heterogénea, los resultados del análisis de balance masas sugieren que existió una movilidad elemental considerable.

Los resultados del estudio de balance de masas (Tabla 2, Tabla A3 del Apéndice, Figura 7) permiten, de una manera semicuantitativa y rápida, la discriminación del cambio de masa total en la roca y del enriquecimiento, empobrecimiento e inmovilidad elemental asociado al proceso de mineralización hidrotermal a lo largo del COOC. El balance de masa total en cada roca encajonante, representadas mayormente por rocas graníticas, sugiere que las rocas que contienen más abundancia de feldespato

potásico fueron más susceptibles a la alteración hidrotermal y, en consecuencia, más susceptibles a cambiar su masa. Las muestras que aumentaron su masa en más de un 50 % (*p.e.*, km100 y Quitovac 3) presentan un contenido elevado en SiO₂ y alta pérdida por calcinación, lo que explicaría el aumento de volumen. Por otro lado, en las rocas que perdieron masa en más de un 10 % (*p.e.*, Sanfran-1 y Sanfran-3), la alteración mineral pudiera haber reducido su densidad.

Por su parte, el enriquecimiento elemental obtenido en este estudio indica que la mayoría de las rocas alteradas (> 50 %) presentan un enriquecimiento en K₂O, W, Cu, Pb, Mo, Tl, Be, Zn, V, Sb, Ag, Sn, SiO₂, Se, Ni y FeO, y alta pérdida por calcinación, a una escala mucho mayor con respecto a los elementos en que éstas se empobrecieron, como se observa en la Figura 8A y 8B. Esto también coincide en los porcentajes altos de aumento de masa con respecto a los porcentajes bajos de disminución de masa total en la roca.

En la Figura 8A y B se puede observar que el cambio de concentración elemental ocurrido en el enriquecimiento (*p.e.*, en K₂O, Ag, W, Cu y Pb) y en el empobrecimiento (*p.e.*, en CaO, Sr, Na, MnO), con respecto a la roca fresca, ha sido importante en número de veces o en porcentaje. De este modo, el enriquecimiento y empobrecimiento no es únicamente proporcional como se muestra en la Figura 7 e implica que los fluidos que originaron la alteración en el COOC tenían altas concentraciones en los elementos enriquecidos y capacidad de incorporar elementos de las rocas encajonantes.

Los resultados del estudio de correlación geoquímica bivariable realizados sobre las vetas de cuarzo del COOC sugieren que los elementos que presentaron una mayor proporción de enriquecimiento en el análisis de balance de masas (Pb, Ag, Zn, Fe, Cu, Ni, Mo, Sb y V) coinciden con los elementos de mayor coeficiente de correlación positiva (triángulos rojos). Por el contrario, los elementos que presentaron una mayor proporción de empobrecimiento (Ca, Y, Na, Yb, Mn y Dy; triángulos azules) coinciden con los elementos con coeficientes de correlación negativa o nula (Figura 9A). Sin embargo, existen excepciones con algunos elementos que no coinciden con este comportamiento, como son el W y K para el caso del enriquecimiento, y el Sr y Eu para el caso del empobrecimiento. Por su parte, este mismo agrupamiento general de enriquecimiento y empobrecimiento elemental con respecto al Au también se observa para el caso de la Ag (Figura 9B; Tabla A6 del Apéndice A). Esta observación explica que el análisis realizado sobre las vetas de cuarzo, en conjunto con los fragmentos de la roca encajonante alterada, apoyan el resultado del estudio de balance de masas de una manera consistente. Es importante destacar que lo que sugieren los resultados de este estudio es que existe una correlación en el comportamiento de los elementos y compuestos con el estudio de balance masas, inclusive sin considerar los grados de correlación geoquímica bivariable.

Los estudios de SEM-EDS en combinación de la microscopía de luz reflejada y luz ultravioleta muestran la presencia de inclusiones minerales de oro nativo, telururos de plata, galena, covelita, esfalerita, molibdenita, scheelita, willemita y turmalina dentro de los cristales de pirita y en vetas de cuarzo (Figuras 10, 11 y 12). Estas inclusiones minerales concilian la existencia de los elementos enriquecidos durante el proceso de alteración hidrotermal, determinados a partir de los estudios geoquímicos de balance de masa y del análisis de correlación geoquímica del Au y Ag. Sin embargo, las inclusiones minerales no explicarían en su totalidad la presencia de algunos elementos que muestran un enriquecimiento según el balance de masas (*p.e.*, Tl, V, Be, Sn, Se), y que aún siguen sin explicarse en la paragénesis mineral de las vetas de oro orogénico en el COOC. Por otra parte, algunos autores (Groves *et al.*, 1998) sugieren que ciertos elementos contenidos en la mineralización y alteración orogénica pueden ser inexplicables, por lo que sugieren que estos elementos se encuentran sujetos a la disponibilidad en la corteza local y que son lixiviados durante el ascenso de los fluidos hidrotermales orogénicos.

En conclusión, los resultados obtenidos en este estudio sugieren que los fluidos que generaron la alteración hidrotermal en las rocas encajonantes de las vetas auríferas presentes en el Cinturón de Oro Orogénico Caborca (COOC) son muy homogéneos a lo largo del NW de Sonora. Esta homogeneidad es propuesta a pesar de las grandes distancias de centenares de kilómetros entre las muestras estudiadas (Figura 1) y sugiere que los fluidos posiblemente tuvieron un mismo origen de formación (metamorfismo) y también un mismo periodo de emplazamiento (coetaneidad). Todo esto indica que el evento mineralizante en el COOC tuvo lugar durante el periodo compresivo asociado a la orogenia Larámide del Cretácico tardío-Terciario temprano como ya ha sido sugerido anteriormente (Pérez-Segura *et al.*, 1996; Iriondo y Atkinson, 2000; Iriondo, 2001; Poulsen *et al.*, 2008; Quintanar-Ruiz, 2008). Este estudio también permite proponer que el COOC es un cinturón metalogénico de oro orogénico que es comparable, en su dimensión areal y en características geológicas con otras ocurrencias existentes alrededor del mundo como en Australia (Groves *et al.*, 1998), Alaska y California (Goldfarb *et al.*, 1991, 2008; Marsh *et al.*, 2008). De igual forma, la geometría elongada del COOC (orientación general NW-SE) sugiere que debió existir una disposición estructural regional previa para la canalización y ascenso de los fluidos (*p.e.*, la coincidencia espacial del COOC con los límites de la provincia de basamento paleoproterozoica Yavapai) como lo sugieren Iriondo y Premo (2010). Cabe destacar que los elementos (K₂O, W, Cu, Pb, Mo, Tl, Be, Zn, V, Sb, Ag, Sn, SiO₂, Se, Ni y FeO) que se introdujeron a partir del fluido mineralizante en las rocas encajonantes de este estudio (COOC) podrían emplearse como guía para la exploración mineral de Au en la región, incluyendo partes del SW de Arizona y SE de California. Por último, destacar que esta homogeneidad propuesta para los fluidos mineralizantes debería esperarse

también en futuros estudios regionales de isotopía estable (H, O, S y C) y radiogénicos (Pb-Pb y Rb-Sr) a realizarse en minerales de la paragénesis del COOC (*p.e.*, cuarzo, sericita o mica blanca, calcita, siderita, ankerita, piritita, galena, clorita, epidota).

Agradecimientos

Primeramente, agradecemos a las instituciones que otorgaron los proyectos de investigación PAPIIT/UNAM (clave IN-116709) y CONACYT (claves CB-82518 y CB-129370) por aportar parte del financiamiento para la campaña de campo de este estudio. También se agradece a la Coordinación de Estudios de Posgrado de la UNAM por su ayuda económica para realizar esta campaña de campo. Se agradece al CONACYT por otorgarle al primer autor una beca para una estancia de investigación en el *U.S. Geological Survey*, Denver, Colorado. Gracias al Servicio Geológico Mexicano (SGM), Gerencia Hermosillo, en Sonora, en especial a Francisco Cendejas-Cruz, Basilio Cervantes-López y Jaime Castro-Escarrega, por el apoyo logístico otorgado durante la campaña de campo y en el manejo de las muestras. Se agradece a Javier Hernández-Rojas, geólogo del SGM, por su compañía profesional durante el muestreo. Queremos expresar nuestros agradecimientos a Thierry Calmus y Pablo Peñaflo por permitir el acceso a los laboratorios de molienda y pulverizado de rocas del Instituto de Geología de la UNAM en la Estación Regional Noroeste en Hermosillo, Sonora. También se da las gracias a Montserrat Hernández-Ramírez por la ayuda brindada durante la molienda y pulverizado de las muestras. Agradecimientos a Luis Miguel Martínez-Torres de la Universidad del País Vasco, España, por elaborar desinteresadamente las secciones delgadas para el estudio petrográfico. Gracias a Shannon Mahan del *U.S. Geological Survey*, Denver, por el préstamo de contenedores de alúmina para el pulverizado de las muestras; así mismo se agradece a Dan Miggins (*U.S. Geological Survey* en Denver) y Francisco Paz-Moreno (Universidad de Sonora) por organizar el transporte de dichos contenedores. Agradecemos a Erin Marsh y Heather Lowers por facilitar y asesorar en el uso del microscopio electrónico de barrido (SEM) en el *U.S. Geological Survey* en Denver. También se agradece a José Solorio Munguía y Gilles Levresse por su ayuda en la obtención de imágenes de vetas de cuarzo con luz ultravioleta. Por último, se agradece a los revisores del manuscrito Ruth Esther Villanueva Estrada y Efrén Pérez Segura, así como a los editores del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Antoni Camprubí i Cano y Carles Canet Miquel, por sus comentarios críticos, constructivos y sugerencias que contribuyeron a mejorar y enriquecer el presente trabajo.

Referencias

- Albinson, T.F., 1989, Vetas mesotermiales auríferas del sector norte del Estado de Sonora, Memorias Técnicas, XVIII Convención Nacional AIMMGM, Acapulco, Guerrero, México, Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, 20–40.
- Araiza-Martínez, H., 1998, Geology and Mineralization of the San Francisco Gold Deposit, *en* Clark, K.F., (ed.), Gold Deposits of Northern Sonora, México: Society of Economic Geologists, Guidebook Series, 30, 49–58.
- Araux-Sánchez, E., 2000, Geología y yacimientos minerales de la Sierra Pinta, municipio de Puerto Peñasco, Sonora: Departamento de Geología, Universidad de Sonora, tesis de maestría, 121 p.
- Baumgartner, L.P., Olsen, S.N., 1995, A least-squares approach to mass transport calculations using the isocon method: *Economic Geology*, 90, 1261–1270.
- Branham, A.D., 1988, Gold mineralization in low angle faults American Girl Valley, Cargo Muchacho Mountains, California: Department of Geology, Washington State University, tesis de maestría, 144 p.
- Changkuon, L., 1990, Genesis of gold mineralization: San Francisco Mine, Sonora, Mexico: New Mexico Institute of Mining and Technology, Socorro, New Mexico, tesis de maestría, 129 p.
- Coelho, J., 2006, GEOISO—A Windows program to calculate and plot mass balances and volume changes occurring in a variety of geologic processes: *Computers and Geosciences*, 32, 1523–1528.
- Davis, J.C., 1986, Statistics and Data Analysis in Geology: John Wiley & Sons Inc., New York, 2646 p.
- Durgin, D.C., Terán, P.I., 1996, La Choya Au deposit, NW Sonora, Mexico, *en* Coyner, A.R., Fahey, P.L., (eds.), Geology and ore deposits of the American Cordillera: Geological Society of Nevada Symposium, Proceedings, Reno/Sparks, Nevada, 1369–1373.
- Goldfarb, R.J., Newberry, R.J., Pickthorn, W.J., Gent, C.A., 1991, Oxygen, hydrogen and sulfur isotope studies in the Juneau gold belt, southeastern Alaska: Constraints on the origin of hydrothermal fluids: *Economic Geology*, 86, 66–88.
- Goldfarb, R.J., Hart, C.J., Marsh, E.E., 2008, Orogenic gold and evolution of the Cordilleran orogen, *en* Spencer, J.E., Tittle S.R. (eds.), Ores and orogenesis: Circum-Pacific tectonics, geologic evolution, and ore deposits: Arizona Geological Society Digest, 22, 311–323.
- Grant, J.A., 1986, The isocon diagram—a simple solution to Gresens' equation for metasomatic alteration: *Economic Geology*, 81, 1976–1982.
- Grant, J.A., 2005, Isocon analysis: A brief review of the method and applications: *Physics and Chemistry of the Earth*, 30, 997–1004.
- Gresens, R.L., 1967, Composition–volume relationships of metasomatism: *Chemical Geology*, 2, 47–65.
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Grebe-Merriam, M., Hagemann, S.G., Robert, F., 1998, Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types: *Ore Geology Reviews*, 13, 7–27.
- Iriondo, A., 2001, Proterozoic basements and their laramide juxtaposition in NW Sonora, Mexico: Tectonic constraints on the SW margin of Laurentia: Boulder, Colorado, University of Colorado, tesis de doctorado, 222 p.
- Iriondo, A., Atkinson, W.W., Jr., 2000, Orogenic gold mineralization along the proposed trace of the Mojave-Sonora megashear: Evidence for the Laramide Orogeny in NW Sonora, Mexico: Geological Society of America, Abstracts with Programs, 32, 393 p.
- Iriondo, A., Premo, W.R., 2010, Las rocas cristalinas proterozoicas de Sonora y su importancia para la reconstrucción del margen continental SW de Laurentia—la pieza mexicana del rompecabezas de Rodinia, *en* Calmus, T., (ed.), Panorama sobre la geología de Sonora, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín, 118, 25–55.
- Lentz, D.R., 2005, Mass-balance analysis of mineralized skarn systems: Implications for emplacement processes, carbonate mobility, and permeability evolution, *en* Mao, J., Bierlein, F.P., (eds.), Mineral Deposit Research: Meeting the Global Challenge, Proceedings of the Biennial SGA Meeting, Beijing, China, 4, 421–424.

- Marsh, E.E., Goldfarb, R.J., Kunk, M.J., Groves, D.I., Bierlein, F.P., Creaser R.A., 2008, New constraints on the timing of gold formation in the Sierra Foothills province, central California, *en* Spencer, J.E., Titley S.R. (eds.), Ores and orogenesis: Circum-Pacific tectonics, geologic evolution, and ore deposits: Arizona Geological Society Digest, 22, 369–388.
- Mernagh, T.P., Bierlein, F.P., 2008, Transport and precipitation of gold in Phanerozoic metamorphic terranes from chemical modeling of fluid-rock interaction: *Economic Geology*, 103, 1613–1640.
- Noriega-Martínez, O., 2006, Evidencias de dos etapas de mineralización de oro mesotermal en las áreas de Tajitos, Juárez-San Francisco, en la región de Caborca, Sonora México: Hermosillo, Sonora, Departamento de Geología, Universidad de Sonora, tesis de maestría, 85 p.
- Ornelas-Macías, A., Verdugo-Noriega, G., 2009, Caracterización geológica, estructural y de mineralización en el área Karina, municipio de Caborca, Sonora, México: Hermosillo, Sonora, Departamento de Geología, Universidad de Sonora, tesis de licenciatura, 110 p.
- Pérez-Segura, E., Cheilletz, A., Herrera-Urbina, S., Hanes, Y.J., 1996, Geología, mineralización, alteración hidrotermal y edad del yacimiento de oro de San Francisco, Sonora—Un depósito mesotermal en el Noroeste de México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 13, 65–89.
- Pitcairn, I.K., Teagle, D.A., Craw, D., Olivo, G.R., Kerrich, R., Brewer, T.S., 2006, Sources of metals and fluids in orogenic gold deposits: Insights from the Ontago and Alpine Schists, New Zealand: *Economic Geology*, 101, 1525–1546.
- Poulsen, K.H., Mortensen J.K., Walford, P.C., 2008, San Francisco gold deposit, Santa Ana region, Sonora, Mexico: Laramide orogenic, intrusion-related mineralization?, *en* Spencer, J.E., Titley S.R. (eds.), Ores and orogenesis: Circum-Pacific tectonics, geologic evolution, and ore deposits: Arizona Geological Society Digest, 22, 547–559.
- Quintanar-Ruiz, F.J., 2008, La Herradura ore deposit: An orogenic gold deposit in northwestern Mexico: Tucson, Arizona, University of Arizona, tesis de maestría 97 p.
- Silberman, M.L., Staude, J.M., Cox, D.P., 1987, Reconnaissance of gold prospects in northern Sonora, Mexico: U.S. Geological Survey, Administrative Report, 23 p.
- Silberman, M.L., Giles D.A., Graubard, C., 1988, Characteristics of gold deposits in Northern Sonora, Mexico: A preliminary report: *Economic Geology*, 83, 1966–1974.
- Wei, J.H., Liu, C.Q., Li, Z.D., Zhao, Y.X., 2001, Simulation of rock mass balance of two typical altered rocks in Wulong gold deposit of Liaoning, China: *Journal of Central South University of Technology, China*, 8, 197–202.

Manuscrito recibido: Agosto 30, 2011.

Manuscrito corregido recibido: Enero 27, 2012.

Manuscrito aceptado: Enero 31, 2012.

Apéndice

Tabla A1. Elementos mayores y trazas de las rocas encajonantes frescas (Ef) y alteradas (Ea) del Cinturón de Oro Orogénico Caborca, NW de Sonora, México.

