

ELEMENTOS (ICP) (Digestión por ácido nítrico/perclórico)

7300

Peso molecular: Tabla 1

CAS: Tabla 2

RTECS: Tabla 2

MÉTODO: 7300, Versión 3		EVALUACIÓN: PARCIAL		Versión 1: 15 de agosto de 1990 Versión 3: 15 de marzo de 2003																																					
OSHA: Tabla 2 NIOSH: Tabla 2 ACGIH: Tabla 2			PROPIEDADES: Tabla 1																																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">ELEMENTOS: aluminio*</td> <td style="width: 16.6%;">calcio</td> <td style="width: 16.6%;">lantano</td> <td style="width: 16.6%;">níquel</td> <td style="width: 16.6%;">estroncio</td> <td style="width: 16.6%;">tungsteno*</td> </tr> <tr> <td>antimonio*</td> <td>chromo*</td> <td>litio*</td> <td>potasio</td> <td>telurio</td> <td>vanadio+</td> </tr> <tr> <td>arsénico</td> <td>cobalto*</td> <td>magnesio</td> <td>fósforo</td> <td>estaño</td> <td>itrio</td> </tr> <tr> <td>bario</td> <td>cobre</td> <td>manganeso*</td> <td>selenio</td> <td>talio</td> <td>zinc</td> </tr> <tr> <td>berilio*</td> <td>hierro</td> <td>molibdeno*</td> <td>plata</td> <td>titanio</td> <td>circonio*</td> </tr> <tr> <td>cadmio</td> <td>plomo*</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>* Algunos compuestos de estos elementos requieren un manejo especial de la muestra.</p>						ELEMENTOS: aluminio*	calcio	lantano	níquel	estroncio	tungsteno*	antimonio*	chromo*	litio*	potasio	telurio	vanadio+	arsénico	cobalto*	magnesio	fósforo	estaño	itrio	bario	cobre	manganeso*	selenio	talio	zinc	berilio*	hierro	molibdeno*	plata	titanio	circonio*	cadmio	plomo*				
ELEMENTOS: aluminio*	calcio	lantano	níquel	estroncio	tungsteno*																																				
antimonio*	chromo*	litio*	potasio	telurio	vanadio+																																				
arsénico	cobalto*	magnesio	fósforo	estaño	itrio																																				
bario	cobre	manganeso*	selenio	talio	zinc																																				
berilio*	hierro	molibdeno*	plata	titanio	circonio*																																				
cadmio	plomo*																																								
MUESTREO			MEDICIÓN																																						
EQUIPO DE MUESTREO: FILTRO (membrana de ésteres de celulosa de 0.8 µm o membrana de cloruro de polivinilo de 5.0 µm) ÍNDICE DE FLUJO: 1 a 4 lpm VOLUMEN.-MÍN.: Tabla 1 -MÁX.: Tabla 1 ENVÍO: rutinario ESTABILIDAD DE LA MUESTRA: estable BLANCOS: 2 a 10 blancos por juego			MÉTODO: PLASMA DE ARGÓN ACOPLADO POR INDUCCIÓN-ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ATÓMICA (ICP-AES) ANALITOS: los elementos mencionados arriba REACTIVOS PARA LA DIGESTIÓN: HNO ₃ concentrado / HClO ₄ concentrado (4:1), 5 ml; en incrementos de 2 ml según sea necesario CONDICIONES: temperatura ambiente, 30 min.; 150 ° hasta sequedad casi total SOLUCIÓN FINAL: HNO ₃ al 4%, HClO ₄ , al 1%, 25 ml LONGITUD DE ONDA: depende del elemento; Tabla 3 CORRECCIÓN DE FONDO: desviación espectral de la longitud de onda CALIBRACIÓN: elementos en HNO ₃ al 4%, HClO ₄ al 1% RANGO: varía según el elemento [1] LDD ESTIMADO : Tablas 3 y 4 PRECISIÓN (S̄): Tablas 3 y 4																																						
EXACTITUD																																									
RANGO ESTUDIADO: no determinado SESGO: no determinado PRECISIÓN TOTAL (S̄_{RT}): no determinada EXACTITUD: no determinada																																									
APLICABILIDAD: Este método tiene un rango de trabajo de 0.005 a 2.0 mg/m ³ para cada elemento en una muestra de aire de 500 l. Este es un análisis multielemental simultáneo, no de compuestos específicos. Verificar que los tipos de compuestos de las muestras sean solubles con el procedimiento de digestión seleccionado.																																									
INTERFERENCIAS: Las interferencias espectrales son las principales interferencias que ocurren en un análisis ICP-AES. Se pueden minimizar si se utiliza un criterio adecuado en la selección de la longitud de onda, los factores de corrección de los elementos interaccionantes y la corrección de fondo [1-4].																																									
OTROS MÉTODOS: Esta versión actualiza las versiones 1 y 2 del Método 7300, el cual reemplazó al P&CAM 351 [3] para los elementos. La espectroscopia de absorción atómica con llama (p.ej., los Métodos 70XX) es un método analítico alternativo para muchos de estos elementos. El horno de grafito AAS (p. ej., 7102 para Be, 7105 para Pb) es más sensible.																																									

