

FECHA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Apellidos: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_ L.U.: \_\_\_\_\_

### Trabajo Práctico N° 3

#### UNIDAD A - Composición geoquímica de la Tierra y del Sistema Solar. Origen y abundancia de los elementos químicos.

##### Objetivos del Práctico

- 1- Construir diagramas multielementos.
- 2- Aplicar y fijar conceptos desarrollados en la teoría.
- 3- Realizar cálculos de Factor de Enriquecimiento.
- 4- Familiarizarse con la bibliografía geoquímica y reconocer terminología técnica.

##### Actividades

- 1- En base a las tablas anexas (tablas 1, 2, y 3 de Faure, 1991) construir gráficos X-Y multielementos (*spider diagrams*) donde se pueda ver la abundancia relativa de los elementos químicos (Expresar la abundancia en logaritmo base 10 [ $\log_{10}$ ]). Presentar en el mismo gráfico todas las tablas.
- 2- Calcular el factor de enriquecimiento (FE) de los elementos en la corteza continental relativo a su abundancia en el sistema solar. ¿Qué elementos se encuentran enriquecidos? ¿Cuáles están deprimidos? Presentar gráficamente los resultados.
- 3- De acuerdo a la bibliografía indicar en el gráfico a escala solar el origen de los elementos químicos. Discutir en función a la bibliografía recomendada el origen como la abundancia relativa de los elementos en el universo, en el sol y en la corteza terrestre.
- 4- Según lo observado en el Punto 2 ¿Cómo se origina el Pb y como se encuentra (enriquecido o deprimido) respecto a los elementos adyacentes? Justifique su respuesta.
- 5- ¿Qué sucede con Li, B, Be?? Explique desde la bibliografía las causas de la anomalía.
- 6- Definir las REE (*Rare Earth Elements*), analizar y explicar su comportamiento en los gráficos de abundancia relativa.
- 7- Llevar los datos de la tabla 4 a un único gráfico y discutir la variación en los mismos. Obtener una conclusión.

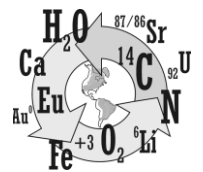
##### Bibliografía General:

- ✓ Faure, G. y Mensing, T.M., 2007. *Introduction to Planetary Science. The Geological Perspective*. Springer, The Netherlands. ISBN-13 978-1-4020-5544-7 (e-book).
- ✓ Holland, H.D. y Turekian, K.K., 2003. *Treatise on Geochemistry, Volume 1: Meteorites, Comets, and Planets. Volume 2 The Mantle and Core. Volume 3 The Crust. Volume 4 The Atmosphere Volume 5 Surface and Ground Water, Weathering, and Soils. Volume 6 The Oceans and Marine Geochemistry. Volume 7 Sediments, Diagenesis, and Sedimentary Rocks. Volume 8 Biogeochemistry. Volume 9 Environmental Geochemistry. 5155pp*. Elsevier (e-book ISBN-set 0-08-043751-6).
- ✓ McSween, H.Y., Richardson, S.M., y Uhle, M.E., 2003. *Geochemistry, Pathways and Processes (2<sup>nd</sup> Edition)*. 363pp. Columbia University Press. ISBN 0-231-12440-6 (paper)
- ✓ Ottonello, G., 1997. *Principles of geochemistry*. Columbia University Press. 817p. (e-book). ISBN 0-231-09984-3 (paper).
- ✓ Rollinson, H.R., 2007. *Early Earth Systems*. 283pp. Blackwell Publishing. ISBN-13: 978-1-4051-2255-9 ISBN-10: 1-4051-2255-2

##### Bibliografía Específica:

- ✓ Faure, G., 1991. *Principles and applications of geochemistry: a comprehensive textbook for geology students*. Prentice Hall. 600 pp. (papel)
- ✓ Faure, G., 1998. *Principles and applications of geochemistry: a comprehensive textbook for geology students*. Second edition. Prentice Hall. 600pp.
- ✓ Rollinson, H., 1993. *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*, 352pp. Prentice Hall, Londres.
- ✓ Rollinson H. y Peace

**Plazo de Entrega:** El TP se entregará en un plazo máximo de 07 días a partir de la fecha en la que se sube al aula virtual, el mismo debe ser presentado en formato PDF.



