

FACULTAD DE INGENIERÍA UNCUYO	AGUAS SUBTERRÁNEAS	
4º AÑO INGENIERÍA EN PETRÓLEOS	ACTIVIDAD UNIDAD 4	HOJA Nº 1 DE 9 HOJAS

Guía Didáctica de la Actividad 4

Se espera que a través de esta actividad puedas:

- Transformar unidades de masa a carga eléctrica.
- Interpretar los datos químicos con distintos métodos.
- Distinguir entre distintos tipos de agua.
- Distinguir entre los parámetros que intervienen en los métodos más comunes de vulnerabilidad de acuíferos.
- Aplicar métodos de vulnerabilidad

Esta actividad comprende los siguientes temas:

- Análisis químicos.
- Análisis de aniones y cationes mayoritarios.
- Distintas representaciones de los datos de los aniones y cationes mayoritarios y determinación de la tipología del agua.

Ejercicio 1:

De los distintos protocolos entregados por laboratorios extraer los datos de los aniones y cationes mayoritarios. Pasar todas las unidades de mg/l a meq/l y calcular las respectivas proporciones relativas en meq/l. Calcular el error de cada análisis para saber si son o no representativos los datos. Representar los datos en Diagramas de Piper e identificar qué tipología de agua corresponde a cada uno.

Recuerda que para transformar de mg/l (unidad de masa) a meq/l (carga eléctrica) los factores de conversión son:

CATIONES (mg/l)	Factor conversión a meq/l	ANIONES (mg/l)	Factor conversión a meq/l
Calcio	0,0499	Sulfato	0,02082
Sodio	0,0435	Cloruro	0,0282
Magnesio	0,08224	Carbonato	0,03333
Potasio	0,02558	Bicarbonato	0,01639
		Nitratos	0,01613

El error se calcula por la siguiente fórmula:

$$\text{error (\%)} = 200 \frac{\Sigma_{\text{cat}} - \Sigma_{\text{an}}}{\Sigma_{\text{cat}} + \Sigma_{\text{an}}}$$

Además los valores de los errores según la Conductividad eléctrica (µS/cm)

Conductividad µS/cm	50	200	500	2000	>2000
Error admisible %	30	10	8	4	4

FACULTAD DE INGENIERÍA UNCUYO	AGUAS SUBTERRÁNEAS	
4º AÑO INGENIERÍA EN PETRÓLEOS	ACTIVIDAD UNIDAD 4	HOJA Nº 2 DE 9 HOJAS

LABORATORIO QUIMICO

ANALISIS DE AGUAS

VICENTE ASSENZA - QUIMICO INDUSTRIAL
San Juan de Dios 1647 - Darrego - Mendoza

Nº
INTERESADO
PROCEDENCIA BUENOS AIRES
MATERIAL AGUA PROF:

Aspecto CLARA Color INCOLORA
Gusto INSIPIDA Olor INODORA

Conductividad Eléctrica actual (Micromhos/cm a 25° C) 151, -
Residuo Seco en partes por millón 254, -
Relación Absorción Sodio (RAS) -----
PH 7,60, - Coeficiente Alcalí (CA) ----- Índice Kelley (IK) -----

	Grados Franceses	Co, C, (ppm)
DUREZA TOTAL	137	137
DUREZA TEMPORARIA	6,5	65
DUREZA PERMANENTE	7,2	72

CATIONES			ANIONES		
	Meq./l	pp.m.		Meq./l	pp.m.
Calcio (Ca)	41,5	Carbonatos (CO3)	.....	Negat.
Magnesio (Mg)	8,2	Bicarbonatos (HCO3)	.....	79,3
Sodio (Na)	39,1	Cloruros (CL)	.....	17,7
Potasio (K)	1,3	Sulfatos (SO4)	.....	127,5
Bario (Ba)	Nitratos (NO3)	.....	0,03
Estroncio (Sr)	Boro (B)	.....	.....
Plomo (Pb)	Fluor (F)	.....	1,05
Cobre (Cu)	Arsénico (As)	.....	Negat.
Estaño (Sn)	Amoníaco (NH3)	.....	Negat.
Manganeso (Mn)			
Zinc (Zn)			
Hierro (Fe)	0,03			

CONCLUSIONES:

NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR LA TOMA DE LA MUESTRA

Mendoza Octubre 13 de 1992. -

FACULTAD DE INGENIERÍA UNCUYO	AGUAS SUBTERRÁNEAS	
4º AÑO INGENIERÍA EN PETRÓLEOS	ACTIVIDAD UNIDAD 4	HOJA Nº 3 DE 9 HOJAS

LABORATORIO QUIMICO N°
ANALISIS DE AGUAS INTERESADO
VICENTE ASSENZA - QUIMICO INDUSTRIAL PROCEDENCIA
San Juan de Dios 1647 - Durazgo - Mendoza MATERIAL AGUA DE POZO PROF. PP2-5.- (5/12/94)
7,30 Hs.-

Aspecto CLARA Color INCOLORA
Gusto INSIPIDA Olor INODORA

Conductividad Eléctrica actual (Micromhos/cm a 25° C) 1569.-
Residuo Seco en partes por millón 1418 a 105°C y 1130 a 180°C.-
Relación Absorción Sodio (RAS)
PH 7,10.- Coeficiente Alcali (CA) Índice Kelley (IK)

	Grados Franceses	Co ₂ Ca (ppm)
DUREZA TOTAL	<u>1305</u>	<u>135</u>
DUREZA TEMPORARIA	<u>590</u>	<u>594</u>
DUREZA PERMANENTE	<u>0</u>	<u>000</u>

CATIONES			ANIONES		
	Meq./l	pp.m.		Meq./l	pp.m.
Calcio (Ca)	<u>19,0</u>	Carbonatos (CO3)	.....	<u>Ausencia</u>
Magnesio (Mg)	<u>21,4</u>	Bicarbonatos (HCO3)	.....	<u>720,0</u>
Sodio (Na)	<u>337,0</u>	Cloruros (CL)	.....	<u>77,9</u>
Potasio (K)	<u>7,6</u>	Sulfatos (SO4)	.....	<u>90,5</u>
Bario (Ba)	Nitratos (NO3)	.....	.....
Estroncio (Sr)	Boro (B)	.....	.....
Plomo (Pb)	Fluor (F)	.....	.....
Cobre (Cu)	Asénico (As)	.....	.....
Estañio (Sn)	Amoníaco (NH3)	.....	.....
Manganeso (Mn)	Alcalinidad total (CO3Ca)	.....	<u>590</u>
Zinc (Zn)			
Hierro (Fe)	<u>Ausencia</u>			

CONCLUSIONES:

NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR LA TOMA DE LA MUESTRA

Mendoza Diciembre 10 de 1994.-

VICENTE ASSENZA
Químico Industrial

FACULTAD DE INGENIERÍA UNCUYO	AGUAS SUBTERRÁNEAS	
4º AÑO INGENIERÍA EN PETRÓLEOS	ACTIVIDAD UNIDAD 4	HOJA Nº 4 DE 9 HOJAS

LABORATORIO QUIMICO
ANALISIS DE AGUAS
VICENTE ASSENZA QUIMICO INDUSTRIAL
San Juan de Dios 1547 - Donago Mendoza

Nº
INTERESADO
PROCEDENCIA
MATERIAL AGUA DE POZO PROF 12 (18/11/94) (9, DOM)

Aspecto CLARA Color INCOLORA
Gusto INSIPIDA Olor INODORA

Conductividad Eléctrica actual (Micromhos/cm a 25° C) 1759
Residuo Seco en partes por millón: 1450 a 105 y 1280 a 180°D
Relación Absorción Sodio (RAS)
PH 7,10 Coeficiente Alcali (CA) Índice Kelley (IK)

	Grados Franceses		Co, Ca (ppm)	
DUREZA TOTAL	140		140	
DUREZA TEMPORARIA	58		562	
DUREZA PERMANENTE	82		80	

CATIONES				ANIONES			
	Meq./l	pp.m.		Meq./l	pp.m.		pp.m.
Calcio (Ca)	19,0	Carbonatos (CO3)	.....	Ausencia		
Magnesio (Mg)	22,5	Bicarbonatos (HCO3)	.....	686,0		
Sodio (Na)	357,0	Cloruros (CL)	.....	124,0		
Potasio (K)	7,6	Sulfatos (SO4)	.....	165,0		
Bario (Ba)	Nitratos (NO3)	.....	.....
Estroncio (Sr)	Boro (B)	.....	.....
Plomo (Pb)	Fluor (F)	.....	.....
Cobre (Cu)	Arsénico (As)	.....	.....
Estaño (Sn)	Amoníaco (NH3)	.....	.....
Manganeso (Mn)	Alcalinidad total (CO3Ca)	.....	562,0		
Zinc (Zn)		
Hierro (Fe)	Ausente		.....	.....