<p>REACTIVOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ácido nítrico (HNO₃), concentrado, ultra puro. 2. Ácido perclórico (HClO₄), concentrado, ultra puro.* 3. Ácido para digestión: 4:1 (v/v) HNO₃:HClO₄. Mezclar 4 volúmenes de HNO₃ concentrado con 1 volumen de HClO₄ concentrado. 4. Solución patrón concentrada para calibración, 1000 µg/ml. Disponible en forma comercial o preparada según las recomendaciones del fabricante del instrumento (ver paso 12). 5. Solución ácida de dilución, HNO₃ al 4%, HClO₄ al 1%. Agregar 50 ml de ácido para digestión en 600 ml de agua; diluir a 1 l. 6. Argón. 7. Agua destilada y desionizada. <p>*Consultar PRECAUCIONES ESPECIALES.</p>	<p>EQUIPO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dispositivo para muestreo: filtro de membrana de ésteres de celulosa, de 0.8-µm de tamaño de poro o membrana de cloruro de polivinilo de 5.0-µm de tamaño de poro; 37 mm de diámetro, en un soporte de casete para filtro. 2. Bomba de muestreo personal, 1 a 4 lpm, con tubo conector flexible. 3. Espectrómetro de emisión atómica de plasma por acoplamiento inductivo, equipado según las especificaciones del fabricante para el análisis de los elementos de interés. 4. Regulador, de dos fases, para argón. 5. Vasos de precipitado, Phillips, de 125 ml, o Griffin, de 50 ml, con cubiertas de cristal. ** 6. Matraces volumétricos, 10, 25, 100 ml y 1 l** 7. Pipetas volumétricas variadas según se necesiten.** 8. Parrilla, temperatura superficial de 150 °C. <p>** Limpiar con ácido nítrico concentrado todos los instrumentos de cristal y enjuagarlos en agua destilada antes de usarlos.</p>
<p>PRECAUCIONES ESPECIALES: Todos los procedimientos de digestión por ácido perclórico deben realizarse en una campana para ácido perclórico. Para trabajar con ácidos concentrados, usar ropa y guantes protectores.</p>	

MUESTREO:

1. Calibrar cada bomba de muestreo personal con un casete representativo en línea.
2. Realizar un muestreo a un índice de flujo conocido con exactitud entre 1 y 4 lpm para un volumen total de muestra de 200 a 2000 l (ver Tabla 1) para la medición de la media ponderada en el tiempo (TWA). No exceder la carga máxima en filtro de aproximadamente 2 mg de polvo total.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

3. Abrir los casetes que sostienen los filtros y transferir las muestras y los blancos a vasos de precipitado limpios.
4. Agregar 5 ml de ácido para digestión. Cubrir con cubierta de cristal. Dejar reposar 30 minutos a temperatura ambiente.

NOTA: En este paso, preparar un reactivo blanco.