**Tabla 1 (datos de Faure 1991):**

Abundancia de los elementos en el sistema solar (Tabla 2.1 de Faure)											
Z	Elemento	Abundancia		Z	Elemento	Abundancia		Z	Elemento	Abundancia	
1	Hidrogeno	2,72E+10	27200000000,00	35	Bromo	1,18E+02	118,00	70	Tulio	3,86E-02	0,04
2	Helio	2,18E+09	2180000000,00	36	Kripton	4,53E+01	45,30	71	Yterbio	2,43E-01	0,24
3	Litio	5,97E+01	59,70	37	Rubidio	7,59E+00	7,59	72	Lutecio	3,69E-02	0,04
4	Berilio	7,80E-01	0,78	38	Estroncio	2,38E+01	23,80	73	Hafnio	1,76E-01	0,18
5	Boro	2,40E+01	24,00	39	Ytrio	4,64E+00	4,64	74	Tantalio	2,26E-02	0,02
6	Carbono	1,21E+07	12100000,00	40	Zirconio	1,07E+00	1,07	75	Wolframio	1,37E-01	0,14
7	Nitrogeno	2,48E+06	2480000,00	41	Niobio	7,10E-01	0,71	76	Renio	5,07E-02	0,05
8	Oxigeno	2,01E+07	20100000,00	42	Molibdeno	2,52E+00	2,52	77	Osmio	7,17E-01	0,72
9	Fluor	8,43E+02	843,00	43	Tecnecio	0,00E+00	0,00	78	Iridio	6,60E-01	0,66
10	Neon	3,76E+06	3760000,00	44	Rutenio	1,86E+00	1,86	79	Platino	1,37E+00	1,37
11	Sodio	5,70E+04	57000,00	45	Rodio	3,44E-01	0,34	80	Oro	1,86E-01	0,19
12	Magnesio	1,08E+06	1075000,00	46	Paladio	1,39E+00	1,39	81	Mercurio	5,20E-01	0,52
13	Aluminio	8,49E+04	84900,00	47	Plata	5,29E-01	0,53	82	Talio	1,84E-01	0,18
14	Silicio	1,00E+06	1000000,00	48	Cadmio	1,69E+00	1,69	83	Plomo	3,15E+00	3,15
15	Fosforo	1,04E+04	10400,00	49	Indio	1,84E-01	0,18	84	Bismuto	1,44E-01	0,14
16	Azufre	5,15E+05	515000,00	50	Estaño	3,82E+00	3,82	85	Polonio	~0	~0
17	Cloro	5,24E+03	5240,00	51	Antimonio	3,52E-01	0,35	86	Astato	~0	~0
18	Argon	1,04E+05	104000,00	52	Teluro	4,91E+00	4,91	87	Radon	~0	~0
19	Potasio	3,77E+03	3770,00	53	Iodo	9,00E-01	0,90	88	Francio	~0	~0
20	Calcio	6,11E+04	61100,00	54	Xenon	4,35E+00	4,35	89	Radio	~0	~0
21	Escandio	3,38E+01	33,80	55	Cesio	3,72E-01	0,37	90	Actinio	~0	~0
22	Titanio	2,40E+03	2400,00	56	Bario	4,36E+00	4,36	91	Torio	3,35E-02	0,03
23	Vanadio	2,95E+02	295,00	57	Lantano	4,48E-01	0,45	92	Protoactinio	~0	~0
24	Cromo	1,34E+04	13400,00	58	Cerio	1,16E+00	1,16	93	Uranio	9,00E-03	0,01
25	Manganeso	9,51E+03	9510,00	59	Praseodimio	1,74E-01	0,17	94	Neptunio	~0	~0
26	Hierro	9,00E+05	900000,00	60	Neodimio	8,36E-01	0,84	95	Plutonio	~0	~0
27	Cobalto	2,25E+03	2250,00	62	Samario	2,61E-01	0,26	96	Americio	0	0,00
28	Niquel	4,93E+04	49300,00	63	Promecio	0,00E+00	0,00	97	Curio	0	0,00
29	Cobre	5,14E+02	514,00	64	Europio	9,72E-02	0,10	98	Berkelio	0	0,00
30	Zinc	1,26E+03	1260,00	65	Gadolinio	3,31E-01	0,33	99	Californio	0	0,00
31	Galio	3,78E+02	378,00	66	Terbio	5,89E-02	0,06	100	Einsteinio	0	0,00
32	Germanio	1,18E+02	118,00	67	Disprobio	3,98E-01	0,40	101	Fermio	0	0,00
33	Arsenico	6,79E+00	6,79	68	Holmio	8,75E-02	0,09	102	Mendelevio	0	0,00
34	Selenio	6,21E+01	62,10	69	Erbio	2,53E-01	0,25	103	Nobelio	0	0,00
								104	Lawrencio	0	0,00