Muestra	Niv. det.	Alamo1Ef	Alamo1Ea	Carolina1Ef	Carolina1Ea	Carretera2Ef	Carretera2Ea	Costa4Ef	Costa4Ea
Coordenadas		112° 0' 59.8" 30° 50' 13.1"		112° 44' 2.5" 31° 9' 12.8"		110° 57' 3.2" 30° 18' 14.4"		112° 56' 52.5" 30° 48' 33.2"	
Elementos mayores									
SiO ₂	0.001	58.62	57.46	56.35	59.20	72.87	73.27	73.59	71.20
TiO ₂	0.001	0.73	0.60	1.27	1.43	0.14	0.16	0.10	0.13
Al ₂ O ₃	0.001	15.98	16.81	14.68	15.71	13.60	14.10	14.23	14.79
FeO	0.001	0.72	1.43	2.79	3.80	N.D.	0.19	N.D.	0.14
Fe ₂ O ₃	0.001	5.68	3.43	5.62	5.20	1.11	1.41	1.08	1.08
MnO	0.001	0.10	0.11	0.16	0.09	0.07	0.02	0.04	0.04
MgO	0.001	3.10	3.54	1.99	2.12	0.35	0.36	0.24	0.28
CaO	0.001	5.03	6.15	3.14	1.17	0.78	0.18	1.68	1.07
Na ₂ O	0.001	3.11	2.52	1.69	0.12	3.68	2.71	3.63	3.85
K ₂ O	0.001	1.62	1.64	3.92	4.85	3.78	4.45	3.15	3.62
P ₂ O ₅	0.001	0.20	0.21	0.52	0.55	0.05	0.06	0.03	0.04
PXC	0.010	3.68	3.96	4.08	3.45	0.79	1.42	0.74	1.42
Total		98.57	97.86	96.21	97.69	97.22	98.33	98.51	97.66
Elementos trazas									
Ag	0.100	N.D.	0.20	N.D.	N.D.	0.60	N.D.	N.D.	1.10
Al	1.000	85720.00	84758.00	76504.00	83523.00	72202.00	74355.00	76652.00	76103.00
As	1.000	23.00	7.00	5.00	20.00	7.00	58.00	5.00	9.00
Au	0.001	N.D.	N.D.	0.03	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	N.D.
Ba	1.000	660.00	621.00	1693.00	1037.00	559.00	544.00	901.00	1044.00
Be	1.000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	2.00	1.00	1.00
Bi	1.000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cd	1.000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ce	0.100	51.30	70.00	173.00	193.10	34.50	31.40	29.10	30.80
Co	1.000	22.00	19.00	19.00	23.00	3.00	2.00	2.00	1.00
Cr	1.000	36.00	26.00	21.00	23.00	5.00	7.00	6.00	6.00
Cu	1.000	26.00	90.00	24.00	26.00	5.00	36.00	29.00	8.00
Dy	0.100	3.60	2.90	9.50	10.50	1.30	1.20	3.00	1.80
Er	0.100	1.90	1.50	5.10	5.60	0.60	0.60	1.90	0.90
Eu	0.100	1.70	1.40	4.30	4.80	0.60	0.50	1.00	0.90
Gd	0.100	5.30	5.30	15.60	17.30	2.80	2.50	3.10	2.80
Ho	0.100	0.60	0.50	1.70	1.90	0.20	0.20	0.60	0.30
Ir	0.100	0.10	0.20	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
K	1.000	13562.00	13528.00	32271.00	40464.00	30931.00	36100.00	25926.00	30033.00
La	0.100	25.90	36.30	70.40	81.50	16.00	15.00	14.80	15.20
Lu	0.100	0.20	0.10	0.50	0.50	0.10	0.10	0.20	0.10
Mg	1.000	17370.00	19587.00	11195.00	11754.00	2124.00	2174.00	1465.00	1636.00
Mn	1.000	731.00	797.00	1196.00	621.00	517.00	185.00	314.00	271.00
Mo	1.000	N.D.	N.D.	1.00	1.00	N.D.	1.00	N.D.	1.00
Na	1.000	23157.00	18823.00	12590.00	855.00	27667.00	20359.00	26351.00	28156.00
Nd	0.100	26.10	28.60	82.60	92.60	14.10	12.70	13.20	13.20
Ni	1.000	41.00	40.00	22.00	28.00	9.00	16.00	7.00	8.00
Os	0.100	0.40	2.80	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
P	1.000	890.00	930.00	2290.00	2499.00	275.00	289.00	181.00	143.00
Pb	1.000	12.00	20.00	24.00	1.00	20.00	76.00	24.00	25.00
Pd	0.100	1.80	1.50	0.40	0.50	0.60	0.50	0.30	0.20
Pr	0.100	6.30	7.70	19.30	21.70	3.90	3.50	3.40	3.40
Pt	0.100	0.10	0.10	N.D.	N.D.	0.20	0.20	N.D.	0.20
Rh	0.100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ru	0.100	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sb	1.000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4.00	N.D.	N.D.
Sc	0.100	13.00	8.50	20.90	22.20	6.30	6.00	3.90	2.30
Se	1.000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	8.00	N.D.
Sm	0.100	5.00	4.80	15.10	16.50	3.10	2.60	2.90	2.70
Sn	1.000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	2.00	2.00	1.00
Sr	1.000	803.00	1077.00	132.00	32.00	91.00	56.00	315.00	272.00
Tb	0.100	0.70	0.60	1.90	2.10	0.30	0.30	0.50	0.30
Te	1.000	10.00	6.00	13.00	16.00	4.00	N.D.	N.D.	1.00
Th	0.100	5.80	13.60	7.30	8.50	11.10	9.80	5.80	4.90
Ti	0.010	4104.00	3400.00	5919.00	7720.00	787.00	753.00	734.00	649.00
Tl	0.100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	5.00	4.00	3.00	6.00
Tm	0.100	0.20	0.20	0.60	0.60	0.10	0.10	0.30	0.10
U	1.000	1.00	2.60	2.00	2.40	1.20	4.30	1.40	1.00
V	0.100	103.00	120.00	62.00	63.00	14.00	20.00	10.00	10.00
W	1.000	ND	2.00	4.00	3.00	ND	8.00	1.00	1.00
Y	0.001	16.60	13.40	44.20	47.40	5.50	5.60	17.20	7.90
Yb	0.100	1.40	1.20	3.90	4.20	0.70	0.60	2.00	0.90
Zn	1.000	79.00	95.00	180.00	95.00	30.00	29.00	50.00	57.00

Continúa en la siguiente página

Tabla A1. Continuación

Muestra	Km100Ef	Km100Ea	Quitovac2Ef	Quitovac2Ea	Quitovac3Ef	Quitovac3Ea	Quitovac5Ef	Quitovac5Ea
Coordenadas	111° 6' 36.8" 29° 58' 40.6"		112° 43' 38.1" 31° 26' 5.9"		112° 41' 51.1" 31° 25' 6.6"		112° 50' 23.6" 31° 30' 34.2"	
Elementos mayores								
SiO ₂	58.45	74.45	65.93	68.74	64.42	75.90	54.02	55.28
TiO ₂	1.18	0.34	0.38	0.38	0.50	0.14	0.89	0.92
Al ₂ O ₃	16.06	11.53	15.30	15.64	15.64	12.08	17.59	17.58
FeO	4.58	0.14	0.26	0.19	1.09	0.00	0.58	1.43
Fe ₂ O ₃	3.28	1.52	3.45	2.52	3.18	0.80	6.80	4.57
MnO	0.15	0.01	0.04	0.02	0.09	0.01	0.09	0.07
MgO	1.79	0.53	0.97	0.46	1.56	0.16	4.01	3.51
CaO	3.86	0.04	1.97	0.63	3.62	0.40	6.55	2.86
Na ₂ O	3.57	0.12	4.24	3.42	3.46	2.10	4.08	3.43
K ₂ O	3.67	6.20	3.59	4.09	3.71	5.21	2.06	3.24
P ₂ O ₅	0.42	0.07	0.13	0.12	0.18	0.02	0.25	0.25
PXC	1.11	2.11	1.45	2.08	1.24	1.23	1.07	4.77
Total	98.12	97.06	97.71	98.29	98.69	98.05	97.99	97.91
Elementos trazas								
Ag	N.D.	8.80	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.90	0.80
Al	85184.00	61591.00	78619.00	85605.00	83664.00	63914.00	94075.00	94257.00
As	7.00	4.00	15.00	N.D.	N.D.	N.D.	17.00	5.00
Au	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4.57	N.D.	0.02	N.D.
Ba	1421.00	927.00	1477.00	1671.00	1188.00	372.00	923.00	940.00
Be	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bi	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00
Ce	138.70	163.60	58.80	49.20	91.30	76.80	44.20	44.60
Co	24.00	3.00	8.00	6.00	12.00	2.00	29.00	24.00
Cr	17.00	6.00	5.00	6.00	8.00	5.00	52.00	49.00
Cu	26.00	44.00	19.00	73.00	34.00	30.00	104.00	385.00
Dy	10.00	2.30	2.80	2.70	4.00	1.90	2.20	1.80
Er	5.50	1.10	1.70	1.70	2.50	1.30	1.10	0.90
Eu	3.60	1.40	1.60	1.70	1.80	0.60	1.60	1.50
Gd	15.10	8.50	4.60	4.10	6.70	4.30	4.40	4.00
Ho	1.80	0.30	0.50	0.50	0.80	0.40	0.40	0.30
Ir	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
K	30350.00	51317.00	29253.00	33333.00	3331.00	43139.00	17015.00	26453.00
La	61.70	69.90	30.40	27.60	47.80	41.80	21.10	20.90
Lu	0.60	0.10	0.20	0.20	0.30	0.20	0.10	0.10
Mg	10122.00	3222.00	5527.00	2752.00	8718.00	976.00	22555.00	19708.00
Mn	1087.00	88.00	310.00	125.00	616.00	113.00	678.00	525.00
Mo	1.00	1.00	N.D.	N.D.	1.00	1.00	N.D.	N.D.
Na	26410.00	860.00	30788.00	25366.00	25232.00	15556.00	30088.00	24956.00
Nd	77.20	57.60	23.10	20.80	35.60	24.50	23.20	22.20
Ni	23.00	18.00	14.00	13.00	10.00	11.00	37.00	36.00
Os	0.20	2.90	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
P	1893.00	306.00	565.00	445.00	785.00	94.00	1048.00	1033.00
Pb	29.00	769.00	11.00	10.00	11.00	20.00	10.00	49.00
Pd	0.80	0.50	0.90	0.50	0.60	0.50	0.60	0.50
Pr	17.50	16.30	6.10	5.80	9.60	7.50	5.50	5.30
Pt	0.20	0.10	0.10	N.D.	0.30	0.10	N.D.	N.D.
Rh	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ru	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sb	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sc	18.80	8.00	8.40	8.30	9.80	2.40	13.80	13.40
Se	N.D.	N.D.	3.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sm	14.80	8.40	4.00	3.60	5.90	3.80	4.40	4.00
Sn	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sr	251.00	45.00	247.00	178.00	355.00	81.00	751.00	198.00
Tb	1.90	0.70	0.50	0.50	0.80	0.40	0.50	0.40
Te	13.00	6.00	4.00	3.00	4.00	N.D.	13.00	9.00
Th	10.20	10.40	9.30	12.90	18.00	31.20	3.60	3.30
Ti	6784.00	1648.00	2096.00	1916.00	2956.00	657.00	5080.00	3146.00
Tl	N.D.	7.00	N.D.	1.00	5.00	9.00	N.D.	1.00
Tm	0.60	0.10	0.20	0.20	0.30	0.20	0.10	0.10
U	2.80	0.70	1.40	2.50	4.40	2.40	1.20	0.90
V	68.00	24.00	32.00	34.00	65.00	16.00	146.00	145.00
W	1.00	16.00	2.00	3.00	1.00	6.00	1.00	8.00
Y	47.40	8.30	13.90	13.00	22.10	11.10	10.10	8.00
Yb	4.40	0.70	1.50	1.60	2.40	1.40	0.90	0.70
Zn	211.00	46.00	79.00	36.00	56.00	26.00	111.00	122.00

Continúa en la siguiente página

Tabla A1. Continuación

Muestra	Quitovac6Ef	Quitovac6Ea	Sanfran1Ef	Sanfran1Ea	Sanfran3Ef	Sanfran3Ea	Sanfran4Ef	Sanfran4Ea
Coordenadas	112° 51' 55.3"		113° 3' 56.0"		113° 4' 44.1"		113° 6' 42.4"	
	31° 29' 54.2"		31° 32' 22.6"		31° 31' 21.7"		31° 37' 37.0"	
Elementos mayores								
SiO ₂	71.92	68.93	68.48	63.40	74.02	72.50	72.31	71.31
TiO ₂	0.19	0.21	0.34	0.62	0.28	0.07	0.04	0.06
Al ₂ O ₃	15.09	16.33	14.98	19.23	11.81	13.77	14.20	15.39
FeO	0.00	0.26	0.15	0.15	0.19	0.14	0.00	N.D.
Fe ₂ O ₃	1.33	1.95	2.24	3.46	2.59	0.65	0.67	0.75
MnO	0.03	0.03	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
MgO	0.32	0.35	0.97	1.47	0.26	0.15	0.08	0.11
CaO	1.57	0.04	2.60	0.30	1.55	0.19	0.70	0.20
Na ₂ O	3.99	0.16	4.31	0.09	2.18	1.06	4.07	1.59
K ₂ O	3.67	6.89	2.86	6.86	3.74	8.82	4.68	8.99
P ₂ O ₅	0.05	0.07	0.14	0.15	0.04	0.00	0.01	0.06
PXC	0.78	3.46	0.87	3.56	0.49	0.56	0.37	0.77
Total	98.94	98.68	97.98	99.30	97.17	97.92	97.14	99.24
Elementos trazas								
Ag	0.50	0.40	0.40	3.90	N.D.	N.D.	0.40	2.10
Al	80237.00	87660.00	77980.00	102801.00	62770.00	73602.00	75959.00	80844.00
As	4.00	4.00	13.00	3.00	N.D.	N.D.	ND	7.00
Au	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.06
Ba	1456.00	1396.00	486.00	785.00	1605.00	3826.00	910.00	2424.00
Be	N.D.	2.00	N.D.	11.00	ND	1.00	6.00	3.00
Bi	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00
Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ce	67.40	42.60	36.20	74.20	71.50	15.60	8.90	22.20
Co	2.00	1.00	8.00	7.00	5.00	N.D.	N.D.	N.D.
Cr	4.00	8.00	10.00	14.00	8.00	6.00	6.00	6.00
Cu	29.00	42.00	24.00	829.00	26.00	531.00	11.00	333.00
Dy	1.60	0.20	1.00	0.80	1.40	1.00	0.90	1.10
Er	0.70	0.10	0.50	0.40	0.60	0.70	0.80	0.70
Eu	1.60	0.80	0.80	1.30	2.50	1.90	0.60	1.30
Gd	4.40	1.60	2.40	4.00	4.30	1.40	0.80	2.20
Ho	0.20	N.D.	0.20	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20
Ir	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10
K	30404.00	57143.00	23290.00	55025.00	30665.00	73247.00	38723.00	76983.00
La	35.00	22.90	18.10	38.90	39.50	9.40	5.50	11.20
Lu	0.10	N.D.	0.10	N.D.	0.10	0.10	0.20	0.10
Mg	1994.00	2105.00	5484.00	8197.00	1618.00	894.00	495.00	611.00
Mn	200.00	197.00	267.00	74.00	177.00	66.00	106.00	41.00
Mo	N.D.	7.00	N.D.	1.00	N.D.	41.00	N.D.	26.00
Na	29329.00	1179.00	31844.00	650.00	16366.00	7859.00	29955.00	11422.00
Nd	26.10	10.90	15.30	27.70	28.70	5.70	2.70	12.30
Ni	15.00	5.00	17.00	22.00	7.00	6.00	13.00	11.00
Os	2.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3.30
P	242.00	309.00	608.00	565.00	181.00	142.00	43.00	190.00
Pb	28.00	331.00	21.00	110.00	27.00	51.00	74.00	479.00
Pd	0.40	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	1.10	0.70
Pr	7.40	3.70	4.10	7.90	7.50	1.60	0.90	3.00
Pt	N.D.	N.D.	0.20	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Rh	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ru	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sb	N.D.	5.00	N.D.	1.00	N.D.	2.00	N.D.	N.D.
Sc	3.30	3.10	2.80	7.50	2.60	2.30	1.00	2.00
Se	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4.00	N.D.	N.D.	2.00
Sm	4.20	1.30	2.40	3.90	4.00	0.90	0.50	2.30
Sn	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.00	1.00
Sr	433.00	188.00	527.00	54.00	154.00	331.00	352.00	320.00
Tb	0.40	0.10	0.20	0.30	0.40	0.20	0.10	0.30
Te	1.00	2.00	2.00	3.00	6.00	N.D.	N.D.	N.D.
Th	19.10	6.20	8.90	8.40	9.30	1.10	5.30	4.40
Ti	1174.00	851.00	2019.00	3342.00	1646.00	400.00	228.00	274.00
Tl	11.00	3.00	3.00	2.00	9.00	6.00	7.00	13.00
Tm	0.10	N.D.	0.10	N.D.	0.10	0.10	0.10	0.10
U	4.10	0.50	3.40	8.10	0.50	0.70	4.90	2.10
V	15.00	15.00	35.00	91.00	21.00	22.00	16.00	18.00
W	1.00	12.00	ND	11.00	ND	1.00	ND	33.00
Y	6.30	0.70	4.40	2.60	5.70	5.40	5.90	6.20
Yb	0.50	0.10	0.40	0.20	0.40	0.70	1.10	0.60
Zn	70.00	71.00	60.00	147.00	39.00	40.00	12.00	2212.00