5. Calentar en la parrilla (120 ° C) hasta que quede en aprox. 0.5 ml.
 NOTA 1: Es posible que se requieran otros métodos de digestión para la recuperación del plomo de algunas matrices de pintura. Ver el Método 7082 (Determinación de plomo por espectrofotometría de absorción atómica por llama o EAS), para consultar un procedimiento alternativo de digestión en parrilla o el Método 7302 para un procedimiento de digestión por microondas.

NOTA 2: Algunas especies de Al, Be, Co, Cr, Li, Mn, Mo, V y Zr no se solubilizarán completamente con este procedimiento. Pueden consultarse otras fuentes alternativas de técnicas de solubilización para la mayoría de estos elementos [5-10]. Por ejemplo, para el Mn puede

requerirse agua regia [6,12].

6. Agregar 2 ml de ácido para digestión y repetir el paso 5. Repetir este paso hasta que la solución sea clara.
 7. Quitar la cubierta de cristal y enjuagarla con agua destilada en el vaso de precipitado.
 8. Elevar la temperatura a 150 ° C y dejar que la muestra se seque casi por completo (aprox. 0.5 ml).
 9. Disolver el residuo en 2 a 3 ml de solución ácida de dilución.
 10. Transferir las soluciones a los matraces volumétricos, a una medida cuantitativa de 25 ml.
 11. Diluir hasta completar el volumen con la solución ácida de dilución.
- NOTA: Si se requiere de más sensibilidad, el volumen final de la muestra puede ser de 10 ml.

CALIBRACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD:

12. Calibrar el espectrómetro según las recomendaciones del fabricante.
NOTA: Típicamente se utiliza un blanco de ácido y soluciones analíticas multielementales de 1.0 µg/ml. Las siguientes combinaciones multielementales son químicamente compatibles en HNO₃ al 4% / HClO₄ al 1%:
 - a. Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, La, In, Na
 - b. Ag, K, Li, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Se, Sr, Tl, V, Y, Zn, Sc
 - c. Mo, Sb, Sn, Te, Ti, W, Zr
 - d. Ácido blanco
13. Analizar una muestra estándar por cada diez muestras.
14. Revisar las recuperaciones con al menos dos "filtros blancos" fortificados por cada diez muestras.

MEDICIÓN:

15. Ajustar el espectrómetro según las condiciones especificadas por el fabricante.
 16. Analizar los estándares y las muestras.
- NOTA: Si los valores de las muestras superan el rango de los patrones, diluir las soluciones con solución ácida de dilución, volver a analizar y aplicar en los cálculos el factor de dilución pertinente.

CÁLCULOS:

17. Obtener las concentraciones de la solución para la muestra, C_s (µg/ml), y el promedio del blanco, C_b (µg/ml), del instrumento.
18. Utilizando los volúmenes de solución de la muestra, V_s (ml), y el blanco, V_b (ml), calcular la concentración, C (mg/m³), de cada elemento del volumen de aire muestreado, V (l):

$$C = \frac{C_s V_s - C_b V_b}{V}, \text{mg/m}^3$$

NOTA: µg/l ≡ mg/m³

EVALUACIÓN DEL MÉTODO:

Versiones 1 y 2

El método 7300 se evaluó por primera vez en 1981 [2,3]. Los datos de precisión y recuperación se determinaron en 2.5 y 1000 µg para cada elemento de cada muestra en filtros fortificados. Las mediciones utilizadas para la evaluación del método de las versiones 1 y 2 se determinaron con un espectrómetro de emisión por plasma de acoplamiento inductivo Jarrell-Ash 1160, utilizado según las instrucciones del fabricante.

Versión 3

En esta actualización del Método 7300 de NIOSH, los datos de precisión y recuperación se determinaron aproximadamente a niveles de 3 y 10 veces los límites de detección instrumental en filtros fortificados adquiridos comercialmente [12] utilizando 25.0 ml como volumen final de la muestra. Las tablas 3 y 4 contienen una lista de los datos de precisión y recuperación, los límites de detección instrumental y las longitudes de onda analíticas para los filtros mixtos de membrana de ésteres de celulosa (MCE) y de cloruro de polivinilo (PVC). Se evaluaron los filtros PVC, que pueden utilizarse para las mediciones de polvo total y después para la medición de los metales, y se determinó que proporcionan buenos resultados. Los valores en las tablas 3 y 4 se determinaron con instrumentos analíticos para la espectrometría de emisión atómica por plasma axial (EOP), utilizados según las instrucciones del fabricante.