CONCLUSIONES:

NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR LA TOMA DE LA MUESTRA

Mendoza Noviembre 20 de 1994

VICENTE ASSENZA
Químico Industrial

FACULTAD DE INGENIERÍA UNCUYO	AGUAS SUBTERRÁNEAS	
4º AÑO INGENIERÍA EN PETRÓLEOS	ACTIVIDAD UNIDAD 4	HOJA Nº 5 DE 9 HOJAS

LABORATORIO QUIMICO
ANALISIS DE AGUAS
VICENTE ASSENZA QUIMICO INDUSTRIAL
San Juan de Dios 1847 - Dorrego - Mendoza

Nº
INTERESADO
PROCEDENCIA
MATERIAL AGUA DE POZO PROF. Muestra PPL-1

Aspecto Turbia Color Incolore
Gusto Insípida Olor Inodora

Conductividad Eléctrica actual (Micromhos/cm a 25° C) 1440
Residuo Seco en partes por millón a 105°C = 1285 a 180°C = 1040
Relación Absorción Sodio (RAS)
PH 7,20 Coeficiente Alcali (CA) Índice Kelley (IK)

	Grados Franceses	Co ₃ Ca (ppm)
DUREZA TOTAL	<u>11°5</u>	<u>115</u>
DUREZA TEMPORARIA	<u>59°4</u>	<u>594</u>
DUREZA PERMANENTE	<u>0°0</u>	<u>000</u>

CATIONES			ANIONES		
	Meq./l	pp.m.		Meq./l	pp.m.
Calcio (Ca)	<u>14,7</u>	Carbonatos (CO3)	.....	<u>Ausencia</u>
Magnesio (Mg)	<u>19,0</u>	Bicarbonatos (HCO3)	.....	<u>720,0</u>
Sodio (Na)	<u>313,0</u>	Cloruros (CL)	.....	<u>56,0</u>
Potasio (K)	<u>7,2</u>	Sulfatos (SO4)	.....	<u>127,0</u>
Bario (Ba)	Nitratos (NO3)	.....	.....
Estroncio (Sr)	Boro (B)	.....	.....
Plomo (Pb)	Fluor (F)	.....	.....
Cobre (Cu)	Arsénico (As)	.....	.....
Estaño (Sn)	Amoniaco (NH3)	.....	.....
Manganeso (Mn)	Alcalinidad total	.....	<u>590,0</u>
Zinc (Zn)			
Hierro (Fe)	<u>Ausencia</u>			

CONCLUSIONES: Muestra de agua de mineralización Mediana
Similar a la muestra N°1, menos salinizada,

NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR LA TOMA DE LA MUESTRA

Mendoza Noviembre 7 de 1994

VICENTE ASSENZA
Químico Industrial

FACULTAD DE INGENIERÍA UNCUYO	AGUAS SUBTERRÁNEAS	
4º AÑO INGENIERÍA EN PETRÓLEOS	ACTIVIDAD UNIDAD 4	HOJA Nº 6 DE 9 HOJAS

LABORATORIO QUIMICO
ANALISIS DE AGUAS

Vicente Assenza-Químico Industrial
Cn. Juan de Dios 1547-Dorego-Mza.-7114646

Nº INTERESADO: _____
 PROCEDENCIA: TUPUNGATO
 MATERIAL: AGUA DE POZO

Aspecto: ALGO TURBIA Color: INCOLORA
 Gusto: INSIPIDA Olor: INODORA

Conductividad Eléctrica Actual (Micromhos/cm a 25° C): 540.-
 Residuo Seco (ppm): 490.- Relación Absorción Sodio (RAS): 1,22.-
 PH: 7,80.- Coeficiente Alcalí (CA): 71,18.- Índice Kelley (IK): 2,30.-

	Grados Franceses		CO3 Ca (ppm)	
DUREZA TOTAL	21°1		231	
DUREZA TEMPORARIA	12°7		127	
DUREZA PERMANENTE	10°4		104	

CATIONES			ANIONES		
	Meq/l	pp.m.		Meq/l	pp.m.
Calcio (Ca)		69,0	Carbonatos (CO3)	---	Ata.-
Magnesio (Mg)		14,0	Bicarbonatos (HCO3)		155,0
Sodio (Na)		45,1	Cloruros (Cl)		18,0
Potasio (K)		2,30	Sulfatos (SO4)		172
Bario (Ba)	---	---	Nitratos (NO3)	---	---
Estroncio (Sr)	---	---	Boro (B)	---	---
Plomo (Pb)	---	---	Fluor (F)	---	---
Cobre (Cu)	---	---	Arsénico (As)	---	---
Estaño (Sn)	---	---	Amoníaco (NH3)	---	Ata.-
Manganeso (Mn)	---	---			
Zinc (Zn)	---	---			
Hierro (Fe)	---	Ata.-			

CONCLUSIONES:
 Muestra de agua de pozo de mineralización baja. -
 Clasificación Riverside: C3S1.-
 Peligrosidad sódica: baja.-
 De buena aptitud de riego.-
 Químicamente es apta para bebida.-

NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR LA TOMA DE LA MUESTRA.