Continúa en la siguiente página

Tabla A1. Continuación

Muestra	Sanfran5Ef	Sanfran5Ea	Sanfran8Ef	Sanfran8Ea	Sanfran14Ef	Sanfran14Ea	Sanluisito2Ef	Sanluisito2Ea
Coordenadas	113° 6' 51.3"		113° 7' 11.4"		113° 7' 56.7"		112° 37' 31.0"	
	31° 37' 25.4"		31° 40' 19.8"		31° 39' 53.0"		31° 17' 2.0"	
Elementos mayores								
SiO ₂	61.46	66.38	69.31	70.06	52.26	46.53	69.74	68.35
TiO ₂	0.82	0.75	0.35	0.08	0.90	0.64	0.26	0.27
Al ₂ O ₃	16.26	16.32	13.06	16.24	14.52	11.81	14.26	16.43
FeO	5.00	1.00	0.15	0.26	5.72	7.17	0.19	0.14
Fe ₂ O ₃	2.62	3.81	3.88	0.86	3.49	4.66	2.43	1.81
MnO	0.07	0.04	0.06	0.02	0.16	0.22	0.06	0.02
MgO	3.03	1.48	2.56	1.04	7.16	11.38	0.96	0.94
CaO	1.05	0.22	3.39	0.26	7.26	9.30	2.52	0.43
Na ₂ O	1.11	0.42	3.24	1.72	2.65	1.27	3.45	0.09
K ₂ O	3.70	4.75	1.33	3.36	2.32	2.11	3.42	6.07
P ₂ O ₅	0.05	0.03	0.08	0.02	0.26	0.12	0.08	0.06
PXC	2.61	3.11	0.96	3.97	2.63	3.77	0.62	2.71
Total	97.78	98.31	98.37	97.89	99.33	98.98	97.99	97.32
Elementos trazas								
Ag	N.D.	0.20	0.40	1.40	0.80	1.40	0.10	1.00
Al	84390.00	85858.00	66296.00	83778.00	73788.00	60624.00	75928.00	84882.00
As	10.00	13.00	18.00	12.00	11.00	N.D.	2.00	4.00
Au	N.D.	0.02	N.D.	0.02	0.01	N.D.	N.D.	N.D.
Ba	1131.00	1250.00	752.00	766.00	807.00	351.00	731.00	391.00
Be	N.D.	N.D.	N.D.	7.00	N.D.	N.D.	N.D.	3.00
Bi	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00
Ce	109.60	111.90	62.70	8.90	44.20	29.20	88.00	41.00
Co	25.00	23.00	14.00	1.00	40.00	52.00	8.00	5.00
Cr	99.00	100.00	51.00	8.00	279.00	678.00	8.00	8.00
Cu	32.00	94.00	23.00	144.00	19.00	7.00	12.00	16.00
Dy	5.60	4.80	4.10	0.20	10.30	8.70	2.50	0.70
Er	2.60	2.20	2.40	0.10	6.30	5.90	1.70	0.40
Eu	2.00	2.00	1.90	0.50	1.90	1.50	1.00	0.70
Gd	9.00	8.70	5.70	0.70	8.90	6.80	4.40	2.50
Ho	1.00	0.80	0.80	N.D.	2.00	1.90	0.50	0.10
Ir	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.
K	30104.00	39288.00	11390.00	27483.00	19128.00	17539.00	28300.00	50111.00
La	54.90	52.70	31.60	5.30	17.20	11.40	51.70	20.70
Lu	0.30	0.30	0.30	N.D.	0.90	0.90	0.30	N.D.
Mg	17926.00	8391.00	14355.00	5938.00	38676.00	67634.00	5472.00	5543.00
Mn	545.00	280.00	417.00	129.00	1110.00	1505.00	453.00	143.00
Mo	1.00	2.00	N.D.	7.00	N.D.	N.D.	1.00	2.00
Na	8175.00	3174.00	23105.00	12647.00	18769.00	8817.00	25379.00	745.00
Nd	45.40	45.20	28.50	3.60	29.80	21.90	24.30	16.00
Ni	60.00	54.00	81.00	14.00	161.00	182.00	10.00	10.00
Os	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.
P	207.00	138.00	344.00	87.00	1125.00	472.00	353.00	270.00
Pb	20.00	57.00	2.00	411.00	11.00	0.00	15.00	55.00
Pd	0.20	0.30	0.30	0.10	0.70	0.70	0.30	0.10
Pr	12.60	12.40	7.40	1.00	6.50	4.60	8.10	4.50
Pt	N.D.	N.D.	1.20	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Rh	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ru	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sb	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	6.00	N.D.	3.00
Sc	17.60	16.10	9.90	3.20	30.60	49.90	5.80	3.10
Se	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	2.00
Sm	8.10	8.30	5.00	0.60	7.80	6.10	3.40	2.60
Sn	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sr	127.00	47.00	401.00	185.00	342.00	145.00	268.00	19.00
Tb	1.10	1.00	0.80	N.D.	1.60	1.30	0.50	0.20
Te	13.00	6.00	1.00	N.D.	13.00	13.00	N.D.	N.D.
Th	15.20	16.40	8.20	0.80	0.40	0.80	59.80	11.00
Ti	4936.00	3974.00	2086.00	345.00	5058.00	3540.00	1649.00	1481.00
Tl	N.D.	4.00	8.00	12.00	N.D.	N.D.	6.00	11.00
Tm	0.30	0.30	0.30	N.D.	0.90	0.90	0.20	N.D.
U	1.60	6.70	0.80	0.40	0.40	0.40	11.30	2.00
V	108.00	107.00	40.00	35.00	133.00	202.00	43.00	36.00
W	1.00	26.00	1.00	17.00	1.00	1.00	2.00	19.00
Y	22.20	18.50	19.00	0.60	49.40	46.20	13.50	2.40
Yb	2.20	1.90	2.10	0.10	6.00	6.20	1.80	0.30
Zn	141.00	199.00	118.00	2221.00	137.00	318.00	71.00	177.00

Continúa en la siguiente página

Tabla A1. Continuación

Muestra	Sanluisito3Ef	Sanluisito3Ea	Sonoyta5Ef	Sonoyta5Ea	Trin11Ef	Trin11Ea	Vidrios1Ef	Vidrios1Ea
Coordenadas	112° 29' 18.1"		112° 52' 3.5"		111° 40' 57.8"		113° 40' 45.2"	
	31° 22' 57.0"		31° 49' 3.5"		30° 11' 2.1"		32° 5' 6.8"	
Elementos mayores								
SiO ₂	60.07	62.90	73.27	71.35	68.24	70.17	64.61	60.76
TiO ₂	0.59	0.59	0.09	0.16	0.52	0.39	0.71	0.70
Al ₂ O ₃	16.36	15.79	14.85	16.50	14.14	13.41	15.86	17.59
FeO	0.84	1.00	0.00	0.14	0.27	0.26	0.28	0.27
Fe ₂ O ₃	4.49	3.90	0.78	1.21	3.62	3.34	3.84	3.42
MnO	0.10	0.14	0.02	0.02	0.04	0.01	0.07	0.07
MgO	2.62	2.50	0.15	0.39	1.17	0.82	1.31	1.13
CaO	4.76	3.11	1.15	0.10	0.89	0.54	2.69	2.10
Na ₂ O	3.35	2.09	3.84	0.22	2.66	5.29	2.98	3.77
K ₂ O	2.78	4.12	3.39	6.16	4.32	1.24	4.95	7.33
P ₂ O ₅	0.16	0.07	0.04	0.04	0.13	0.10	0.30	0.27
PXC	2.12	2.47	0.46	2.08	1.15	2.48	1.03	1.32
Total	98.24	98.68	98.04	98.37	97.15	98.05	98.63	98.73
Elementos trazas								
Ag	5.50	5.80	0.40	7.00	0.10	0.90	N.D.	N.D.
Al	84806.00	80283.00	80670.00	88271.00	76609.00	69590.00	85081.00	91594.00
As	12.00	6.00	9.00	4.00	ND	22.00	6.00	5.00
Au	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.
Ba	935.00	1163.00	1423.00	823.00	974.00	134.00	2711.00	2634.00
Be	N.D.	N.D.	N.D.	3.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bi	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cd	5.00	3.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ce	95.10	85.40	52.10	66.10	214.40	147.90	250.00	301.90
Co	19.00	21.00	1.00	2.00	11.00	8.00	15.00	6.00
Cr	30.00	33.00	7.00	5.00	24.00	22.00	12.00	8.00
Cu	28.00	1935.00	18.00	7.00	60.00	432.00	12.00	12.00
Dy	4.10	4.30	1.60	1.60	7.50	4.00	11.20	10.60
Er	2.30	2.30	0.70	0.60	2.50	1.90	6.60	6.10
Eu	2.00	2.10	1.30	0.90	3.30	1.20	5.30	4.90
Gd	6.90	6.70	3.40	4.00	16.70	11.00	18.80	19.70
Ho	0.70	0.80	0.30	0.20	1.00	0.60	2.10	1.90
Ir	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
K	22907.00	34208.00	28107.00	51002.00	35874.00	10381.00	40787.00	60477.00
La	51.00	44.70	26.10	33.40	89.20	62.10	111.40	140.70
Lu	0.30	0.30	0.10	N.D.	0.20	0.20	0.90	0.80
Mg	14995.00	14984.00	939.00	2360.00	6827.00	4780.00	7919.00	6807.00
Mn	736.00	1046.00	124.00	120.00	315.00	101.00	561.00	538.00
Mo	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	1.00	1.00	3.00	24.00
Na	24167.00	15214.00	28831.00	1648.00	19378.00	38946.00	21690.00	27027.00
Nd	35.50	33.20	18.90	24.10	87.60	78.30	111.60	117.90
Ni	24.00	25.00	29.00	8.00	36.00	44.00	14.00	14.00
Os	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
P	717.00	314.00	170.00	190.00	558.00	450.00	1347.00	1115.00
Pb	246.00	773.00	74.00	12.00	15.00	66.00	54.00	41.00
Pd	0.50	0.50	0.20	0.40	0.20	0.40	0.80	0.50
Pr	10.30	9.30	5.60	7.10	23.10	21.60	30.30	33.20
Pt	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Rh	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ru	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sb	N.D.	N.D.	2.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sc	13.60	11.90	2.20	3.40	9.00	10.10	12.50	14.50
Se	N.D.	N.D.	N.D.	6.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sm	5.90	5.90	3.10	3.90	17.20	11.10	18.40	18.10
Sn	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sr	464.00	383.00	413.00	45.00	123.00	117.00	607.00	426.00
Tb	0.80	0.80	0.40	0.40	1.90	1.10	2.30	2.30
Te	4.00	4.00	N.D.	1.00	4.00	2.00	7.00	7.00
Th	19.90	17.60	12.30	16.40	49.60	53.00	30.60	29.50
Ti	3565.00	3461.00	628.00	798.00	3071.00	2069.00	4349.00	3217.00
Tl	N.D.	9.00	8.00	13.00	1.00	8.00	3.00	6.00
Tm	0.30	0.30	0.10	0.10	0.20	0.20	0.90	0.80
U	5.10	4.60	1.50	1.10	2.70	3.10	5.40	5.40
V	87.00	85.00	7.00	9.00	37.00	26.00	63.00	65.00
W	2.00	ND	1.00	2.00	ND	1.00	1.00	2.00
Y	18.80	20.40	6.60	5.70	21.00	12.50	52.80	48.90
Yb	2.00	2.00	0.60	0.40	1.70	1.40	6.00	5.50
Zn	234.00	6848.00	40.00	122.00	33.00	27.00	83.00	145.00

Los valores de los elementos mayores se encuentran expresados en % y los elementos trazas en partes por millón (ppm). La conversión a gramos por tonelada (g/t = ppm). N.D. = valor menor o igual a la capacidad de detección analítica instrumental. Niv. det. = Nivel de detección mínimo. PXC = Pérdida por calcinación a 950 °C. Elementos mayores analizados por medio de la técnica ICP-AES. Elementos traza analizados por la técnica ICP-MS. Para el análisis del Au se implementó la técnica de análisis al fuego. Datum de las coordenadas: WGS84.

Tabla A2. Elementos trazas y metales preciosos de 102 muestras de vetas de cuarzo del Cinturón de Oro Orogénico Caborca, NW de Sonora, México.

Muestra	Niv. det.	Alamo-1	Alamo-2	Alamo-3	Alamo-4	Alamo-5	Alamo-6	Alamo-7	Alamo-8	Alamo-9	Alamo-10	Alamo-11	Antimonio-1	Carina-1	Carina-2	Carolina-1	Carretera-1	Carretera-2
Coordena.		112° 0' 59.8" N 30° 50' 13.1" W	112° 9' 15.6" N 30° 54' 29.4" W	112° 9' 15.0" N 30° 54' 34.0" W	112° 9' 15.3" N 30° 54' 34.7" W	112° 9' 19.0" N 30° 54' 37.8" W	112° 10' 58.8" N 30° 54' 2.3" W	112° 12' 15.8" N 30° 55' 45.8" W	112° 12' 15.8" N 30° 55' 45.8" W	112° 12' 11.9" N 30° 56' 5.9" W	112° 12' 10.7" N 30° 56' 4.5" W	112° 12' 13.8" N 30° 56' 4.3" W	112° 35' 50.8" N 30° 44' 10.9" W	112° 44' 25.8" N 31° 10' 0.3" W	112° 44' 25.8" N 31° 10' 0.3" W	112° 44' 25.8" N 31° 9' 12.8" W	111° 5' 49.0" N 30° 4' 54.1" W	110° 57' 3.2" N 30° 18' 14.4" W
Ag	1.000	1.00	6.00	3.00	104.00	24.00	1.00	10.00	24.00	27.00	16.00	41.00	8.00	1.00	5.00	2.00	N.D.	2.00
Al	1.000	5011.00	4189.00	23508.00	2165.00	5711.00	257.00	13978.00	5661.00	1286.00	2671.00	1967.00	17610.00	7762.00	9697.00	7182.00	5541.00	679.00
As	1.000	N.D.	347.00	4338.00	1774.00	1121.00	17.00	3.00	1.00	3.00	9.00	2.00	419.00	1.00	N.D.	27.00	N.D.	36.00
Au	0.001	N.D.	N.D.	0.40	12.27	2.27	0.01	0.40	0.27	2.23	0.13	3.00	0.53	0.03	1.00	3.07	N.D.	0.40
Ba	1.000	48.00	56.00	193.00	81.00	95.00	24.00	240.00	84.00	47.00	40.00	45.00	260.00	200.00	95.00	263.00	11.00	6.00
Be	1.000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.
Bi	1.000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.00	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	5.00	4.00	N.D.	7.00
Ca	0.001	72840.00	3330.00	25510.00	460.00	5510.00	220.00	430.00	790.00	460.00	1470.00	60.00	47460.00	19060.00	4030.00	90780.00	480.00	160.00
Cd	1.000	N.D.	1.00	11.00	7.00	6.00	1.00	1.00	N.D.	52.00	1.00	24.00	2.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ce	0.100	6.00	4.70	28.60	1.10	6.50	0.40	56.70	13.70	2.00	5.30	1.40	15.80	20.10	27.60	74.60	28.70	0.80
Co	1.000	2.00	2.00	7.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	4.00	1.00	2.00	3.00	83.00	5.00	59.00	1.00	1.00
Cr	1.000	273.00	341.00	223.00	390.00	375.00	466.00	261.00	339.00	404.00	396.00	372.00	257.00	11.00	360.00	3.00	1.00	393.00
Cu	1.000	90.00	21.00	216.00	411.00	349.00	10.00	18.00	4367.00	283.00	5384.00	232.00	27.00	14.00	67.00	258.00	11.00	13.00
Dy	0.100	0.50	0.30	1.00	0.10	0.30	0.10	1.00	0.60	0.10	0.30	N.D.	1.00	0.80	0.60	4.50	1.80	N.D.
Er	0.100	0.30	0.10	0.50	N.D.	0.10	0.10	0.50	0.30	0.10	0.10	N.D.	0.50	0.40	0.30	2.30	1.20	N.D.
Eu	0.100	0.20	0.10	0.60	0.10	0.20	N.D.	0.50	0.30	N.D.	0.10	N.D.	0.10	0.50	0.30	3.70	0.20	N.D.
Fe	0.001	6600.00	11990.00	30340.00	55510.00	13990.00	7780.00	9230.00	7160.00	6420.00	6550.00	8630.00	21970.00	13044.00	13110.00	60830.00	4530.00	6170.00
Gd	0.100	0.60	0.50	2.50	0.10	0.60	0.10	3.10	1.30	0.20	0.50	0.10	1.50	1.70	2.00	6.60	2.30	0.10
Ho	0.100	0.10	0.10	0.20	N.D.	0.10	N.D.	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	0.20	0.10	0.10	0.80	0.40	N.D.
Ir	0.100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
K	1.000	1066.00	2018.00	10067.00	1025.00	2926.00	73.00	8045.00	2694.00	749.00	1590.00	1133.00	7162.00	4067.00	5077.00	8584.00	3179.00	376.00
La	0.100	3.30	2.30	13.90	0.50	3.20	0.20	29.40	6.70	1.00	2.50	0.70	9.50	9.20	12.90	37.70	14.70	0.40
Lu	0.100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	0.30	0.20	N.D.
Mg	1.000	2265.00	644.00	2182.00	128.00	1562.00	58.00	585.00	345.00	99.00	170.00	105.00	4259.00	6848.00	2637.00	736.00	384.00	74.00
Mn	1.000	1013.00	205.00	462.00	34.00	122.00	138.00	284.00	205.00	107.00	136.00	32.00	212.00	492.00	223.00	1595.00	90.00	38.00
Mo	1.000	1.00	2.00	3.00	5.00	2.00	2.00	1.00	1.00	35.00	1.00	4.00	3.00	7.00	9.00	11.00	1.00	4.00
Na	1.000	194.00	102.00	968.00	128.00	154.00	66.00	493.00	662.00	97.00	179.00	56.00	1065.00	194.00	205.00	2084.00	827.00	48.00
Nd	0.100	2.70	2.20	12.70	0.60	3.10	0.20	17.80	6.30	0.80	2.40	0.60	7.20	9.20	11.20	27.70	10.40	0.30
Ni	1.000	6.00	9.00	12.00	7.00	8.00	7.00	5.00	7.00	7.00	6.00	6.00	18.00	3.00	7.00	1.00	N.D.	7.00
Os	0.100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.
P	1.000	206.00	168.00	378.00	89.00	134.00	54.00	153.00	180.00	13.00	N.D.	13.00	474.00	237.00	131.00	846.00	39.00	26.00
Pb	1.000	12.00	6.00	30.00	311.00	176.00	6.00	98.00	17.00	4181.00	28.00	1062.00	82.00	18.00	453.00	17.00	17.00	654.00
Pd	0.100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	0.20	0.10	N.D.
Pr	0.100	0.70	0.60	3.40	0.10	0.80	0.10	5.60	1.70	0.20	0.60	0.20	1.90	2.40	3.10	7.60	3.10	0.10
Pt	0.100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.30	0.10
Rh	0.100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ru	0.100	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.
Sb	1.000	2.00	5.00	64.00	114.00	127.00	5.00	3.00	26.00	3.00	64.00	4.00	11295.00	7.00	6.00	2.00	1.00	11.00
Sc	0.100	2.40	1.30	4.70	0.90	1.70	0.30	2.00	1.90	0.50	1.00	0.90	4.00	3.20	2.10	4.60	1.00	0.20
Se	1.000	N.D.	N.D.	N.D.	10.00	2.00	N.D.	N.D.	N.D.	8.00	1.00	3.00	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.
Sm	0.100	0.50	0.40	2.50	0.10	0.60	0.10	2.80	1.20	0.20	0.50	0.10	1.40	1.70	2.00	5.60	2.10	0.10
Sn	1.000	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	1.00	1.00	1.00	1.00
Sr	1.000	192.00	13.00	101.00	122.00	144.00	3.00	7.00	6.00	3.00	3.00	3.00	135.00	24.00	10.00	428.00	5.00	6.00
Tb	0.100	0.10	0.10	0.30	N.D.	0.10	N.D.	0.30	0.20	N.D.	0.10	N.D.	0.20	0.20	0.20	0.90	0.30	N.D.
Te	1.000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	9.00	1.00	30.00	1.00	30.00	N.D.	1.00	7.00	2.00	N.D.	4.00
Th	0.100	0.70	0.60	3.80	0.40	0.70	0.10	12.10	2.10	0.40	0.50	0.10	2.00	1.30	5.00	2.80	32.80	0.70
Ti	1.000	201.00	33.00	120.00	17.00	45.00	8.00	152.00	70.00	22.00	44.00	39.00	84.00	110.00	145.00	361.00	48.00	11.00
Tl	1.000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tm	0.100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	0.30	0.20	N.D.
U	0.100	0.20	0.10	1.10	0.40	0.20	0.10	0.60	0.30	0.40	0.10	0.10	1.80	1.70	0.60	0.50	7.30	2.70
V	1.000	17.00	17.00	86.00	11.00	12.00	6.00	11.00	10.00	6.00	5.00	11.00	40.00	17.00	18.00	7.00	5.00	8.00
W	1.000	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	59.00	603.00	10.00	453.00	6.00	2.00
Y	0.100	3.20	1.20	4.40	0.30	1.30	0.40	3.70	2.60	0.40	0.10	0.20	5.30	1.10	2.30	27.80	9.90	0.20
Yb	0.100	0.30	0.10	0.30	N.D.	0.10	0.10	0.40	0.20	0.10	0.10	N.D.	0.50	0.30	0.20	2.00	1.40	N.D.
Zn	1.000	12.00	19.00	189.00	196.00	280.00	7.00	54.00	18.00	1393.00	23.00	522.00	107.00	19.00	11.00	12.00	17.00	11.00