REFERENCIAS:

- [1] Millson M, Andrews R [2002]. Backup data report, Method 7300, unpublished report, NIOSH/DART.
- [2] Hull RD [1981]. Multielement Analysis of Industrial Hygiene Samples, NIOSH Internal Report, presented at the American Industrial Hygiene Conference, Portland, Oregon.
- [3] NIOSH [1982]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 7, P&CAM 351 (Elements by ICP), U.S. Department of Health and Human Services, Publ. (NIOSH) 82-100.
- [4] NIOSH [1994]. Elements by ICP: Method 7300, Issue 2. In: Eller PM, Cassinelli ME, eds., NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 94-113.
- [5] NIOSH [1994]. Lead by FAAS: Method 7082. In: Eller PM, Cassinelli ME, eds., NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 94-113.
- [6] NIOSH [1977]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 2, S5 (Manganese), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-157-B.
- [7] NIOSH [1994]. Tungsten, soluble/insoluble: Method 7074. In: Eller PM, Cassinelli ME, eds., NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 94-113.
- [8] NIOSH [1979]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 5, P&CAM 173 (Metals by Atomic Absorption), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 79-141.
- [9] NIOSH [1977]. NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 3, S183 (Tin), S185 (Zirconium), and S376 (Molybdenum), U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-157-C.
- [10] ISO [2001]. Workplace air - Determination of metals and metalloids in airborne particulate matter by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry - Part 2: Sample preparation. International Organization for Standardization. ISO 15202-2:2001(E).
- [11] ASTM [1985]. 1985 Annual Book of ASTM Standards, Vol. 11.01; Standard Specification for Reagent Water; ASTM, Philadelphia, PA, D1193-77 (1985).
- [12] Certification Inorganic Ventures for spikes.

MÉTODO REVISADO POR:

Mark Millson y Ronnee Andrews, NIOSH/DART.

Método escrito originalmente por Mark Millson, NIOSH/DART, y R. DeLon Hull, Ph.D., NIOSH/DSHEFS, James B. Perkins, David L. Wheeler y Keith Nicholson, DataChem Laboratories, Salt Lake City, UT.

TABLA 1: PROPIEDADES Y VOLÚMENES DE LAS MUESTRAS

Elemento (Símbolo)	Propiedades		Volumen de aire, l / LEP de OSHA	
	Peso atómico	MP, °C	MÍN.	MÁX.
Plata (Ag)	107.87	961	250	2000
Aluminio (Al)	26.98	660	5	100
Arsénico (As)	74.92	817	5	2000
Bario(Ba)	137.34	710	50	2000
Berilio (Be)	9.01	1278	1250	2000
Calcio (Ca)	40.08	842	5	200
Cadmio (Cd)	112.40	321	13	2000
Cobalto (Co)	58.93	1495	25	2000
Cromo (Cr)	52.00	1890	5	1000
Cobre (Cu)	63.54	1083	5	1000
Hierro (Fe)	55.85	1535	5	100
Potasio (K)	39.10	63.65	5	1000
Lantano	138.91	920	5	1000
Litio (Li)	6.94	179	100	2000
Magnesio (Mg)	24.31	651	5	67
Manganeso (Mn)	54.94	1244	5	200
Molibdeno (Mo)	95.94	651	5	67
Níquel (Ni)	58.71	1453	5	1000
Fósforo (P)	30.97	44	25	2000
Plomo (Pb)	207.19	328	50	2000
Antimonio (Sb)	121.75	630.5	50	2000
Selenio (Se)	78.96	217	13	2000
Estaño (Sn)	118.69	231.9	5	1000
Estroncio (Sr)	87.62	769	10	1000
Telurio (Te)	127.60	450	25	2000
Titanio (Ti)	47.90	1675	5	100
Thalio (Tl)	204.37	304	25	2000
Vanadio (V)	50.94	1890	5	2000
Tungsteno (W)	183.85	3410	5	1000
Itrio (Y)	88.91	1495	5	1000
Zinc (Zn)	65.37	419	5	200
Circonio (Zr)	91.22	1852	5	200