**Tabla 2 (datos de Faure 1991):**

Abundancia de los elementos en el sol (Tabla 9.1 de Faure)								
Z	Elemento	Abundancia	Z	Elemento	Abundancia	Z	Elemento	Abundancia
1	H	2,20E+10	25	Mn	5,90E+03	57	La	3,00E-01
2	He	1,40E+09	26	Fe	7,10E+05	58	Ce	7,90E-01
3	Li	2,20E-01	27	Co	1,80E+03	59	Pr	1,00E-01
4	Be	3,10E-01	28	Ni	4,30E+04	60	Nd	3,80E-01
5	B	<2,8	29	Cu	2,60E+02	62	Sm	1,20E-01
6	C	9,30E+06	30	Zn	6,30E+02	63	Eu	1,10E-01
7	N	1,90E+06	31	Ga	1,40E+01	64	Gd	2,90E-01
8	O	1,50E+07	32	Ge	7,10E+01	66	Dy	2,60E-01
9	F	8,10E+02	37	Rb	8,90E+00	68	Er	1,30E-01
10	Ne	8,30E+05	38	Sr	1,80E+01	69	Tm	4,10E-02
11	Na	4,20E+05	39	Y	2,80E+00	70	Yb	1,80E-01
12	Mg	8,90E+05	40	Zr	1,30E+01	71	Lu	1,30E-01
13	Al	7,40E+04	41	Nb	1,80E+00	72	Hf	1,40E-01
14	Si	1,00E+06	42	Mo	3,20E+00	74	W	1,10E+00
15	P	7,10E+03	44	Ru	1,50E+00	75	Re	<1,1E-2
16	S	3,50E+05	45	Rh	5,60E-01	76	Os	1,10E-01
17	Cl	7,10E+03	46	Pd	7,10E-01	77	Ir	1,60E-01
18	Ar	2,20E+04	47	Ag	1,60E-01	78	Pt	1,25E+00
19	K	3,20E+03	48	Cd	1,58E+00	79	Au	1,30E-01
20	Ca	5,00E+04	49	In	1,00E+00	80	Hg	<2,8
21	Sc	2,40E+01	50	Sn	2,20E+00	81	Tl	1,80E-01
22	Ti	2,50E+04	51	Sb	2,20E-01	82	Pb	1,90E+00
23	V	2,30E+02	55	Cs	<1,8	83	Bi	<1,8
24	Cr	1,10E+04	56	Ba	2,75E+00	90	Th	3,50E-02
						92	U	<8,9E-2