Continúa en la siguiente página

Tabla A2. Continuación

Muestra	Chanate-1	Chanate-2	Costa-1	Costa-2	Costa-3	Costa-4	Costa-5	Estalilano-10	Kin100	La Herradura	La Zorra	Las Animas	Libertad-1	Nochebuena-1	Nochebuena-2	Pinta-1	Pinta-2
Coordenada	111° 55' 13.2"	111° 55' 13.1"	112° 52' 47.8"	112° 53' 24.0"	112° 53' 49.8"	112° 56' 52.5"	112° 54' 8.2"	111° 7' 8.5"	111° 6' 36.8"	112° 51' 49.0"	112° 11' 39.8"	111° 23' 21.7"	112° 22' 37.8"	112° 38' 47.4"	112° 37' 51.9"	113° 7' 21.7"	113° 7' 23.4"
	30° 48' 8.8"	30° 48' 6.6"	30° 56' 9.3"	30° 55' 17.2"	30° 55' 0.3"	30° 48' 33.2"	30° 45' 2.7"	30° 21' 4.9"	29° 58' 40.6"	31° 8' 41.8"	30° 45' 38.9"	30° 14' 16.9"	30° 10' 8.3"	31° 1' 50.2"	31° 1' 16.7"	31° 24' 17.6"	31° 24' 19.3"
Ag	2.00	30.00	N.D.	N.D.	8.00	N.D.	N.D.	3.00	7.00	N.D.	177.00	N.D.	N.D.	38.00	2.00	N.D.	10.00
Al	12310.00	3226.00	757.00	6425.00	3180.00	10812.00	2173.00	2012.00	2485.00	6470.00	2250.00	107.00	2363.00	8227.00	4529.00	3391.00	3072.00
As	55.00	886.00	N.D.	N.D.	3.00	15.00	17.00	N.D.	1.00	N.D.	113.00	N.D.	N.D.	771.00	1.00	N.D.	N.D.
Au	0.83	25.06	N.D.	N.D.	0.04	0.01	N.D.	4.93	0.03	N.D.	0.05	N.D.	N.D.	0.20	18.43	0.30	1.90
Ba	762.00	130.00	39.00	121.00	40.00	193.00	27.00	66.00	14.00	59.00	6008.00	3.00	91.00	109.00	75.00	26.00	41.00
Be	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bi	N.D.	7.00	N.D.	N.D.	57.00	N.D.	8.00	4.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.00	N.D.	3.00	14.00
Ca	28850.00	38730.00	280.00	4750.00	22890.00	7970.00	1360.00	12900.00	380.00	23810.00	820.00	210.00	420.00	8230.00	760.00	2160.00	700.00
Cd	4.00	14.00	N.D.	1.00	1.00	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	10.00	N.D.	N.D.	2.00	N.D.	N.D.	5.00
Ce	23.70	5.50	1.00	9.00	2.20	23.20	7.20	6.60	7.10	29.40	3.40	0.30	7.70	14.80	22.00	1.20	0.90
Co	97.00	12.00	1.00	2.00	203.00	1.00	277.00	5.00	1.00	3.00	N.D.	1.00	3.00	1.00	170.00	2.00	6.00
Cr	7.00	319.00	1.00	1.00	7.00	1.00	2.00	342.00	412.00	2.00	334.00	408.00	2.00	314.00	2.00	417.00	383.00
Cu	38.00	27.00	5.00	5.00	5.00	8.00	3.00	21.00	7.00	3.00	881.00	12.00	15.00	36.00	6.00	118.00	58.00
Dy	1.00	0.70	0.10	0.40	0.40	1.00	0.50	0.30	0.20	1.30	0.20	0.10	0.40	0.20	0.40	N.D.	0.10
Er	0.40	0.30	0.10	0.30	0.30	0.50	0.30	0.20	0.10	0.70	0.10	0.10	0.20	0.10	0.20	N.D.	N.D.
Eu	0.90	0.60	N.D.	0.20	0.20	0.30	N.D.	0.10	0.10	0.50	2.30	N.D.	0.10	0.20	0.20	N.D.	N.D.
Fe	17780.00	51720.00	3420.00	4750.00	8950.00	4600.00	2610.00	8480.00	10030.00	11880.00	9220.00	7410.00	25520.00	19270.00	9660.00	6420.00	8240.00
Gd	2.20	0.80	0.10	0.70	0.40	1.80	0.60	0.50	0.50	2.60	0.40	0.10	0.60	0.90	1.20	0.10	0.10
Ho	0.20	0.10	N.D.	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	N.D.	0.20	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	0.10	N.D.	N.D.
Ir	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
K	6710.00	1733.00	319.00	3244.00	1584.00	5729.00	1406.00	751.00	1668.00	3597.00	1023.00	41.00	1194.00	6290.00	2703.00	1517.00	1915.00
La	11.70	2.80	0.80	4.50	0.90	11.40	3.70	3.60	3.70	14.40	1.90	0.10	3.90	8.00	11.80	0.50	0.50
Lu	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.20	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Mg	6038.00	1857.00	130.00	946.00	959.00	647.00	239.00	492.00	291.00	11674.00	150.00	32.00	235.00	224.00	205.00	200.00	142.00
Mn	488.00	768.00	42.00	131.00	442.00	225.00	80.00	66.00	40.00	278.00	52.00	35.00	106.00	54.00	299.00	409.00	87.00
Mo	4.00	1.00	1.00	1.00	24.00	1.00	18.00	4.00	3.00	1.00	7.00	1.00	1.00	137.00	1.00	4.00	8.00
Na	382.00	135.00	62.00	315.00	103.00	593.00	469.00	281.00	153.00	504.00	165.00	77.00	270.00	299.00	639.00	73.00	85.00
Nd	10.90	2.70	0.50	3.70	1.30	9.10	2.50	2.40	2.80	12.80	1.60	0.20	3.10	5.10	7.20	0.20	0.30
Ni	6.00	10.00	N.D.	1.00	4.00	1.00	2.00	7.00	7.00	4.00	7.00	7.00	5.00	7.00	2.00	19.00	7.00
Os	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10
P	394.00	198.00	25.00	191.00	114.00	131.00	129.00	50.00	38.00	53.00	113.00	9.00	131.00	202.00	177.00	19.00	27.00
Ph	218.00	4002.00	6.00	3.00	219.00	20.00	11.00	50.00	249.00	10.00	5935.00	11.00	14.00	3088.00	259.00	431.00	366.00
Pd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.
Pr	2.90	0.70	0.10	1.00	0.30	2.60	0.80	0.70	0.80	3.40	0.40	N.D.	0.90	1.60	2.20	0.10	0.10
Pt	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.20	N.D.
Rb	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ru	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sb	2.00	17.00	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	8.00	145.00	2.00	504.00	5.00	1.00	133.00	2.00	3.00	2.00
Sc	4.30	1.10	0.20	1.30	1.40	0.90	0.50	0.30	0.70	2.60	0.40	0.20	0.60	1.30	0.90	0.40	0.60
Se	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	5.00	N.D.	N.D.	1.00	1.00	N.D.	1.00
Sm	2.20	0.70	0.10	0.70	0.40	1.70	0.50	0.40	0.40	2.50	0.40	0.10	0.60	0.80	1.10	N.D.	0.10
Sr	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.
Tb	182.00	293.00	3.00	6.00	22.00	15.00	5.00	4.00	4.00	35.00	233.00	1.00	5.00	78.00	9.00	9.00	8.00
Ti	0.30	0.10	N.D.	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.30	N.D.	N.D.	0.10	0.10	0.10	N.D.	N.D.
Tc	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	9.00	8.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3.00	N.D.	N.D.	1.00
Th	1.80	0.70	0.10	2.10	0.20	3.80	1.70	1.50	0.90	9.30	0.50	N.D.	4.00	4.90	4.90	0.50	0.40
Tl	64.00	27.00	14.00	103.00	41.00	37.00	37.00	21.00	35.00	28.00	11.00	3.00	22.00	32.00	32.00	11.00	19.00
Tl	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tm	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
U	0.20	0.10	0.10	0.60	0.20	1.00	0.70	0.10	0.40	0.80	0.90	0.10	0.60	1.70	1.80	0.90	0.30
V	19.00	8.00	3.00	11.00	22.00	5.00	5.00	7.00	14.00	5.00	204.00	5.00	12.00	15.00	7.00	6.00	4.00
W	746.00	191.00	5.00	2.00	708.00	10.00	942.00	6.00	3.00	2.00	1172.00	14.00	13.00	3.00	1052.00	13.00	5.00
Y	4.10	3.40	0.40	2.40	4.50	4.50	4.00	1.40	0.70	6.50	0.70	0.80	2.20	0.80	1.80	0.20	0.40
Yb	0.40	0.20	0.10	0.30	0.20	0.50	0.20	0.10	0.10	0.60	0.60	0.10	0.20	0.10	0.20	N.D.	N.D.
Zn	195.00	604.00	5.00	8.00	46.00	29.00	5.00	6.00	40.00	20.00	337.00	4.00	27.00	193.00	125.00	240.00	427.00

Continúa en la siguiente página

Tabla A2. Continuación

Muestra Coordena.	Pinta-2 113° 7' 17.3" 31° 24' 27.4"	Pit-1 112° 6' 57.5" 30° 31' 53.2"	Pit-2 112° 1' 52.0" 30° 22' 43.4"	Pit-3 112° 10' 48.2" 30° 4' 42.3"	Pit-4 112° 11' 2.8" 30° 4' 47.8"	Prieta-1 113° 4' 7.1" 31° 8' 46.5"	Prieta-3 113° 4' 28.1" 31° 19' 39.2"	Prieta-4 113° 1' 12.9" 31° 14' 46.3"	Prieta-5 113° 0' 51.9" 31° 14' 2.9"	Prieta-6 113° 0' 51.7" 31° 14' 4.0"	Quitovac-1 112° 43' 37.3" 31° 25' 56.8"	Quitovac-2 112° 43' 38.1" 31° 26' 5.9"	Quitovac-3 112° 41' 51.1" 31° 25' 6.6"	Quitovac-4 112° 46' 6.1" 31° 29' 25.4"	Quitovac-5 112° 50' 23.6" 31° 30' 34.2"	Quitovac-6 112° 51' 53.3" 31° 29' 54.2"	Sanluisito-1 112° 29' 43.0" 31° 4' 5.3"
Ag	5.00	33.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	8.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Al	10329.00	536.00	77.00	1665.00	708.00	5388.00	7169.00	5252.00	7047.00	2861.00	2073.00	1361.00	7685.00	8711.00	1632.00	2635.00	1209.00
As	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	17.00	N.D.	1.00	27.00	2.00	4.00	7.00	2.00
Au	0.90	0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.03	N.D.	0.02	0.83	0.03	0.06	0.27	1.00	0.04	0.40
Ba	93.00	88.00	4.00	16.00	4.00	64.00	169.00	102.00	69.00	138.00	37.00	36.00	88.00	130.00	30.00	49.00	19.00
Be	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bi	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ca	6700.00	140.00	350.00	3055.00	143.00	1406.00	2594.00	2403.00	18263.00	93304.00	1448.00	103.00	11314.00	2541.00	1456.00	684.00	857.00
Cd	5.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ce	7.90	1.60	0.10	0.50	1.80	6.80	6.60	79.70	5.70	5.60	9.20	1.40	6.50	30.00	1.50	2.70	1.90
Co	1.00	328.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	8.00	4.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00
Cr	309.00	2.00	451.00	406.00	427.00	264.00	245.00	311.00	316.00	210.00	335.00	423.00	371.00	344.00	398.00	380.00	382.00
Cu	164.00	46.00	10.00	18.00	23.00	6.00	9.00	13.00	29.00	1002.00	6.00	15.00	151.00	121.00	16.00	12.00	7.00
Dy	0.30	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	0.30	0.50	2.90	0.50	1.30	0.60	N.D.	0.50	0.90	N.D.	0.10	0.10
Er	0.20	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.30	1.40	0.30	0.80	0.50	N.D.	0.30	0.50	N.D.	N.D.	N.D.
Eu	0.30	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.30	0.50	0.60	0.30	1.30	0.10	N.D.	0.20	0.40	N.D.	N.D.	N.D.
Fe	6380.00	2210.00	4200.00	4043.00	3464.00	3111.00	3528.00	5404.00	11539.00	27641.00	30248.00	4529.00	15910.00	11746.00	5568.00	9822.00	3512.00
Gd	0.60	0.10	N.D.	N.D.	0.10	0.60	0.50	6.30	0.70	1.10	0.70	0.10	0.70	2.40	0.10	0.20	0.10
Ho	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.10	0.50	0.10	0.30	0.10	N.D.	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.
Ir	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
K	5681.00	305.00	43.00	767.00	338.00	3073.00	4072.00	1822.00	2053.00	495.00	1146.00	822.00	3493.00	4881.00	929.00	1839.00	742.00
La	4.00	0.60	0.10	0.40	1.20	3.80	3.90	33.80	2.40	2.40	4.60	0.70	3.60	14.10	1.00	1.70	1.00
Lu	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.20	N.D.	0.10	0.10	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.
Mg	474.00	52.00	31.00	221.00	38.00	231.00	362.00	862.00	2347.00	1652.00	298.00	120.00	584.00	497.00	115.00	112.00	109.00
Mn	521.00	27.00	43.00	65.00	31.00	56.00	43.00	109.00	239.00	891.00	103.00	30.00	723.00	175.00	43.00	89.00	68.00
Mo	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	22.00	4.00	2.00	3.00	1.00
Na	215.00	63.00	129.00	348.00	211.00	481.00	850.00	619.00	468.00	133.00	256.00	57.00	105.00	336.00	67.00	117.00	58.00
Nd	3.10	0.50	0.10	0.20	0.60	2.60	2.30	32.00	3.00	3.20	3.50	0.60	3.40	13.20	0.60	0.90	0.70
Ni	7.00	1.00	8.00	6.00	7.00	5.00	5.00	7.00	17.00	18.00	9.00	9.00	7.00	7.00	7.00	8.00	7.00
Os	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
P	89.00	56.00	12.00	37.00	19.00	228.00	557.00	265.00	394.00	88.00	59.00	20.00	144.00	80.00	23.00	60.00	23.00
Pb	2085.00	224.00	5.00	4.00	4.00	6.00	19.00	9.00	7.00	12.00	7.00	9.00	859.00	127.00	89.00	132.00	14.00
Pd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Pr	0.90	0.10	N.D.	0.10	0.20	0.70	0.70	8.80	0.70	0.70	1.00	0.20	0.90	3.50	0.20	0.30	0.20
Pt	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Rh	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ru	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sb	3.00	44.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	2.00	6.00	10.00	3.00
Sc	0.90	0.20	0.10	0.20	0.10	0.30	0.50	0.60	1.40	1.90	4.50	0.60	1.40	1.50	0.40	0.50	0.30
Se	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	9.00	N.D.	N.D.	N.D.
Sm	0.60	0.10	N.D.	N.D.	0.10	0.50	0.50	6.70	0.70	0.90	0.70	0.10	0.70	2.60	0.10	0.10	0.10
Sn	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.
Sr	34.00	3.00	1.00	12.00	2.00	7.00	11.00	14.00	25.00	63.00	3.00	1.00	77.00	18.00	4.00	16.00	2.00
Tb	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.10	0.70	0.10	0.20	0.10	N.D.	0.10	0.20	N.D.	N.D.	N.D.
Te	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	4.00	9.00	1.00
Th	1.40	0.20	N.D.	3.90	2.10	1.10	1.30	26.90	0.50	0.10	2.80	0.60	1.30	4.00	0.20	0.50	0.60
Ti	39.00	11.00	5.00	9.00	12.00	23.00	23.00	23.00	29.00	13.00	1347.00	32.00	116.00	88.00	25.00	37.00	22.00
Tl	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tm	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.20	N.D.	0.10	0.10	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.
U	3.00	0.40	N.D.	0.70	0.60	0.10	0.20	2.40	0.30	0.30	0.80	0.20	1.90	1.10	0.10	0.40	0.10
V	53.00	2.00	4.00	3.00	3.00	2.00	4.00	6.00	15.00	22.00	42.00	5.00	129.00	7.00	7.00	4.00	3.00
W	23.00	601.00	3.00	1.00	N.D.	N.D.	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	11.00	10.00	5.00	51.00	1.00
Y	1.50	0.70	0.10	0.30	0.20	1.30	2.50	10.80	2.50	7.30	4.20	0.20	2.50	3.30	0.10	0.60	0.20
Yb	0.20	0.10	N.D.	N.D.	0.10	0.10	0.30	1.30	0.20	0.60	0.70	N.D.	0.30	0.40	N.D.	N.D.	N.D.
Zn	461.00	7.00	2.00	2.00	3.00	4.00	6.00	10.00	15.00	23.00	8.00	4.00	85.00	12.00	54.00	11.00	5.00