TABLA 2. LÍMITES DE EXPOSICIÓN, CAS N°, RTECS

Elemento (Símbolo)	CAS N°	RTECS	Límites de exposición, mg/m ³ (Ca = carcinógeno)		
			OSHA	NIOSH	ACGIH
Plata (Ag)	7440-22-4	VW3500000	0.01 (polvo, vapor, metal)	0.01 (metal, soluble)	0.1 (metal) 0.01 (soluble)
Aluminio (Al)	7429-90-5	BD0330000	15 (polvo total) 5 (respirable)	10 (polvo total) 5 (vapor respirable) 2 (sales, alquilos)	10 (polvo) 5 (polvos, vapor) 2 (sales, alquilos)
Arsénico (As)	7440-38-2	CG0525000	varían	C 0.002, Ca	0.01, Ca
Bario(Ba)	7440-39-3	CQ8370000	0.5	0.5	0.5
Berilio (Be)	7440-41-7	DS1750000	0.002, C 0.005	0.0005, Ca	0.002, Ca
Calcio (Ca)	7440-70-2	--	varían	varían	varían
Cadmio (Cd)	7440-43-9	EU9800000	0.005	mínima posible, Ca	0.01 (total), Ca 0.002 (respirable), Ca
Cobalto (Co)	7440-48-4	GF8750000	0.1	0.05 (polvo, vapor)	0.02 (polvo, vapor)
Cromo (Cr)	7440-47-3	GB4200000	0.5	0.5	0.5
Cobre (Cu)	7440-50-8	GL5325000	1 (polvo, rocío) 0.1 (vapor)	1 (polvo) 0.1 (vapor)	1 (polvo, rocío) 0.2 (vapor)
Hierro (Fe)	7439-89-6	NO4565500	10 (polvo, vapor)	5 (polvo, vapor)	5 (vapor)
Potasio (K)	7440-09-7	TS6460000	--	--	--
Lantano	7439-91-0	--	--	--	--
Litio (Li)	7439-93-2	--	--	--	--
Magnesio (Mg)	7439-95-4	OM2100000	15 (polvo) como óxido 5 (respirable)	10 (vapor) como óxido	10 (vapor) como óxido
Manganeso (Mn)	7439-96-5	OO9275000	C 5	1; STEL 3	5 (polvo) 1; STEL 3 (vapor)
Molibdeno (Mo)	7439-98-7	QA4680000	5 (soluble) 15 (total insoluble)	5 (soluble) 10 (insoluble)	5 (soluble) 10 (insoluble)
Níquel (Ni)	7440-02-0	QR5950000	1	0.015, Ca	0.1 (soluble) 1 (insoluble, metal)
Fósforo (P)	7723-14-0	TH3500000	0.1	0.1	0.1
Plomo (Pb)	7439-92-1	OF7525000	0.05	0.05	0.05
Antimonio (Sb)	7440-36-0	CC4025000	0.5	0.5	0.5
Selenio (Se)	7782-49-2	VS7700000	0.2	0.2	0.2
Estaño (Sn)	7440-31-5	XP7320000	2	2	2
Estroncio (Sr)	7440-24-6	--	--	--	--
Telurio (Te)	13494-80-9	WY2625000	0.1	0.1	0.1
Titanio (Ti)	7440-32-6	XR1700000	--	--	--
Thalio (Tl)	7440-28-0	XG3425000	0.1 (piel) (soluble)	0.1 (piel) (soluble)	0.1 (piel)
Vanadio (V)	7440-62-2	YW2400000	--	C 0.05	--
Tungsteno	7440-33-7	--	5	5 10 (STEL)	5 10 (STEL)
Itrio (Y)	7440-65-5	ZG2980000	1	N/A	1