**Tabla 3 (datos de Faure 1991):**

Abundancia de los elementos en la CORTEZA TERRESTRE (Tabla 10.5 de Faure)								
Elemento	µg/g	átomos/10 <sup>5</sup> Átomos de Si	Elemento	µg/g	átomos/10 <sup>5</sup> Átomos de Si	Elemento	µg/g	átomos/10 <sup>5</sup> Átomos de Si
Li	13	2,00E+02	As	1	1,40E+00	Gd	3,3	2,20E+00
Be	1,5	1,70E+01	Se	5,00E-02	7,00E-02	Tb	0,6	4,00E-01
B	10	9,70E+01	Rb	32	3,90E+01	Dy	3,7	2,40E+00
O	4,55E+05	3,08E+06	Sr	260	3,10E+02	Ho	0,78	5,00E-01
Na	2,30E+04	1,05E+05	Y	20	2,40E+01	Er	2,2	1,40E+00
Mg	3,20E+04	1,38E+05	Zr	100	1,15E+02	Tm	0,32	2,00E-01
Al	8,40E+04	3,27E+05	Nb	11	1,20E+01	Yb	2,2	1,30E+00
Si	2,68E+05	1,00E+06	Mo	1	1,10E+00	Lu	0,3	1,80E-01
K	9,00E+03	2,44E+04	Pd	1,00E-03	1,00E-03	Hf	3	1,80E+00
Ca	5,30E+04	1,38E+05	Ag	8,00E-02	8,00E-02	Ta	1	5,80E+00
Sc	30	7,00E+01	Cd	9,80E-02	9,10E-02	W	1	5,70E-01
Ti	5,30E+04	1,18E+04	In	5,00E-02	4,60E-02	Re	5,00E-04	3,00E-04
V	2,30E+03	4,74E+02	Sn	2,5	2,20E+00	Ir	1,00E-04	5,00E-05
Cr	1,85E+02	3,73E+02	Sb	0,2	2,00E-01	Au	3,00E-03	2,00E-03
Mn	1,40E+03	2,67E+03	Cs	1	8,00E-01	Tl	0,36	1,80E-01
Fe	7,06E+04	1,32E+05	Ba	250	1,90E+02	Pb	8	4,10E+00
Co	29	5,20E+01	La	16	1,20E+01	Bi	6,00E-02	3,00E-02
Ni	105	1,88E+02	Ce	33	2,50E+01	Th	3,5	1,60E+00
Cu	75	1,20E+02	Pr	3,9	2,90E+00	U	0,91	4,00E-01
Zn	80	1,30E+02	Nd	16	1,20E+01			
Ga	18	2,70E+01	Sm	3,5	2,40E+00			
Ge	1,6	2,30E+00	Eu	1,1	7,60E-01			

**Tabla 4 (datos de Faure 1991):**

	a	b	c	d	e	f	g
SiO <sub>2</sub>	59,12	59,07	59,19	60,06	59,4	59,3	57,3
TiO <sub>2</sub>	1,05	1,03	0,79	0,9	1,2	0,7	0,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,34	15,22	15,82	15,52	15,6	15	15,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,08	3,1	3,41	3,55	2,3	2,4	-
FeO	3,00	3,71	3,58	4,06	5	5,6	9,1*
MnO	0,12	0,11	0,11	0,21	0,1	0,1	-
MgO	3,49	3,45	3,3	3,56	4,2	4,9	5,3
CaO	5,08	5,1	3,07	5,2	6,6	7,2	7,4
Na <sub>2</sub> O	0,84	3,71	2,05	3,28	3,1	2,5	3,1
K <sub>2</sub> O	3,13	3,11	3,93	2,88	2,3	2,1	1,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,30	0,3	0,22	0,36	0,2	0,2	-
CO <sub>2</sub>	-	0,35	0,54	-	-	-	-
H <sub>2</sub> O	1,15	1,3	3,02	-	-	-	-
Sum	95,70	99,56	99,03	99,58	100	100	100,1

a. Clarke & Washington (1924) basado en el promedio de 5159 análisis de rocas ígneas de todos los continentes y océanos.

b. Clarke & Washington (1924) basado en un 95% de rocas ígneas, 4% de Shale, 0,75% de sandstone y 0,25% de limestone.

c. Goldschmidt (1957) basado en 77 análisis de arcillas glaciales de Noruega.

d. Daly (1914) basado en una mezcla promedio 1:1 de granitos y basaltos.

e. Poldervaart (1955), basado sobre el promedio regiones de fajas plegadas jóvenes y escudos continentales.

f. Ronov & Yaroshevsky (1976), basado sobre un modelo detallado similar al de Poldervaart (1955).

g. Taylor & McLennan (1985, tabla 3.4 N°10) basado sobre un 75% de corteza Arqueana y 25% de corteza andesítica.

(\*) Fe total estimado como FeO

Fuente: Parker (1976); Taylor & McLennan (1985)