Continúa en la siguiente página

Tabla A2. Continuación

Muestra	Sanluisito-2	Sanfran-1	Sanfran-2	Sanfran-3	Sanfran-4a	Sanfran-4b	Sanfran-4c	Sanfran-5a	Sanfran-5b	Sanfran-6	Sanfran-7	Sanfran-8	Sanfran-8a	Sanfran-9	Sanfran-10	Sanfran-11
Coordena.	112° 37' 31.0"	113° 3' 56.0"	113° 5' 3.7"	113° 4' 44.1"	113° 6' 42.4"	113° 6' 39.0"	113° 6' 35.5"	113° 6' 51.3"	113° 6' 51.9"	113° 6' 33.7"	113° 6' 34.5"	113° 8' 11.4"	113° 8' 11.0"	113° 8' 11.4"	113° 8' 14.3"	113° 8' 19.8"
	31° 17' 2.0"	31° 32' 22.6"	31° 31' 59.0"	31° 31' 21.7"	31° 37' 37.0"	31° 37' 37.2"	31° 37' 36.4"	31° 37' 25.4"	31° 37' 25.7"	31° 37' 57.5"	31° 38' 23.3"	31° 40' 19.8"	31° 40' 20.2"	31° 40' 20.3"	31° 40' 15.5"	31° 40' 16.4"
Ag	1.00	13.00	8.00	1.00	28.00	10.00	36.00	5.00	5.00	8.00	4.00	19.00	3.00	4.00	4.00	58.00
Al	3359.00	10319.00	2681.00	559.00	303.00	4338.00	7517.00	2973.00	5338.00	4838.00	3108.00	2103.00	84.00	7362.00	1357.00	10753.00
As	2.00	65.00	6.00	N.D.	N.D.	3.00	9.00	5.00	4.00	3.00	N.D.	20.00	13.00	57.00	85.00	39.00
Au	0.30	0.80	0.80	N.D.	4.87	0.47	4.90	0.09	1.20	0.17	0.01	1.00	5.50	4.67	17.26	2.67
Ba	131.00	51.00	89.00	23.00	57.00	181.00	193.00	52.00	109.00	66.00	60.00	33.00	7.00	69.00	254.00	443.00
Be	N.D.	N.D.	2.00	N.D.	N.D.	3.00	5.00	N.D.	1.00	3.00	N.D.	N.D.	N.D.	2.00	N.D.	2.00
Bi	1.00	N.D.	231.00	2.00	4.00	62.00	3.00	14.00	1.00	39.00	8.00	16.00	3.00	4.00	1.00	42.00
Ca	440.00	2590.00	4280.00	690.00	338.00	5766.00	824.00	796.00	1194.00	365.00	362.00	434.00	79.00	1881.00	28620.00	2780.00
Cd	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	19.00	1.00	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	9.00	N.D.	N.D.	N.D.	8.00
Ce	6.10	14.60	10.20	0.50	0.80	7.00	22.60	10.00	5.70	4.70	1.60	2.10	0.10	11.00	1.50	12.40
Co	4.00	4.00	5.00	1.00	1.00	5.00	8.00	1.00	3.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	14.00
Cr	418.00	364.00	317.00	257.00	357.00	302.00	236.00	261.00	346.00	296.00	317.00	332.00	321.00	321.00	308.00	377.00
Cu	18.00	2665.00	5703.00	311.00	358.00	328.00	75.00	15.00	39.00	33.00	9.00	170.00	9.00	179.00	31.00	991.00
Dy	0.10	0.50	0.20	N.D.	N.D.	0.40	0.40	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	N.D.	0.30	0.10	0.60
Er	0.10	0.30	0.10	N.D.	N.D.	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	0.30
Eu	0.20	0.20	0.50	N.D.	N.D.	0.20	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	N.D.	N.D.	0.20	0.10	0.40
Fe	13720.00	13990.00	8353.00	7081.00	8957.00	14356.00	48262.00	11017.00	17067.00	12794.00	7977.00	11641.00	8701.00	22730.00	34360.00	24830.00
Gd	0.40	1.00	0.70	N.D.	0.10	0.60	1.40	0.70	0.40	0.30	0.10	0.20	N.D.	0.80	0.10	1.20
Ho	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10
Ir	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
K	1954.00	2773.00	5802.00	377.00	161.00	3026.00	5159.00	2640.00	2781.00	3475.00	1716.00	1053.00	65.00	3025.00	641.00	5350.00
La	3.20	8.10	5.30	0.30	0.20	5.00	11.80	5.40	3.00	3.50	1.00	1.10	0.10	5.60	0.80	6.40
Lu	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Mg	411.00	3654.00	1029.00	49.00	41.00	2020.00	1281.00	367.00	694.00	1124.00	424.00	174.00	20.00	988.00	1803.00	1230.00
Mn	59.00	335.00	84.00	30.00	45.00	386.00	101.00	22.00	44.00	64.00	41.00	58.00	28.00	35.00	33.00	325.00
Mo	85.00	7.00	333.00	16.00	102.00	509.00	27.00	21.00	44.00	33.00	17.00	89.00	45.00	14.00	32.00	53.00
Na	150.00	181.00	210.00	48.00	50.00	151.00	159.00	491.00	153.00	159.00	118.00	65.00	50.00	952.00	97.00	195.00
Nd	2.50	5.30	4.20	0.20	0.20	2.20	8.80	3.70	2.10	1.70	0.70	1.00	0.10	4.60	0.70	5.80
Ni	8.00	12.00	11.00	6.00	7.00	17.00	13.00	16.00	11.00	8.00	7.00	9.00	6.00	7.00	7.00	19.00
Os	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.10	N.D.	0.10	N.D.
P	61.00	167.00	N.D.	33.00	23.00	107.00	429.00	51.00	101.00	98.00	77.00	49.00	16.00	56.00	155.00	124.00
Ph	154.00	643.00	1154.00	10.00	2681.00	2333.00	2434.00	162.00	80.00	712.00	90.00	1416.00	366.00	873.00	622.00	9807.00
Pd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Pr	0.70	1.50	1.20	0.30	0.10	0.60	2.50	1.10	0.60	0.50	0.20	0.30	N.D.	1.20	0.20	1.60
Pt	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Rh	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10
Ru	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sb	14.00	3.00	43.00	11.00	3.00	N.D.	1.00	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	16.00
Se	0.90	2.20	1.60	0.10	0.10	1.30	2.00	0.70	1.50	1.10	0.60	0.40	0.20	0.90	0.80	1.90
Se	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	N.D.	6.00	4.00	1.00	N.D.	N.D.	3.00	1.00	1.00	14.00	6.00
Sm	0.40	0.90	0.70	0.20	N.D.	0.50	1.40	0.60	0.40	0.30	0.10	0.20	N.D.	0.80	0.10	1.10
Sn	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00
Sr	21.00	23.00	138.00	4.00	6.00	13.00	67.00	12.00	56.00	25.00	25.00	33.00	3.00	37.00	49.00	18.00
Tb	N.D.	0.10	0.10	N.D.	N.D.	0.10	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	0.10
Te	N.D.	10.00	1.00	N.D.	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	8.00
Th	0.70	3.90	0.90	0.10	0.10	3.10	2.20	1.90	0.80	0.80	0.10	0.30	0.20	1.10	0.40	1.20
Ti	54.00	122.00	141.00	14.00	3.00	108.00	58.00	31.00	47.00	62.00	24.00	15.00	7.00	53.00	54.00	151.00
Tl	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tm	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
U	1.20	0.60	23.10	0.20	0.60	1.50	7.40	1.30	16.10	0.90	0.20	0.20	0.10	0.10	0.20	1.30
V	25.00	46.00	36.00	8.00	2.00	24.00	50.00	20.00	23.00	82.00	11.00	9.00	3.00	160.00	12.00	27.00
W	3.00	1.00	2.00	4.00	343.00	525.00	136.00	178.00	401.00	349.00	174.00	26.00	6.00	8.00	9.00	7.00
Y	0.40	2.60	0.80	0.30	0.20	2.40	1.30	0.60	0.50	0.90	0.20	0.30	N.D.	0.80	0.50	2.50
Yb	N.D.	0.30	0.10	N.D.	N.D.	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.10	0.30
Zn	62.00	1615.00	41.00	6.00	729.00	684.00	441.00	15.00	28.00	22.00	7.00	315.00	8.00	145.00	29.00	1587.00

Continúa en la siguiente página

Tabla A2. Continuación

Muestra	Sanfran-12	Sanfran-13	Sanfran-14	Sanfran-15	Sanfilano-1	Sanfilano-2	Sanfilano-2a	Sanfilano-11	Sonoyta-1	Sonoyta-2	Sonoyta-3	Sonoyta-4	Sonoyta-5	Taj-1	Taj-2	Taj-3	Taj-4
Coordena.	113° 8' 22.0" 31° 40' 10.1"	113° 8' 5.1" 31° 40' 11.6"	113° 7' 56.7" 31° 39' 33.0"	113° 7' 41.6" 31° 40' 25.4"	111° 6' 53.5" 30° 20' 35.1"	111° 8' 16.6" 30° 21' 12.3"	111° 8' 23.8" 30° 21' 10.6"	111° 7' 5.2" 31° 53' 20.2"	113° 0' 36.5" 31° 53' 20.2"	112° 59' 32.8" 31° 52' 46.0"	112° 09' 29.3" 31° 51' 0.2"	112° 59' 50.2" 31° 52' 50.0"	112° 52' 3.5" 31° 49' 3.5"	112° 22' 0.2" 30° 57' 32.7"	112° 22' 5.6" 30° 57' 34.2"	112° 22' 6.4" 30° 57' 35.6"	112° 22' 7.8" 30° 57' 40.8"
Ag	8.00	1.00	6.00	3.00	1.00	N.D.	N.D.	31.00	2.00	9.00	1.00	3.00	59.00	8.00	21.00	153.00	11.00
Al	15527.00	2569.00	3573.00	10092.00	10191.00	6171.00	10384.00	1775.00	796.00	1235.00	4037.00	14913.00	3093.00	1578.00	1360.00	199.00	641.00
As	24.00	N.D.	4.00	0.13	1.40	6.00	4.00	N.D.	28.00	23.00	N.D.	14.00	7.00	25.00	83.00	189.00	134.00
Au	0.13	0.03	0.13	0.20	1.40	0.05	0.08	115.66	1.03	4.00	N.D.	1.40	0.09	0.43	6.90	0.33	1.27
Ba	675.00	117.00	65.00	187.00	108.00	83.00	34.00	7.00	54.00	32.00	149.00	54.00	9638.00	32.00	43.00	4.00	5.00
Be	2.00	1.00	1.00	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bi	23.00	1.00	3.00	7.00	N.D.	N.D.	N.D.	52.00	94.00	27.00	1.00	49.00	2.00	2.00	1.00	6.00	1.00
Ca	1010.00	1220.00	4290.00	3670.00	10004.00	5751.00	43801.00	246.00	5035.00	772.00	598.00	9870.00	259.00	173.00	507.00	46.00	2868.00
Cd	1.00	1.00	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	3.00	1.00	1.00	6.00	N.D.	N.D.
Ce	9.20	1.60	1.60	0.90	27.60	18.70	4.00	0.70	2.30	0.90	4.40	15.70	4.30	5.50	7.90	0.30	1.20
Co	6.00	3.00	2.00	4.00	48.00	3.00	11.00	7.00	4.00	2.00	2.00	11.00	N.D.	1.00	1.00	1.00	2.00
Cr	371.00	401.00	347.00	373.00	330.00	354.00	235.00	391.00	338.00	368.00	366.00	277.00	388.00	381.00	316.00	385.00	347.00
Cu	81.00	32.00	293.00	665.00	13.00	66.00	49.00	279.00	1527.00	360.00	450.00	9709.00	483.00	41.00	10.00	12.00	31.00
Dy	0.30	0.20	0.30	0.10	1.40	1.30	0.40	0.20	0.20	0.10	0.10	0.70	0.10	0.10	0.10	N.D.	0.10
Er	0.10	0.20	0.20	0.10	0.80	0.80	0.40	0.10	0.10	N.D.	0.20	0.40	0.10	0.10	N.D.	N.D.	0.10
Eu	0.40	0.10	0.10	0.10	0.50	0.30	0.20	N.D.	0.10	N.D.	0.10	0.30	3.70	0.10	0.10	N.D.	0.10
Fe	25690.00	10310.00	7420.00	25010.00	36216.00	14159.00	16355.00	15239.00	10446.00	16615.00	6797.00	42998.00	6149.00	10881.00	6099.00	5118.00	7556.00
Gd	0.70	0.20	0.20	0.10	2.20	1.80	0.40	0.20	0.30	0.10	0.40	1.10	0.30	0.40	0.50	N.D.	0.10
Ho	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	0.30	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ir	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
K	9353.00	1484.00	1841.00	5524.00	4935.00	1380.00	802.00	305.00	303.00	637.00	2056.00	2193.00	1768.00	996.00	936.00	33.00	347.00
La	5.20	0.90	0.80	0.60	13.40	10.20	2.10	1.10	1.30	0.80	2.20	8.90	2.80	2.60	3.90	0.10	0.60
Lu	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.40	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Mg	1388.00	425.00	297.00	586.00	6694.00	2282.00	8589.00	395.00	285.00	327.00	1241.00	9220.00	107.00	150.00	122.00	13.00	218.00
Mn	71.00	70.00	228.00	61.00	305.00	134.00	582.00	41.00	185.00	32.00	110.00	793.00	140.00	78.00	44.00	98.00	166.00
Mo	8.00	2.00	1.00	89.00	N.D.	2.00	1.00	4.00	6.00	22.00	4.00	3.00	141.00	8.00	4.00	4.00	6.00
Na	489.00	83.00	97.00	186.00	543.00	494.00	488.00	65.00	47.00	78.00	255.00	352.00	95.00	50.00	51.00	34.00	43.00
Nd	3.20	0.70	0.70	0.40	11.30	8.40	1.70	0.70	1.00	0.50	1.70	6.20	1.50	2.30	3.10	0.10	0.60
Ni	19.00	8.00	10.00	8.00	60.00	10.00	16.00	10.00	7.00	6.00	8.00	19.00	7.00	7.00	6.00	6.00	8.00
Os	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
P	167.00	45.00	N.D.	30.00	571.00	180.00	137.00	44.00	18.00	57.00	91.00	187.00	39.00	60.00	21.00	45.00	16.00
Pb	282.00	9.00	222.00	9.00	13.00	11.00	18.00	263.00	23.00	755.00	192.00	35.00	897.00	856.00	564.00	13201.00	139.00
Pd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Pr	0.90	0.20	0.20	0.10	3.10	2.30	0.50	0.20	0.30	0.10	0.50	1.80	0.40	0.60	0.90	N.D.	0.10
Pt	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Rh	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ru	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sb	3.00	2.00	17.00	2.00	1.00	1.00	N.D.	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	24.00	4.00	3.00	34.00	3.00
Se	2.70	0.90	0.90	1.30	3.00	2.00	3.90	0.40	0.30	0.40	1.20	5.80	0.30	0.30	0.20	N.D.	0.30
Sc	4.00	N.D.	N.D.	3.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	1.00	N.D.
Sm	0.70	0.20	0.20	0.10	2.00	1.60	0.30	0.10	0.20	0.10	0.30	1.00	0.30	0.40	0.50	N.D.	0.10
Sr	1.00	N.D.	5.00	5.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sr	37.00	5.00	5.00	9.00	29.00	15.00	33.00	10.00	18.00	7.00	5.00	281.00	177.00	5.00	3.00	44.00	5.00
Tb	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.30	0.30	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Te	7.00	N.D.	1.00	N.D.	3.00	1.00	N.D.	306.00	14.00	12.00	N.D.	1.00	N.D.	4.00	16.00	31.00	2.00
Th	1.00	0.10	0.10	0.10	4.80	7.20	0.90	0.50	0.20	0.20	1.10	2.70	0.90	0.60	0.80	0.10	0.10
Ti	156.00	66.00	31.00	111.00	887.00	351.00	671.00	36.00	36.00	34.00	93.00	671.00	14.00	17.00	15.00	5.00	6.00
Tl	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tm	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.10	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
U	0.50	0.10	0.30	0.80	0.30	0.30	0.20	0.70	15.40	1.40	0.90	11.00	3.10	0.10	0.40	1.30	0.20
V	22.00	7.00	10.00	21.00	24.00	25.00	29.00	10.00	17.00	128.00	39.00	59.00	32.00	5.00	8.00	2.00	4.00
W	69.00	5.00	6.00	26.00	10.00	5.00	2.00	128.00	3.00	3.00	1.90	85.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Y	1.10	1.30	1.40	1.00	6.90	5.90	3.00	1.00	1.10	0.50	1.90	3.30	0.50	0.40	0.20	N.D.	0.50
Yb	0.10	0.20	0.20	0.10	0.70	0.70	0.50	0.20	0.10	N.D.	0.20	0.40	0.90	N.D.	N.D.	N.D.	0.10
Zn	214.00	78.00	167.00	61.00	37.00	20.00	36.00	17.00	20.00	6.00	22.00	71.00	257.00	30.00	89.00	26.00	73.00