Elemento (Símbolo)	CAS N°	RTECS	Límites de exposición, mg/m ³ (Ca = carcinógeno)		
			OSHA	NIOSH	ACGIH
Zinc (Zn)	7440-66-6	ZG8600000	–	--	--
Circonio (Zr)	7440-67-7	ZH7070000	5	5, STEL 10	5, STEL 10

TABLA 3: DATOS Y PROCEDIMIENTOS DE LA MEDICIÓN [1].
Filtros mixtos de membrana de ésteres de celulosa (0.45 µm)

Elemento (a)	longitud de onda nm	LDD estimado µg/Filtro	LDD ng/ml	Certificado 3 veces LDD (b)	% Recuperación (c)	Porcentaje RSD (N=25)	Certificado 10 veces LDD (b)	% Recuperación (c)	Porcentaje RSD (N=25)
Ag	328	0.042	1.7	0.77	102.9	2.64	3.21	98.3	1.53
Al	167	0.115	4.6	1.54	105.4	11.5	6.40	101.5	1.98
As	189	0.140	5.6	3.08	94.9	2.28	12.9	93.9	1.30
Ba	455	0.005	0.2	0.31	101.8	1.72	1.29	97.7	0.69
Be	313	0.005	0.2	0.31	100.0	1.44	1.29	98.4	0.75
Ca	317	0.908	36.3	15.4	98.7	6.65	64.0	100.2	1.30
Cd	226	0.0075	0.3	0.31	99.8	1.99	1.29	97.5	0.88
Co	228	0.012	0.5	0.31	100.8	1.97	1.29	98.4	0.90
Cr	267	0.020	0.8	0.31	93.4	16.3	1.29	101.2	2.79
Cu	324	0.068	2.7	1.54	102.8	1.47	6.40	100.6	0.92
Fe	259	0.095	3.8	1.54	103.3	5.46	6.40	98.0	0.95
K	766	1.73	69.3	23.0	90.8	1.51	96.4	97.6	0.80
La	408	0.048	1.9	0.77	102.8	2.23	3.21	100.1	0.92
Li	670	0.010	0.4	0.31	110.0	1.91	1.29	97.7	0.81
Mg	279	0.098	3.9	1.54	101.1	8.35	6.40	98.0	1.53
Mn	257	0.005	0.2	0.31	101.0	1.77	1.29	94.7	0.73
Mo	202	0.020	0.8	0.31	105.3	2.47	1.29	98.6	1.09
Ni	231	0.020	0.8	0.31	109.6	3.54	1.29	101.2	1.38
P	178	0.092	3.7	1.54	84.4	6.19	6.40	82.5	4.75
Pb	168	0.062	2.5	1.54	109.4	2.41	6.40	101.7	0.88
Sb	206	0.192	7.7	3.08	90.2	11.4	12.9	41.3	32.58
Se	196	0.135	5.4	2.3	87.6	11.6	9.64	84.9	4.78
Sn	189	0.040	1.6	0.77	90.2	18.0	3.21	49	21.79
Sr	407	0.005	0.2	0.31	101.0	1.55	1.29	97.3	0.65
Te	214	0.078	3.1	1.54	102.0	2.67	6.40	97.4	1.24
Ti	334	0.050	2.0	0.77	98.4	2.04	3.21	93.4	1.08
Tl	190	0.092	3.7	1.54	100.9	2.48	6.40	99.1	0.80
V	292	0.028	1.1	0.77	103.2	1.92	3.21	98.3	0.84
W	207	0.075	3.0	1.54	72.2	10.1	6.40	57.6	14.72
Y	371	0.012	0.5	0.31	100.5	1.80	1.29	97.4	0.75
Zn	213	0.310	12.4	4.60	102.2	1.87	19.3	95.3	0.90
Zr	339	0.022	0.9	0.31	88.0	19.4	1.29	25	57.87

- (a) Los valores que aparecen en letra negra son cualitativos debido a su baja recuperación.
(a) Los valores están certificados por Inorganic Ventures INC. a 3 y 10 veces del LDD instrumental aproximado [12].
(c) Los valores reportados se obtuvieron mediante Instrumentos Spectro Analytical Instruments EOP ICP; el desempeño varía según el instrumento y se debe verificar en forma independiente.