VENCIDA: Agosto 03 de 1999

VICENTE ASSENZA
QUIMICO INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERÍA UNCUYO	AGUAS SUBTERRÁNEAS	
4º AÑO INGENIERÍA EN PETRÓLEOS	ACTIVIDAD UNIDAD 4	HOJA Nº 7 DE 9 HOJAS



GOBIERNO DE MENDOZA
MINISTERIO DE ECONOMÍA
DIRECCION DE INFRAESTRUCTURA
INDUSTRIAL
DPTO. LABORATORIOS

Análisis de Agua de

Mendoza, 14 de febrero de 1978

Nº _____

Muestra Nº _____

Solicitante _____

Procedencia _____

Profundidad _____ Cultivos _____

RESULTADOS GENERALES

Conductividad eléctrica actual (Micromhos/cm. a 25°C)	333
Conductividad eléctrica efectiva (Micromhos/cm. a 25°C)	
Residuo seco en partes por millón	
Relación adsorción sodio (RAS)	
Relación adsorción sodio potencial (RASP)	

COMPOSICION IONICA

CATIONES	meq/l	ppm	ppm
Calcio (Ca)		40,00	Total de iones 255,73 DUREZA Grados fr. Total 14,50 Temporal 10,00 Permanente 4,50
Magnesio (Mg)		109,4	
Sodio (Na)		13,80	
Potasio (K)		0,53	
Carbonato (CO ₃)		0,00	
Bicarbonato (HCO ₃)		122,00	
Cloruro (Cl)		17,20	
Sulfato (SO ₄)		32,80	
Nitrato (NO ₃)		1,60	
Boro (B)			

CALIFICACION

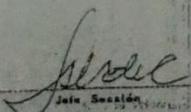
Según diagrama Riverside-Thorne-Peterson _____

Según Clasificación Regional _____

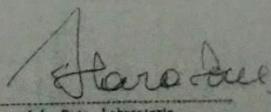
INDICACIONES



Analista



Jefe Sección



Jefe Dpto. Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA UNCUYO	AGUAS SUBTERRÁNEAS	
4º AÑO INGENIERÍA EN PETRÓLEOS	ACTIVIDAD UNIDAD 4	HOJA Nº 8 DE 9 HOJAS

Ejercicio 2:

Con los siguientes datos, correspondientes al Valle de Uspallata

Cuadro Nro.8.- Datos químicos y físico-químicos del Valle de Uspallata. Fecha de muestreo: marzo de 1993.

Nro. Orden	Identificación de la fuente	Caudal m ³ /seg	pH	Sol.Dis. mg/l	Cond.Elec. umho/cm	Dureza en mg/lCaCO ₃		Iones Principales en mg/l							
						Total	Perman.	Ca	Mg	Na	K	Cl	CO ₃	HCO ₃	SO ₄
1	A. San Alberto	1.688	7.7	146	247	109	52	35	5.3	6.6	0.6	3.0	0.0	69	55
2	A. del Chiquero	0.522	7.9	71	125	58	8	21	1.3	2.5	0.4	2.0	0.0	61	7.6
3	A.del Tambillo	0.737	7.8	111	189	88	31	31	2.6	2.8	0.6	4.0	0.0	69	29
4	A. Uspallata antes A San Alberto	0.153	7.5	222	367	145	22	50	5.1	16	1.8	4.0	0.0	150	54
5	A. Uspallata antes unión río Mendoza(1)	0.372	7.5	464	728	297	161	104	0.4	32	1.8	20.0	0.0	166	101
6	A. Uspallata antes unión río Mendoza(2)	1.866	7.6	307	492	193	70	67	6.4	25	1.3	18.0	0.0	150	103
7	Pozo Nro.18 Caligoli,J.		7.0	326	523	171	2	63	3.2	43	7.8	0.6	0.0	206	70
8	Pozo Nro.25 Aguilar,C.		7.2	271	423	168	0	60	4.2	30	2.1	5.0	0.0	104	56
9	Pozo Nro.26 Gonzalez,A.		7.3	563	898	350	18	130	8.4	63	1.5	13.0	0.0	416	123
10	Pozo Nro.34 Campillay,A.		7.5	515	806	340	31	123	7.9	45	7.9	14.0	0.0	376	101
11	Pozo Nro.16 O.S.M.S.E.		8.0	224	290	111	19	38	3.9	17	1.0	8.3	0.0	112	44