Continúa en la siguiente página

Tabla A2. Continuación

Muestra	Taj-5	Taj-6	Taj-7	Taj-8	Taj-9	Taj-10	Trin-1	Trin-2	Trin-10	Trin-11	Trin-12	Trin-13	Trin-14	Vidrios-1	Vidrios-2	Vidrios-3	Vidrios-4
Coordena.	112° 22' 7.5"	112° 21' 56.4"	112° 25' 36.1"	112° 25' 43.4"	112° 25' 33.5"	112° 26' 51.1"	111° 43' 31.0"	111° 56' 28.0"	111° 41' 14.1"	111° 40' 57.8"	111° 42' 2.0"	111° 42' 45.3"	111° 42' 14.4"	113° 40' 45.2"	113° 40' 45.5"	113° 45' 16.2"	113° 59' 58.5"
	30° 57' 42.0"	30° 57' 43.9"	30° 57' 22.3"	30° 57' 26.3"	30° 57' 22.3"	30° 56' 49.6"	30° 19' 37.1"	30° 10' 44.2"	30° 10' 57.9"	30° 11' 2.1"	30° 11' 14.5"	30° 10' 21.1"	30° 9' 31.6"	32° 5' 6.8"	32° 5' 6.5"	32° 8' 1.7"	32° 10' 52.4"
Ag	3.00	2.00	771.00	3.00	13.00	11.00	3.00	2.00	12.00	12.00	7.00	10.00	8.00	N.D.	N.D.	2.00	1.00
Al	3381.00	5836.00	8566.00	747.00	6301.00	2225.00	194.00	226.00	1875.00	3103.00	966.00	320.00	6142.00	1251.00	1402.00	2266.00	1855.00
As	232.00	51.00	35.00	9.00	47.00	19.00	N.D.	4.00	126.00	7.00	48.00	20.00	6.00	N.D.	N.D.	2.00	2.00
Au	0.17	0.05	4.27	0.77	0.93	3.27	0.02	0.03	0.04	8.77	0.40	0.30	1.37	N.D.	N.D.	0.04	0.02
Ba	40.00	43.00	45.00	9.00	734.00	26.00	6.00	8.00	31.00	130.00	19.00	11.00	54.00	26.00	37.00	99.00	35.00
Be	1.00	1.00	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bi	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	30.00	82.00	8.00	4.00	15.00	6.00	N.D.	20.00	1.00
Ca	17515.00	625.00	8776.00	6216.00	1530.00	10955.00	117.00	9756.00	106.00	237.00	52.00	73.00	215.00	2477.00	2073.00	927.00	2014.00
Cd	N.D.	N.D.	3.00	N.D.	N.D.	2.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ce	7.00	49.70	12.70	0.60	16.10	5.30	0.20	0.20	8.70	22.80	1.10	0.80	25.90	0.30	2.00	0.10	1.50
Co	4.00	1.00	4.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	3.00	58.00	240.00	1.00	180.00	217.00	1.00	N.D.	2.00
Cr	326.00	277.00	257.00	366.00	16.00	340.00	341.00	313.00	323.00	179.00	2.00	327.00	3.00	4.00	195.00	234.00	236.00
Cu	14.00	9.00	373.00	10.00	15.00	69.00	6.00	92.00	29.00	115.00	5.00	84.00	288.00	4.00	4.00	2658.00	2656.00
Dy	0.50	1.10	0.60	N.D.	0.30	0.20	N.D.	N.D.	0.20	0.80	0.10	0.10	0.70	0.10	0.10	N.D.	0.10
Er	0.30	0.50	0.30	N.D.	0.10	0.10	N.D.	N.D.	0.10	0.50	N.D.	N.D.	0.30	N.D.	0.10	N.D.	N.D.
Eu	0.20	0.40	0.30	N.D.	0.40	0.10	N.D.	N.D.	0.10	0.20	N.D.	N.D.	0.40	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Fe	16371.00	8871.00	15985.00	4269.00	12750.00	6918.00	3696.00	4815.00	10872.00	39792.00	2679.00	7935.00	8109.00	6271.00	4700.00	2644.00	7320.00
Gd	0.70	3.30	1.00	0.10	1.10	0.40	N.D.	N.D.	0.70	1.50	0.10	0.10	2.00	N.D.	0.10	N.D.	0.10
Ho	0.10	0.20	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.20	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ir	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
K	1839.00	3692.00	4179.00	322.00	3279.00	1256.00	63.00	90.00	1371.00	2395.00	647.00	179.00	2881.00	814.00	1080.00	2819.00	1631.00
La	3.20	21.70	6.10	0.30	8.20	2.50	0.10	0.20	4.10	12.70	0.80	0.30	12.00	0.20	1.10	0.10	0.90
Lu	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Mg	593.00	511.00	3093.00	116.00	641.00	1601.00	18.00	2444.00	128.00	138.00	94.00	48.00	619.00	334.00	143.00	52.00	437.00
Mn	395.00	127.00	251.00	33.00	23.00	256.00	33.00	85.00	37.00	28.00	3.00	35.00	68.00	13.00	30.00	17.00	81.00
Mo	26.00	2.00	4.00	1.00	10.00	3.00	1.00	10.00	3.00	N.D.	1.00	3.00	1.00	105.00	19.00	1.00	30.00
Na	113.00	124.00	341.00	97.00	135.00	184.00	55.00	38.00	272.00	1549.00	53.00	38.00	114.00	47.00	87.00	256.00	274.00
Nd	3.00	18.60	5.70	0.30	6.60	2.20	0.10	0.20	3.90	7.10	0.60	0.40	11.30	0.10	0.70	0.10	0.60
Ni	8.00	6.00	8.00	8.00	6.00	6.00	7.00	10.00	6.00	6.00	3.00	7.00	3.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Os	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
P	111.00	143.00	229.00	41.00	315.00	33.00	29.00	28.00	196.00	221.00	102.00	23.00	154.00	70.00	32.00	N.D.	13.00
Pb	107.00	46.00	333.00	48.00	50.00	409.00	3.00	902.00	462.00	21.00	643.00	2621.00	568.00	1.00	3.00	6.00	11.00
Pd	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Pr	0.80	5.20	1.50	0.10	1.80	0.60	N.D.	N.D.	N.D.	2.30	0.20	0.10	3.00	N.D.	0.20	N.D.	0.20
Pt	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Rh	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ru	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sb	3.00	2.00	33.00	3.00	3.00	39.00	3.00	6.00	3.00	1.00	1.00	3.00	1.00	N.D.	N.D.	1.00	1.00
Se	1.00	0.70	2.20	0.10	0.90	0.40	N.D.	0.20	0.20	0.60	0.10	N.D.	0.60	0.20	0.30	0.10	0.20
Se	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sm	0.60	3.40	1.10	0.10	1.10	0.40	N.D.	N.D.	0.70	1.10	0.10	0.10	2.10	N.D.	0.10	N.D.	0.10
Sn	N.D.	1.00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	6.00
Sr	20.00	45.00	40.00	13.00	100.00	12.00	2.00	9.00	11.00	14.00	1.00	3.00	9.00	3.00	10.00	13.00	12.00
Tb	0.10	0.30	0.10	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	0.20	N.D.	N.D.	0.20	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Te	3.00	1.00	8.00	1.00	5.00	7.00	N.D.	N.D.	3.00	41.00	4.00	4.00	N.D.	N.D.	N.D.	1.00	N.D.
Th	0.60	6.90	1.80	0.10	2.10	0.80	0.10	0.30	2.40	38.60	0.40	0.30	3.20	0.10	0.20	N.D.	0.20
Ti	32.00	31.00	45.00	9.00	28.00	16.00	5.00	6.00	23.00	121.00	18.00	15.00	38.00	42.00	40.00	4.00	105.00
Tl	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tm	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
U	1.00	1.00	0.30	0.10	0.30	3.80	0.20	0.40	0.70	0.30	0.10	0.40	0.70	0.10	N.D.	2.20	1.30
V	22.00	4.00	16.00	4.00	13.00	9.00	2.00	107.00	4.00	8.00	2.00	7.00	3.00	11.00	4.00	20.00	23.00
W	4.00	5.00	2.00	1.00	2.00	2.00	N.D.	3.00	1.00	N.D.	628.00	8.00	1081.00	736.00	5.00	4.00	2.00
Y	2.40	3.30	2.50	0.20	1.00	0.80	0.20	0.30	0.60	3.80	0.30	0.50	2.50	0.50	0.80	N.D.	0.70
Yb	0.30	0.30	0.20	N.D.	0.10	0.10	N.D.	N.D.	0.10	0.50	N.D.	N.D.	0.30	N.D.	0.10	N.D.	N.D.
Zn	36.00	33.00	200.00	4.00	43.00	169.00	1.00	5.00	20.00	12.00	21.00	42.00	12.00	4.00	3.00	5.00	67.00

Los elementos se analizaron por medio de ICP-AES. Para el análisis del Au se implementó la técnica de análisis al fuego. Todos los valores se encuentran expresados en partes por millón (ppm). La conversión a gramos por tonelada (g/t = ppm).

N.D. = valor menor o igual a la capacidad de detección analítica instrumental. Niv. det. = Nivel de detección mínimo. Coordena. = coordenadas geográficas. Datum de las coordenadas: WGS84.

Tabla A3. Resultados del balance de masas de las rocas encajonantes frescas y alteradas de la mineralización del Cinturón de Oro Orogénico Caborca, NW de Sonora, México.

Elemento	Alamo-1		Carolina-1		Carretera-2		Costa-4		Km100	
	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$
Ag	0.14	2.80	0.00	0.00	0.00	-0.04	1.01	20.17	15.46	309.10
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	1.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	4.26	0.27
As	-16.35	-0.71	15.00	3.00	48.94	6.99	3.66	0.73	0.05	0.01
Au	0.00	-0.05	-0.03	-0.98	0.00	-0.04	-0.01	-0.95	0.00	0.00
Ba	-69.66	-0.11	-656.00	-0.39	-34.29	-0.06	103.47	0.12	212.29	0.15
Be	-0.03	-0.05	0.00	0.00	0.93	0.93	-0.04	-0.04	0.38	0.76
Bi	-0.03	-0.05	0.00	0.00	-0.02	-0.04	-0.02	-0.04	0.38	0.76
CaO	0.82	0.16	-1.97	-0.63	-0.61	-0.78	-0.65	-0.39	-3.79	-0.98
Cd	-0.03	-0.05	0.00	0.00	-0.02	-0.04	-0.02	-0.04	0.38	0.76
Ce	15.24	0.30	20.10	0.12	-4.21	-0.12	0.53	0.02	149.55	1.08
Co	-3.94	-0.18	4.00	0.21	-1.07	-0.36	-1.04	-0.52	-18.71	-0.78
Cr	-11.28	-0.31	2.00	0.10	1.75	0.35	-0.23	-0.04	-6.43	-0.38
Cu	59.56	2.29	2.00	0.08	29.72	5.95	-21.30	-0.74	51.52	1.98
Dy	-0.84	-0.23	1.00	0.11	-0.14	-0.11	-1.27	-0.42	-5.95	-0.60
Er	-0.47	-0.25	0.50	0.10	-0.02	-0.04	-1.03	-0.54	-3.56	-0.65
Eu	-0.37	-0.22	0.50	0.12	-0.12	-0.20	-0.13	-0.13	-1.13	-0.32
FeO	0.64	0.89	1.01	0.36	0.18	365.53	0.13	268.40	-4.33	-0.95
Fe ₂ O ₃	-2.42	-0.43	-0.42	-0.08	0.25	0.23	-0.04	-0.04	-0.60	-0.18
Gd	-0.26	-0.05	1.70	0.11	-0.39	-0.14	-0.41	-0.13	-0.12	-0.01
Ho	-0.13	-0.21	0.20	0.12	-0.01	-0.04	-0.31	-0.52	-1.27	-0.71
Ir	0.09	0.90	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	-0.04	0.13	2.52
K ₂ O	-0.06	-0.04	0.93	0.24	0.51	0.14	0.33	0.11	7.25	1.98
La	8.61	0.33	11.10	0.16	-1.53	-0.10	-0.18	-0.01	61.46	1.00
Lu	-0.11	-0.53	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.10	-0.52	-0.42	-0.71
MgO	0.27	0.09	0.13	0.07	0.00	-0.01	0.03	0.12	-0.86	-0.48
MnO	0.01	0.05	-0.07	-0.44	-0.05	-0.72	0.00	-0.04	-0.13	-0.88
Mo	-0.03	-0.05	0.00	0.00	0.47	0.93	0.46	0.92	0.76	0.76
Na	-5263.39	-0.23	-1.57	-0.93	-1.07	-0.29	0.07	0.02	-3.36	-0.94
Nd	1.09	0.04	10.00	0.12	-1.85	-0.13	-0.50	-0.04	24.29	0.32
Ni	-2.98	-0.07	6.00	0.27	6.43	0.72	0.10	0.70	8.71	0.38
Os	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	-0.04	0.00	0.00
Pb	7.01	0.58	-23.00	-0.96	53.31	2.67	0.05	0.00	1325.91	45.72
Pd	-0.37	-0.21	0.10	0.25	-0.12	-0.20	-0.11	-0.36	0.08	0.10
Pr	1.02	0.16	2.40	0.12	-0.52	-0.13	-0.13	-0.04	11.22	0.64
Pt	-0.01	-0.05	0.00	0.00	-0.01	-0.04	0.14	2.85	-0.02	-0.12
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.03	0.06	0.01	0.16	0.01	0.28	-0.30	-0.71
Rh	0.00	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	-0.04	0.04	0.76
Ru	-0.01	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	-0.04	0.04	0.76
Sb	-0.03	-0.05	0.00	0.00	3.36	6.72	-0.02	-0.04	1.26	2.52
Sc	-4.92	-0.38	1.30	0.06	-0.51	-0.08	-1.69	-0.43	-4.71	-0.25
Se	-0.03	-0.05	0.00	0.00	-0.02	-0.04	-7.52	-0.94	0.38	0.76
SiO ₂	-4.00	-0.07	2.85	0.05	-2.20	-0.03	-5.09	-0.07	72.72	1.24
Sm	-0.44	-0.09	1.40	0.09	-0.59	-0.19	-0.30	-0.10	0.00	0.00
Sn	-0.03	-0.05	0.00	0.00	0.93	0.93	-1.04	-0.52	1.26	2.52
Sr	220.82	0.28	-100.00	-0.76	-36.99	-0.41	-53.30	-0.17	-171.71	-0.68
Tb	-0.13	-0.19	0.20	0.11	-0.01	-0.04	-0.21	-0.42	-0.67	-0.35
Te	-4.30	-0.43	3.00	0.23	-3.52	-0.88	0.46	0.92	-2.43	-0.19
Th	7.13	1.23	1.20	0.16	-1.65	-0.15	-1.09	-0.19	8.12	0.80
TiO ₂	-0.16	-0.22	0.16	0.13	0.01	0.10	0.03	0.25	-0.58	-0.49
Tl	0.00	-0.05	0.00	0.00	-1.14	-0.23	2.77	0.92	12.28	245.67
Tm	-0.01	-0.05	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.20	-0.68	-0.42	-0.71
U	1.47	1.47	0.40	0.20	2.95	2.46	-0.44	-0.31	-1.57	-0.56
V	11.08	0.11	1.00	0.02	5.29	0.38	-0.38	-0.04	-25.71	-0.38
W	1.40	2.80	-1.00	-0.25	7.22	14.43	-0.04	-0.04	27.19	27.19
Y	-3.86	-0.23	3.20	0.07	-0.10	-0.02	-9.60	-0.56	-32.78	-0.69
Yb	-0.26	-0.19	0.30	0.08	-0.12	-0.17	-1.13	-0.57	-3.17	-0.72
Zn	11.31	0.14	-85.00	-0.47	-2.03	-0.07	4.84	0.10	-129.95	-0.62
PXC	0.08	0.02	-0.63	-0.15	0.58	0.73	0.63	0.85	2.61	2.35
Isocona	Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , Yb		Lu, La, Ho		Al ₂ O ₃ , Lu, Ho		Al ₂ O ₃ , Lu, Pd		Sm, Pd, As	
Correlación	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
Error	0.081		0.007		0.003		0.003		0.001	
ΔMasa	-4.9		0.0		-3.5		-3.8		76.2	