TABLA 4: DATOS Y PROCEDIMIENTOS DE LA MEDICIÓN [1].
Filtro de cloruro de polivinilo (5.0 µm)

Elemento (c)	longitud de onda nm	LDD Est. µg por filtro	LDD ng/ml	Certificado LDD 3x (b)	% Recuperación (a)	Porcentaje RSD (N=25)	Certificado ¹⁷ 10x LDD (b)	% Recuperación (a)	Porcentaje RSD (N=25)
Ag	328	0.042	1.7	0.78	104.2	8.20	3.18	81.8	18.9
Al	167	0.115	4.6	1.56	77.4	115.24	6.40	92.9	20.9
As	189	0.140	5.6	3.10	100.7	5.13	12.70	96.9	3.2
Ba	455	0.005	0.2	0.31	102.4	3.89	1.270	99.8	2.0
Be	313	0.005	0.2	0.31	106.8	3.53	1.270	102.8	2.1
Ca	317	0.908	36.3	15.6	68.1	12.66	64.00	96.8	5.3
Cd	226	0.0075	0.3	0.31	105.2	5.57	1.27	101.9	2.8
Co	228	0.012	0.5	0.31	109.3	4.67	1.27	102.8	2.8
Cr	267	0.020	0.8	0.31	109.4	5.31	1.27	103.4	4.1
Cu	324	0.068	2.7	1.56	104.9	5.18	6.40	101.8	2.4
Fe	259	0.095	3.8	1.56	88.7	46.82	6.40	99.1	9.7
K	766	1.73	69.3	23.4	96.4	4.70	95.00	99.2	2.2
La	408	0.048	1.9	0.78	45.5	4.19	3.18	98.8	2.6
Li	670	0.010	0.4	0.31	107.7	4.80	1.27	110.4	2.7
Mg	279	0.098	3.9	1.56	54.8	20.59	6.40	64.5	5.7
Mn	257	0.005	0.2	0.31	101.9	4.18	1.27	99.3	2.4
Mo	202	0.020	0.8	0.31	106.6	5.82	1.27	98.1	3.8
Ni	231	0.020	0.8	0.31	111.0	5.89	1.27	103.6	3.2
P	178	0.092	3.7	1.56	101.9	17.82	6.40	86.5	10.4
Pb	168	0.062	2.5	1.56	109.6	6.12	6.40	103.2	2.9
Sb	206	0.192	7.7	3.10	64.6	22.54	12.70	38.1	30.5
Se	196	0.135	5.4	2.30	83.1	26.23	9.50	76.0	17.2
Sn	189	0.040	1.6	0.78	85.7	27.29	3.18	52.0	29.4
Sr	407	0.005	0.2	0.31	71.8	4.09	1.27	81.2	2.7
Te	214	0.078	3.1	1.56	109.6	7.49	6.40	97.3	3.8
Ti	334	0.050	2.0	0.78	101.0	9.46	3.18	92.4	5.5
Tl	190	0.092	3.7	1.56	110.3	4.04	6.40	101.9	2.0
V	292	0.028	1.1	0.78	108.3	3.94	3.18	102.5	2.6
W	207	0.075	3.0	1.56	74.9	15.79	6.40	44.7	19.6
Y	371	0.012	0.5	0.31	101.5	3.63	1.27	101.4	2.5
Zn	213	0.310	12.4	4.70	91.0	68.69	19.1	101.0	9.6
Zr	339	0.022	0.9	0.31	70.7	54.20	1.27	40.4	42.1

- (a) Los valores reportados se obtuvieron mediante Spectro Analytical Instruments EOP ICP; el desempeño varía según el instrumento y debe ser verificada en forma independiente.
- (b) Los valores están certificados por Inorganic Ventures INC. a 3 y 10 veces del LDD instrumental aproximado [12].
- (c) Los valores que aparecen en letras negritas son cualitativos solamente debido a su baja recuperación. Puede haber otros procedimientos de digestión más apropiados para estos elementos y sus compuestos.