(1) Brazo izquierdo

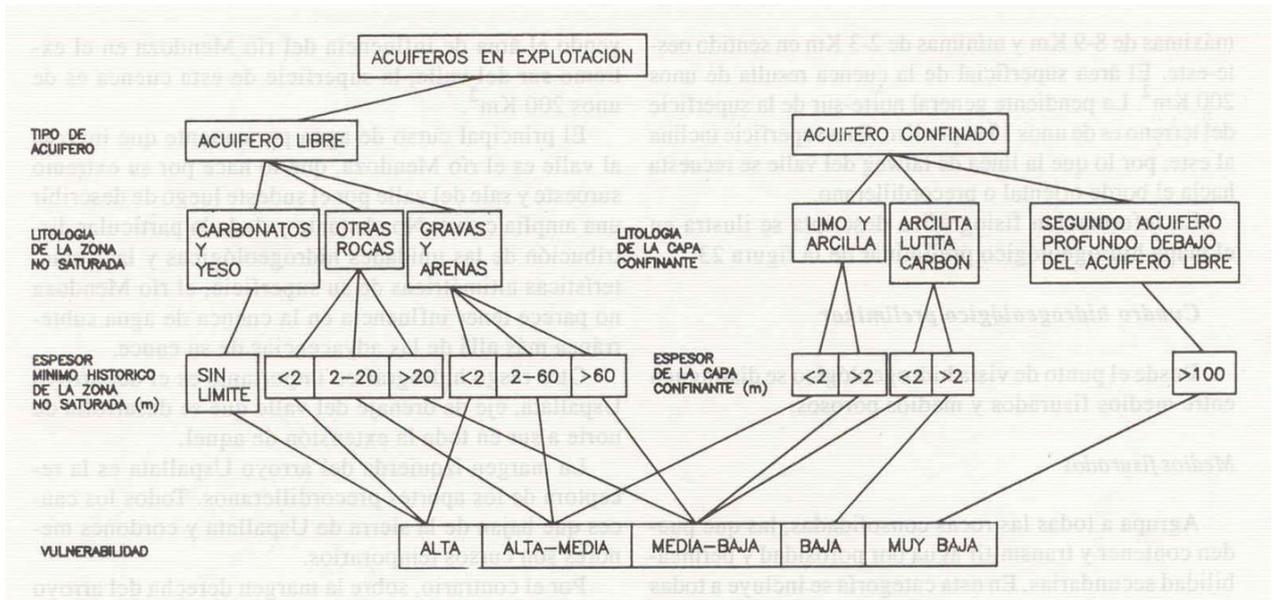
(2) Brazo derecho

- Calcular las proporciones relativas en miliequivalentes por litro.
- Representar los datos analíticos en el Diagrama de Schoeller –Berkaloff.
- Representar en diagramas columnares los datos de meq/l. En una columna los datos correspondientes a los cationes (Ca, Mg y Na), y en otra limítrofe a la anterior los aniones (HCO₃, SO₄, Cl). Determinar qué tipo de agua sería por esta representación.
- Representar los datos analíticos (%meq/l) en el Diagrama de Piper.

Ejercicio 3:

Determinar una aproximación del grado de vulnerabilidad relativa a la contaminación de un acuífero, usando el siguiente cuadro de vulnerabilidad para las siguientes alternativas:

FACULTAD DE INGENIERÍA UNCUYO	AGUAS SUBTERRÁNEAS	
4º AÑO INGENIERÍA EN PETRÓLEOS	ACTIVIDAD UNIDAD 4	HOJA Nº 9 DE 9 HOJAS



- Cuáles son los valores de importancia en una evaluación de vulnerabilidad relativa y cuál sería la información necesaria que se debería disponer de una región para aplicar dicho criterio.
- Aplicar el concepto a un acuífero libre, cuya litología de la zona no saturada corresponde a gravas y el espesor de dicha zona corresponde a 30 metros.
- Aplicar el concepto a un acuífero confinado, con una capa confinante de arcilla de limo y arcilla de 1,90 m de espesor.