Continúa en la siguiente página

Tabla A3. Continuación

Elemento	Quitovac 2		Quitovac 3		Quitovac 5		Quitovac 6		Sanfran-1	
	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$
Ag	0.00	-0.02	0.11	2.11	-0.10	-0.11	-0.13	-0.26	2.64	6.60
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	3.12	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
As	-14.51	-0.97	0.28	0.55	-12.00	-0.71	-0.30	-0.08	-10.66	-0.82
Au	0.00	-0.02	-4.57	-1.00	-0.01	-0.97	0.00	-0.08	0.00	-0.22
Ba	157.67	0.11	-610.42	-0.51	17.54	0.02	-166.00	-0.11	125.51	0.26
Be	-0.01	-0.02	0.28	0.55	0.00	0.00	1.35	2.70	8.07	16.14
Bi	-0.01	-0.02	0.28	0.55	0.00	0.00	-0.04	-0.08	-0.11	-0.22
CaO	-1.35	-0.69	-3.00	-0.83	-3.69	-0.56	-1.53	-0.98	-2.37	-0.91
Cd	-0.01	-0.02	0.28	0.55	0.50	1.00	-0.04	-0.08	-0.11	-0.22
Ce	-10.67	-0.18	27.94	0.31	0.43	0.01	-28.04	-0.42	21.60	0.60
Co	-2.13	-0.27	-8.90	-0.74	-4.99	-0.17	-1.08	-0.54	-2.55	-0.32
Cr	0.87	0.17	-0.24	-0.03	-2.97	-0.06	3.39	0.85	0.91	0.09
Cu	52.41	2.76	12.58	0.37	281.22	2.70	9.81	0.34	621.78	25.91
Dy	-0.16	-0.06	-1.05	-0.26	-0.40	-0.18	-1.42	-0.88	-0.38	-0.38
Er	-0.04	-0.02	-0.48	-0.19	-0.20	-0.18	-0.61	-0.87	-0.19	-0.38
Eu	0.06	0.04	-0.87	-0.48	-0.10	-0.06	-0.86	-0.54	0.21	0.27
FeO	-0.07	-0.29	-1.09	-1.00	0.85	1.47	0.24	479.51	-0.03	-0.22
Fe ₂ O ₃	-0.99	-0.29	-1.94	-0.61	-2.23	-0.33	0.47	0.36	0.46	0.20
Gd	-0.59	-0.13	-0.02	0.00	-0.40	-0.09	-2.92	-0.66	0.72	0.30
Ho	-0.01	-0.02	-0.18	-0.22	-0.10	-0.25	-0.15	-0.77	-0.12	-0.61
Ir	0.00	-0.02	0.03	0.55	0.00	0.00	-0.05	-0.54	-0.01	-0.22
K ₂ O	0.41	0.12	4.38	1.18	1.18	0.57	2.70	0.74	2.48	0.87
La	-3.40	-0.11	17.10	0.36	-0.19	-0.01	-13.84	-0.40	12.20	0.67
Lu	0.00	-0.02	0.01	0.04	0.00	0.00	-0.05	-0.54	-0.06	-0.61
MgO	-0.52	-0.54	-1.31	-0.84	-0.50	-0.12	0.00	0.01	0.18	0.18
MnO	-0.02	-0.51	-0.07	-0.83	-0.02	-0.22	0.00	-0.08	-0.03	-0.81
Mo	-0.01	-0.02	0.55	0.55	0.00	0.00	5.97	11.94	0.28	0.56
Na	-0.89	-0.21	-0.20	-0.06	-0.65	-0.16	-3.84	-0.96	-4.24	-0.98
Nd	-2.75	-0.12	2.44	0.07	-0.99	-0.04	-16.03	-0.61	6.28	0.41
Ni	-1.28	-0.09	7.08	0.71	-0.98	-0.03	-10.38	-0.69	0.14	0.01
Os	0.00	-0.02	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00	-0.98	0.00	-0.22
Pb	-1.22	-0.11	20.05	1.82	39.03	3.90	277.87	9.92	64.69	3.08
Pd	-0.41	-0.46	0.18	0.29	-0.10	-0.17	-0.12	-0.31	-0.07	-0.22
Pr	-0.43	-0.07	2.05	0.21	-0.20	-0.04	-3.98	-0.54	2.05	0.50
Pt	-0.05	-0.51	-0.15	-0.48	0.00	0.00	0.00	-0.08	-0.16	-0.81
P ₂ O ₅	-0.01	-0.10	-0.15	-0.83	0.00	0.00	0.02	0.29	-0.02	-0.17
Rh	0.00	-0.02	0.03	0.55	0.00	0.00	0.00	-0.08	-0.01	-0.22
Ru	0.00	-0.02	0.03	0.55	0.00	0.00	0.00	-0.08	-0.01	-0.22
Sb	-0.01	-0.02	0.28	0.55	0.00	0.00	4.12	8.24	0.28	0.56
Sc	-0.28	-0.03	-6.07	-0.62	-0.39	-0.03	-0.44	-0.13	3.04	1.09
Se	-2.51	-0.84	0.28	0.55	0.00	0.00	-0.04	-0.08	-0.11	-0.22
SiO ₂	1.32	0.02	53.43	0.83	1.29	0.02	-8.22	-0.11	-19.09	-0.28
Sm	-0.48	-0.12	0.00	0.00	-0.40	-0.09	-3.00	-0.71	0.64	0.27
Sn	-0.01	-0.02	0.28	0.55	0.00	0.00	-0.54	-0.54	-0.11	-0.22
Sr	-72.87	-0.30	-229.24	-0.65	-552.89	-0.74	-259.28	-0.60	-484.93	-0.92
Tb	-0.01	-0.02	-0.18	-0.22	-0.10	-0.20	-0.31	-0.77	0.03	0.17
Te	-1.07	-0.27	-3.22	-0.81	-4.00	-0.31	0.85	0.85	0.34	0.17
Th	3.32	0.36	30.44	1.69	-0.30	-0.08	-13.37	-0.70	-2.36	-0.27
TiO ₂	-0.01	-0.02	-0.28	-0.57	0.03	0.03	0.00	0.02	0.14	0.42
Tl	0.93	18.57	8.97	1.80	0.95	19.01	-8.23	-0.75	-1.44	-0.48
Tm	0.00	-0.02	0.01	0.04	0.00	0.00	-0.05	-0.54	-0.06	-0.61
U	1.05	0.75	-0.67	-0.15	-0.30	-0.25	-3.64	-0.89	2.91	0.86
V	1.26	0.04	-40.16	-0.62	-0.92	-0.01	-1.14	-0.08	35.89	1.03
W	0.94	0.47	8.32	8.32	7.01	7.01	10.09	10.09	8.07	16.14
Y	-1.18	-0.09	-4.87	-0.22	-2.10	-0.21	-5.65	-0.90	-2.38	-0.54
Yb	0.07	0.04	-0.23	-0.09	-0.20	-0.22	-0.41	-0.82	-0.24	-0.61
Zn	-43.78	-0.55	-15.63	-0.28	11.07	0.10	-4.39	-0.06	54.51	0.91
PXC	0.59	0.40	-0.15	-0.83	3.70	3.46	2.42	3.10	1.90	2.19
Isocona	Al ₂ O ₃ , Lu, Ho		Sm, Gd, Pd		Al ₂ O ₃ , Pd, Ho		Al ₂ O ₃ , Ho, Pd		Al ₂ O ₃ , Pd, Sn	
Correlación	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
Error	0.005		0.001		0.001		0.022		0.041	
ΔMasa	-2.2		55.3		0.6		-7.6		-21.3	

Continúa en la siguiente página

Tabla A3. Continuación

Elemento	Sanfran-3		Sanfran-4		Sanfran-5		Sanfran-8		Sanfran-14	
	Δ conc	Δ conc-C ^A	Δ conc	Δ conc-C ^A	Δ conc	Δ conc-C ^A	Δ conc	Δ conc-C ^A	Δ conc	Δ conc-C ^A
Ag	-0.01	-0.14	1.54	3.84	0.16	3.17	1.00	2.50	0.92	1.15
Al ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.05	3.18	0.24	0.00	0.00
As	-0.07	-0.14	5.96	11.92	3.54	0.35	-6.00	-0.33	-10.39	-0.94
Au	0.00	-0.14	0.05	106.03	0.02	44.84	0.02	47.00	-0.01	-0.92
Ba	1676.41	1.04	1326.57	1.46	171.18	0.15	14.00	0.02	-375.46	-0.47
Be	0.36	0.72	-3.23	-0.54	0.02	0.04	6.50	13.00	0.12	0.23
Bi	-0.07	-0.14	0.42	0.85	0.02	0.04	0.00	0.00	0.12	0.23
CaO	-1.39	-0.90	-0.52	-0.74	-0.82	-0.78	-3.13	-0.92	4.17	0.58
Cd	-0.07	-0.14	-0.04	-0.08	0.02	0.04	0.00	0.00	0.12	0.23
Ce	-58.12	-0.81	11.58	1.30	6.97	0.06	-53.80	-0.86	-8.30	-0.19
Co	-4.57	-0.91	-0.04	-0.08	-1.04	-0.04	-13.00	-0.93	23.93	0.60
Cr	-2.85	-0.36	-0.46	-0.08	5.18	0.05	-43.00	-0.84	554.58	1.99
Cu	429.42	16.52	296.25	26.93	65.92	2.06	121.00	5.26	-10.39	-0.55
Dy	-0.54	-0.39	0.12	0.13	-0.60	-0.11	-3.90	-0.95	0.40	0.04
Er	0.00	0.00	-0.15	-0.19	-0.31	-0.12	-2.30	-0.96	0.95	0.15
Eu	-0.87	-0.35	0.60	1.00	0.08	0.04	-1.40	-0.74	-0.06	-0.03
FeO	-0.07	-0.37	0.00	0.00	-3.96	-0.79	0.11	0.73	3.10	0.54
Fe ₂ O ₃	-2.03	-0.79	0.02	0.03	1.35	0.52	-3.02	-0.78	2.24	0.64
Gd	-3.10	-0.72	1.23	1.54	0.06	0.01	-5.00	-0.88	-0.54	-0.06
Ho	-0.03	-0.14	-0.02	-0.08	-0.17	-0.17	-0.75	-0.94	0.34	0.17
Ir	-0.01	-0.14	0.04	0.85	0.00	0.04	0.00	0.00	0.07	1.46
K ₂ O	3.83	1.02	3.62	0.77	1.25	0.34	2.03	1.53	0.27	0.12
La	-31.44	-0.80	4.83	0.88	0.00	0.00	-26.30	-0.83	-3.18	-0.19
Lu	-0.01	-0.14	-0.11	-0.54	0.01	0.04	-0.25	-0.83	0.21	0.23
MgO	-0.13	-0.51	0.02	0.27	-1.49	-0.49	-1.52	-0.59	6.83	0.95
MnO	-0.01	-0.57	0.00	-0.08	-0.03	-0.41	-0.04	-0.67	0.11	0.69
Mo	34.66	69.33	23.49	46.98	1.08	1.08	6.50	13.00	0.12	0.23
Na	-1.27	-0.58	-2.60	-0.64	-0.67	-0.61	-1.52	-0.47	-1.09	-0.41
Nd	-23.81	-0.83	8.65	3.20	1.69	0.04	-24.90	-0.87	-2.88	-0.10
Ni	-1.85	-0.27	-2.85	-0.22	-3.75	-0.06	-67.00	-0.83	62.76	0.39
Os	0.00	-0.14	0.00	59.90	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	1.46
Pb	16.74	0.62	367.96	4.97	39.38	1.97	409.00	204.50	-11.00	-1.00
Pd	-0.03	-0.14	-0.45	-0.41	0.11	0.56	-0.20	-0.67	0.16	0.23
Pr	-6.13	-0.82	1.87	2.08	0.32	0.03	-6.40	-0.87	-0.84	-0.13
Pt	-0.01	-0.14	0.00	-0.08	0.00	0.04	-1.15	-0.96	0.01	0.23
P ₂ O ₅	-0.04	-1.00	0.05	4.54	-0.02	-0.38	-0.06	-0.75	-0.11	-0.43
Rh	-0.01	-0.14	0.00	-0.08	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.23
Ru	-0.01	-0.14	0.00	-0.08	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.23
Sb	1.22	2.43	-0.04	-0.08	0.02	0.04	0.00	0.00	6.88	13.75
Sc	-0.63	-0.24	0.85	0.85	-0.83	-0.05	-6.70	-0.68	30.75	1.01
Se	-3.57	-0.89	1.35	2.69	0.02	0.04	0.50	1.00	0.12	0.23
SiO ₂	-11.84	-0.16	-6.51	-0.09	7.69	0.13	0.75	0.01	4.95	0.10
Sm	-3.23	-0.81	1.62	3.24	0.55	0.07	-4.40	-0.88	-0.30	-0.04
Sn	-0.07	-0.14	-1.08	-0.54	0.02	0.04	0.50	1.00	0.12	0.23
Sr	129.89	0.84	-56.74	-0.16	-78.04	-0.61	-216.00	-0.54	-163.73	-0.48
Tb	-0.23	-0.57	0.18	1.77	-0.06	-0.05	-0.75	-0.94	0.00	0.00
Te	-5.57	-0.93	-0.04	-0.08	-6.75	-0.52	-0.50	-0.50	2.98	0.23
Th	-8.36	-0.90	-1.24	-0.23	1.89	0.12	-7.40	-0.90	0.58	1.46
TiO ₂	-0.22	-0.79	0.02	0.38	-0.04	-0.05	-0.27	-0.77	-0.11	-0.13
Tl	-3.85	-0.43	5.00	0.71	4.12	82.34	4.00	0.50	0.01	0.23
Tm	-0.01	-0.14	-0.01	-0.08	0.01	0.04	-0.25	-0.83	0.21	0.23
U	0.10	0.20	-2.96	-0.61	5.38	3.36	-0.40	-0.50	0.09	0.23
V	-2.13	-0.10	0.61	0.04	3.47	0.03	-5.00	-0.13	115.35	0.87
W	0.36	0.72	29.95	59.90	26.09	26.09	16.00	16.00	0.23	0.23
Y	-1.07	-0.19	-0.18	-0.03	-2.93	-0.13	-18.40	-0.97	7.40	0.15
Yb	0.20	0.50	-0.55	-0.50	-0.22	-0.10	-2.00	-0.95	1.62	0.27
Zn	-4.69	-0.12	2028.96	169.08	66.31	0.47	2103.00	17.82	253.97	1.85
PXC	-0.01	-0.02	0.34	0.92	0.63	0.24	3.01	3.14	2.01	0.76
Isocona	Al ₂ O ₃ , Lu, Pd		Al ₂ O ₃ , FeO, Ho		La, Pd, Gd		Ru, SiO ₂ , Sb		Al ₂ O ₃ , Lu, Ho	
Correlación	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
Error	0.012		0.012		0.023		0.0003		0.087	
Δ Masa	-14.2		-7.7		4.2		0.0		22.9	

Continúa en la siguiente página

Tabla A3. Continuación

Elemento	Sanluisito-2		Sanluisito-3		Sonoyta-5		Trin-11		Vidrios-1	
	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$	Δconc	$\Delta \text{conc}-C^A$
Ag	1.26	12.57	0.51	0.09	6.60	16.50	0.85	8.49	0.00	0.01
Al ₂ O ₃	8.04	0.56	0.00	0.00	1.65	0.11	0.00	0.00	1.98	0.13
As	3.43	1.71	-5.78	-0.48	-5.00	-0.56	22.70	45.40	-0.93	-0.16
Au	0.00	0.36	0.00	0.04	0.00	0.00	0.06	119.21	0.00	0.01
Ba	-200.36	-0.27	269.98	0.29	-600.00	-0.42	-832.71	-0.86	-39.37	-0.02
Be	3.57	7.14	0.02	0.04	2.50	5.00	0.03	0.05	0.01	0.01
Bi	0.18	0.36	0.02	0.04	0.00	0.00	0.03	0.05	0.01	0.01
CaO	-1.94	-0.77	-1.54	-0.32	-1.05	-0.91	-0.32	-0.36	-0.56	-0.21
Cd	0.86	1.71	-1.89	-0.38	0.00	0.00	0.03	0.05	0.01	0.01
Ce	-32.36	-0.37	-6.62	-0.07	14.00	0.27	-58.45	-0.27	56.21	0.23
Co	-1.21	-0.15	2.76	0.15	1.00	1.00	-2.57	-0.23	-8.91	-0.59
Cr	2.86	0.36	4.19	0.14	-2.00	-0.29	-0.80	-0.03	-3.89	-0.32
Cu	9.71	0.81	1976.85	70.60	-11.00	-0.61	395.52	6.59	0.17	0.01
Dy	-1.55	-0.62	0.36	0.09	0.00	0.00	-3.28	-0.44	-0.45	-0.04
Er	-1.16	-0.68	0.08	0.04	-0.10	-0.14	-0.50	-0.20	-0.41	-0.06
Eu	-0.05	-0.05	0.18	0.09	-0.40	-0.31	-2.04	-0.62	-0.33	-0.06
FeO	0.00	0.00	0.20	0.23	-0.36	-0.72	0.00	0.02	-0.01	-0.02
Fe ₂ O ₃	0.03	0.01	-0.45	-0.10	0.43	0.55	-0.10	-0.03	-0.37	-0.10
Gd	-1.01	-0.23	0.04	0.01	0.60	0.18	-5.10	-0.31	1.18	0.06
Ho	-0.36	-0.73	0.13	0.18	-0.10	-0.33	-0.37	-0.37	-0.17	-0.08
Ir	0.02	0.36	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01
K ₂ O	4.82	1.41	1.49	0.54	2.77	0.82	-3.01	-0.70	2.49	0.50
La	-23.61	-0.46	-4.69	-0.09	7.30	0.28	-23.72	-0.27	31.31	0.28
Lu	-0.23	-0.77	0.01	0.04	-0.05	-0.50	0.01	0.05	-0.09	-0.10
MgO	0.32	0.33	-0.03	-0.01	0.24	1.60	-0.31	-0.26	-0.16	-0.13
MnO	-0.03	-0.55	0.05	0.45	0.00	0.00	-0.03	-0.74	0.00	0.01
Mo	1.71	1.71	0.02	0.04	-0.50	-0.50	0.05	0.05	21.34	7.11
Na	-3.33	-0.97	-1.19	-0.35	-3.62	-0.94	2.92	1.10	0.84	0.28
Nd	-2.59	-0.11	-1.10	-0.03	5.20	0.28	-5.04	-0.06	7.98	0.07
Ni	3.57	0.36	1.90	0.08	-21.00	-0.72	10.40	0.29	0.20	0.01
Os	0.00	0.36	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01
Pb	59.64	3.98	554.90	2.26	-62.00	-0.84	54.59	3.64	-12.41	-0.23
Pd	-0.16	-0.55	0.02	0.04	0.20	1.00	0.22	1.11	-0.29	-0.37
Pr	-1.99	-0.25	-0.66	-0.06	1.50	0.27	-0.32	-0.01	3.37	0.11
Pt	0.02	0.36	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01
P ₂ O ₅	0.00	0.02	-0.09	-0.55	0.00	0.00	-0.03	-0.19	-0.03	-0.09
Rh	0.02	0.36	0.05	1.07	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01
Ru	0.02	0.36	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01
Sb	3.57	7.14	0.02	0.04	-1.50	-0.75	0.03	0.05	0.01	0.01
Sc	-1.59	-0.28	-1.27	-0.09	1.20	0.55	1.65	0.18	2.21	0.18
Se	2.21	4.43	0.02	0.04	5.50	11.00	0.03	0.05	0.01	0.01
SiO ₂	23.02	0.33	5.10	0.09	-1.92	-0.03	5.75	0.08	-2.98	-0.05
Sm	0.13	0.04	0.21	0.04	0.80	0.26	-5.50	-0.32	-0.04	0.00
Sn	0.18	0.36	0.02	0.04	0.50	1.00	0.03	0.05	0.01	0.01
Sr	-242.21	-0.90	-67.17	-0.15	-368.00	-0.89	0.37	0.00	-174.91	-0.29
Tb	-0.23	-0.46	0.03	0.04	0.00	0.00	-0.74	-0.39	0.03	0.01
Te	0.18	0.36	0.14	0.04	0.50	1.00	-1.89	-0.47	0.10	0.01
Th	-44.87	-0.75	-1.67	-0.08	4.10	0.33	6.29	0.13	-0.68	-0.02
TiO ₂	0.11	0.41	0.02	0.04	0.07	0.78	-0.11	-0.21	0.00	0.00
Tl	8.93	1.49	9.28	185.50	5.00	0.63	7.44	7.44	3.09	1.03
Tm	-0.13	-0.66	0.01	0.04	0.00	0.00	0.01	0.05	-0.09	-0.10
U	-8.59	-0.76	-0.33	-0.07	-0.40	-0.27	0.57	0.21	0.08	0.01
V	5.86	0.14	1.07	0.01	2.00	0.29	-9.59	-0.26	2.93	0.05
W	23.79	11.89	-1.48	-0.74	1.00	1.00	0.55	1.11	1.03	1.03
Y	-10.24	-0.76	2.34	0.12	-0.90	-0.14	-7.82	-0.37	-3.20	-0.06
Yb	-1.39	-0.77	0.07	0.04	-0.20	-0.33	-0.22	-0.13	-0.42	-0.07
Zn	169.21	2.38	6861.21	29.32	82.00	2.05	-4.53	-0.14	64.07	0.77
PXC	3.06	4.93	0.44	0.21	1.62	3.52	1.47	1.27	0.31	0.30
Isocona	FeO, Sm, P ₂ O ₅		Al ₂ O ₃ , Lu, Pd		P ₂ O ₅ , SiO ₂ , Tb		Al ₂ O ₃ , Ho, Yb		TiO ₂ , Gd, Nd	
Correlación	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
Error	0.003		0.005		0.007		0.085		0.091	
ΔMasa	35.7		3.6		0.0		5.4		1.4	

Δconc : Cambio absoluto en la concentración elemental. $\Delta \text{conc}-C^A$: Cambio relativo en la concentración elemental expresado en número de veces con respecto a la concentración de la roca fresca. $\Delta \text{conc} = (M_i/M_A) (Ea/Ef) - 1$, $\Delta \text{conc}-C^A = \Delta \text{conc}/Ef$. (M_i/M_A): Pendiente de la isocona. (Ea/Ef): Pendiente del elemento o compuesto. Ef: Concentración original del elemento o compuesto.

Los resultados de los elementos mayores (Al₂O₃, CaO, FeO, Fe₂O₃, K₂O, MgO, MnO, Na₂O, P₂O₅, SiO₂, TiO₂, PXC) están expresadas en %, el resto de los valores se expresan ppm. Los valores positivos indican enriquecimiento, los valores negativos indican empobrecimiento y valores en cero indican inmovilidad.

ΔMasa : Porcentaje de cambio de masa total de la roca; valores positivos indican aumento de masa y valores negativos decremento de masa.

Todos los cálculos se elaboraron con el programa computacional GEOISO (Coelho, 2006).

Isocona: Elementos usados como inertes para el trazo de la línea de isocona. Correlación y error: calculados con algoritmos de GEOISO (Coelho, 2006).

Tabla A4. Resumen de número de muestras por rango de $\Delta \text{conc}-C^A$ en orden de enriquecimiento y empobrecimiento del estudio balance de masas de las rocas encajonantes frescas y alteradas del Cinturón de Oro Orogénico Caborca, NW de Sonora, México.

Elemento	Rango-1 $\Delta \text{conc}-C^A$ (>-0.5) (x)	Rango-2 $\Delta \text{conc}-C^A$ -0.5-(<0) (x)	$\Delta \text{conc}-C^A$ 0	Rango-3 $\Delta \text{conc}-C^A$ >0-0.50 (x)	Rango-4 $\Delta \text{conc}-C^A$ >0.50-1 (x)	Rango-5 $\Delta \text{conc}-C^A$ >1-2 (x)	Rango-6 $\Delta \text{conc}-C^A$ >2 (x)	Promedio aritmético (x)* empobrecimiento	Promedio aritmético (x)* enriquecimiento
Ag		5(-0.11)	1	2(0.05)		1(1.15)	11(35.25)	-0.11	27.79
Al ₂ O ₃			12	7(0.15)	1(0.56)			0.00	0.20
As	6(-0.78)	5(-0.24)		2(0.18)	2(0.64)	1(1.71)	4(16.83)	-0.54	7.85
Au	5(-0.96)	6(-0.09)	2	3(0.14)			4(79.27)	-0.49	45.35
Ba	2(-0.68)	8(-0.23)		8(0.14)		2(1.25)		-0.32	0.36
Be	1(-0.54)	3(-0.04)	2	5(0.08)	4(0.74)		5(8.80)	-0.16	3.38
Bi		7(-0.08)	4	6(0.12)	3(0.72)			-0.08	0.32
CaO	14(-0.81)	4(-0.32)		1(0.16)	1(0.58)			-0.70	0.37
Cd		9(-0.12)	3	4(0.08)	3(0.77)	1(1.71)		-0.12	0.55
Ce	2(-0.84)	7(-0.23)		8(0.16)	1(0.60)	2(1.19)		-0.37	0.39
Co	7(-0.72)	9(-0.20)		2(0.18)	2(0.80)			-0.43	0.49
Cr	1(-0.84)	10(-0.19)		7(0.18)	1(0.85)	1(1.99)		-0.25	0.46
Cu	3(-0.63)			4(0.20)	1(0.81)	1(1.98)	11(15.23)	-0.63	10.07
Dy	4(-0.76)	11(-0.24)	1	4(0.09)				-0.38	0.09
Er	5(-0.74)	11(-0.16)	1	3(0.10)				-0.34	0.10
Eu	3(-0.63)	11(-0.20)		5(0.11)	1(1.00)			-0.29	0.26
FeO	4(-0.86)	3(-0.18)	2	4(0.19)	3(0.72)	1(1.47)	3(371.13)	-0.57	101.62
Fe ₂ O ₃	3(-0.72)	9(-0.17)		5(0.17)	3(0.57)			-0.31	0.32
Gd	3(-0.75)	9(-0.13)	1	6(0.11)		1(1.54)		-0.28	0.31
Ho	6(-0.71)	11(-0.17)		3(0.16)				-0.36	0.16
Ir	3(-0.72)	9(-0.17)		5(0.17)	3(0.57)			-0.31	0.32
K ₂ O	1(-0.70)	1(-0.04)		7(0.22)	6(0.72)	5(1.42)		-0.37	0.72
La	2(-0.81)	9(-0.18)	1	5(0.28)	3(0.85)			-0.30	0.49
Lu	8(-0.63)	5(-0.16)	2	5(0.08)				-0.45	0.08
MgO	4(-0.62)	7(-0.21)		7(0.15)	1(0.95)	1(1.60)		-0.36	0.40
MnO	9(-0.70)	6(-0.21)	1	3(0.17)	1(0.69)			-0.50	0.30
Mo		3(-0.19)	2	3(0.11)	5(0.75)	2(1.40)	5(29.69)	-0.19	10.35
Na	9(-0.84)	8(-0.27)		2(0.15)		1(1.10)		-0.57	0.47
Nd	3(-0.77)	8(-0.08)		8(0.17)			1(3.20)	-0.27	0.50
Ni	3(-0.75)	6(-0.12)		9(0.21)	2(0.71)			-0.33	0.30
Os	1(-0.98)	5(-0.09)	13	1(0.04)				-0.24	0.04
Pb	3(-0.93)	2(-0.17)	1		2(0.60)	2(1.90)	10(28.46)	-0.63	20.69
Pd	2(-0.19)	9(-0.29)		6(0.19)	2(0.78)	1(1.11)		-0.35	0.42
Pr	3(-0.74)	8(-0.19)		7(0.20)	1(0.64)		1(2.08)	-0.27	0.46
Pt	3(-0.76)	7(-0.14)	3	6(0.12)			1(2.85)	-0.33	0.51
P ₂ O ₅	5(-0.77)	6(-0.22)	3	5(0.16)			1(4.54)	-0.47	0.89
Rh		8(-0.08)	4	5(0.14)	2(0.92)	1(1.07)		-0.08	0.39
Ru		8(-0.08)	4	6(0.12)	2(0.66)			-0.08	0.26
Sb	1(-0.75)	4(-0.05)	3	4(0.04)	2(0.56)		6(6.80)	-0.19	3.51
Sc	2(-0.65)	11(-0.18)		3(0.14)	2(0.70)	2(1.05)		-0.25	0.56
Se	3(-0.89)	4(-0.10)	2	5(0.08)	3(0.77)		3(6.04)	-0.44	1.89
SiO ₂		9(-0.10)		9(0.09)	1(0.83)	1(1.24)		-0.10	0.26
Sm	3(-0.80)	7(-0.14)	3	6(0.13)			1(3.24)	-0.34	0.57
Sr	3(-0.53)	4(-0.11)	2	6(0.12)	4(0.87)		1(2.52)	-0.29	0.61
Tb	10(-0.73)	7(-0.28)	1	1(0.28)	1(0.84)			-0.54	0.56
Te	3(-0.76)	10(-0.23)	2	4(0.08)		1(1.77)		-0.36	0.42
Th	4(-0.78)	7(-0.32)		6(0.17)	3(0.92)			-0.49	0.42
Th	4(-0.81)	7(-0.15)		5(0.22)	1(0.80)	3(1.46)		-0.39	0.70
TiO ₂	3(-0.71)	6(-0.19)	1	9(0.20)	1(0.78)			-0.36	0.26
Tl	1(-0.75)	4(-0.30)	1	2(0.36)	3(0.75)	3(1.44)	6(93.09)	-0.39	40.42
Tm	6(-0.67)	6(-0.07)	3	5(0.08)				-37.00	0.08
U	4(-0.70)	6(-0.26)		5(0.17)	2(0.80)	1(1.47)	2(2.91)	-0.44	0.97
V	1(-0.62)	7(-0.14)		10(0.11)	1(0.87)	1(1.03)		-0.20	0.25
W	1(-0.74)	2(-0.14)		2(0.35)	2(0.86)	2(1.07)	11(18.17)	-0.34	12.02
Y	6(-0.74)	11(-0.15)		3(0.12)				-0.36	0.12
Yb	6(-0.74)	9(-0.20)		5(0.19)				-0.42	0.19
Zn	2(-0.59)	6(-0.19)		4(0.20)	2(0.84)	1(1.85)	5(44.13)	-0.29	18.75
PXC	1(-0.83)	2(-0.09)		5(0.23)	4(0.82)	1(1.27)	7(3.24)	-0.33	1.67

$\Delta \text{conc}-C^A$: Cambio en la concentración elemental expresado en número de veces con respecto a la concentración de la roca fresca.

Ejemplo en la tabla: Arsénico (As): 6(-0.78) = 6 muestras empobrecidas dentro del intervalo >0.5 veces de empobrecimiento (promedio aritmético del intervalo).

Datos con encabezados en azul indican empobrecimiento, y en rojo enriquecimiento.(x): Promedio aritmético de ese intervalo. (x)*: Promedio aritmético de enriquecimiento o empobrecimiento de ese elemento.

Para los cálculos en los elementos mayores (Al₂O₃, CaO, FeO, Fe₂O₃, K₂O, MgO, MnO, Na₂O, P₂O₅, SiO₂, TiO₂, PXC) se emplearon unidades de % en peso, en el resto de los valores se utilizó ppm. Los valores positivos indican enriquecimiento, los valores negativos indican empobrecimiento y valores en cero indican inmovilidad.

Tabla A5. Resultados de los rangos 1 y 6 ordenados de menor a mayor incidencia, que se muestran en la Tabla A4 del Apéndice A, y obtenidos a partir del estudio de balance de masas de las rocas encajonantes frescas y alteradas de la mineralización del Cinturón de Oro Orogénico Caborca, Sonora, México.

Elemento	Rango-1 $\Delta \text{conc}-C^A$ (>-0.5) (x)	Promedio aritmético (x)* empobrecimiento	Elemento	Rango-6 $\Delta \text{conc}-C^A$ (>2) (x)	Promedio aritmético (x)* enriquecimiento
Be	1(-0.54)	-0.16	Pr	1(2.08)	0.46
V	1(-0.62)	-0.20	Sn	1(2.52)	0.61
K ₂ O	1(-0.70)	-0.37	Pt	1(2.85)	0.51
W	1(-0.74)	-0.34	Nd	1(3.20)	0.50
Sb	1(-0.75)	-0.19	Sm	1(3.24)	0.57
Tl	1(-0.75)	-0.39	P ₂ O ₅	1(4.54)	0.89
PXC	1(-0.83)	-0.33	U	2(2.91)	0.97
Cr	1(-0.84)	-0.25	FeO	3(371.13)	101.62
Os	1(-0.98)	-0.24	Se	3(6.04)	1.89
Pd	2(-0.19)	-0.35	As	4(16.83)	7.85
Zn	2(-0.59)	-0.29	Au	4(79.27)	45.35
Sc	2(-0.65)	-0.25	Mo	5(29.69)	10.35
Ba	2(-0.68)	-0.32	Zn	5(44.13)	18.75
La	2(-0.81)	-0.30	Be	5(8.80)	3.38
Ce	2(-0.84)	-0.37	Sb	6(6.80)	3.51
Sn	3(-0.53)	-0.29	Tl	6(93.09)	40.42
Cu	3(-0.63)	-0.63	PXC	7(3.24)	1.67
Eu	3(-0.63)	-0.29	Pb	10(28.46)	20.69
TiO ₂	3(-0.71)	-0.36	Ag	11 (35.25)	27.79
Fe ₂ O ₃	3(-0.72)	-0.31	Cu	11(15.23)	10.07
Ir	3(-0.72)	-0.31	W	11(18.17)	12.02
Pr	3(-0.74)	-0.27			
Gd	3(-0.75)	-0.28			
Ni	3(-0.75)	-0.33			
Pt	3(-0.76)	-0.33			
Tb	3(-0.76)	-0.36			
Nd	3(-0.77)	-0.27			
Sm	3(-0.80)	-0.34			
Se	3(-0.89)	-0.44			
Pb	3(-0.93)	-0.63			
MgO	4(-0.62)	-0.36			
U	4(-0.70)	-0.44			
Dy	4(-0.76)	-0.38			
Te	4(-0.78)	-0.49			
Th	4(-0.81)	-0.39			
FeO	4(-0.86)	-0.57			
Er	5(-0.74)	-0.34			
P ₂ O ₅	5(-0.77)	-0.47			
Au	5(-0.96)	-0.49			
Tm	6(-0.67)	-37.00			
Ho	6(-0.71)	-0.36			
Y	6(-0.74)	-0.36			
Yb	6(-0.74)	-0.42			
As	6(-0.78)	-0.54			
Co	7(-0.72)	-0.43			
Lu	8(-0.63)	-0.45			
MnO	9(-0.70)	-0.50			
Na	9(-0.84)	-0.57			
Sr	10(-0.73)	-0.54			
CaO	14(-0.81)	-0.70			

$\Delta \text{conc}-C^A$: Cambio en la concentración elemental expresado en número de veces con respecto a la concentración de la roca fresca.

Datos con encabezados en azul indican empobrecimiento, y en rojo enriquecimiento.(x): Promedio aritmético de ese intervalo.

(x)*: Promedio aritmético de enriquecimiento o empobrecimiento de ese elemento.

Para los cálculos en los elementos mayores (Al₂O₃, CaO, FeO, Fe₂O₃, K₂O, MgO, MnO, Na₂O, P₂O₅, SiO₂, TiO₂, PXC)

se emplearon unidades de % en peso, en el resto de los valores se utilizó ppm. Los valores positivos indican enriquecimiento, los valores negativos indican empobrecimiento.

Tabla A6. Correlación bivariable del Au y Ag en el Cinturón de Oro Orogénico Caborca, NW Sonora, México.

Elem.	*Corr.	Elem.	*Corr.
Au		Ag	
Pb	0.604	Pb	0.703
Ag	0.553	Zn	0.565
Zn	0.523	Au	0.553
Fe	0.510	Sb	0.522
As	0.377	As	0.469
Cu	0.355	Cu	0.432
Ni	0.296	Mo	0.305
Bi	0.294	Sr	0.274
Cr	0.278	Fe	0.251
Mo	0.243	Bi	0.241
Sr	0.236	Ba	0.231
Sb	0.225	Cr	0.219
Sc	0.178	V	0.145
V	0.175	Ni	0.140
Co	0.148	Eu	0.124
Ti	0.148	U	0.116
Nd	0.146	W	0.107
Ba	0.143	Pr	0.083
La	0.143	K	0.051
U	0.142	Al	0.039
Ce	0.137	Nd	0.028
K	0.128	Ce	0.025
Al	0.126	P	0.014
Mg	0.103	Sc	0.007
Gd	0.097	La	0.006
Sm	0.091	Co	0.005
Mn	0.090	Sm	-0.004
Eu	0.076	Gd	-0.012
Th	0.072	Mn	-0.036
P	0.042	Th	-0.061
W	0.038	Mg	-0.080
Ca	0.017	Ti	-0.124
Dy	0.001	Dy	-0.129
Pr	-0.022	Yb	-0.135
Er	-0.044	Y	-0.153
Yb	-0.063	Ca	-0.173
Y	-0.066	Na	-0.173
Na	-0.073	Er	-0.240

*Correlación de 102 muestras de cuarzo auríferas.

Los coeficientes de correlación r varían entre -1 y +1.

Cuando $r = 0$ significa una completa independencia entre dos elementos analizados; $r = +1$ indica una relación funcional directa y cuando $r = -1$ indica una correlación funcional inversa (p.ej., Davis, 1986).

Elem. = Elemento, Corr = Coeficiente de correlación " r ".