

356

CONSEJO FEDERAL
DE INVERSIONES

UNITED NATIONS
DEVELOPMENT PROGRAMME

PLAN AGUA SUBTERRANEA

CARACTERISTICAS QUIMICAS
DEL AGUA SUBTERRANEA
DE LA CUENCA RIO TUNUYAN

por **alberto ortiz maldonado**

REPUBLICA ARGENTINA
SAN JUAN
1970

11528

CATALOGADO

356

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS

PARA EL DESARROLLO



PLAN AGUA SUBTERRANEA

CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUA SUBTERRANEA

DE LA CUENCA RIO TUNUYAN

por

Alberto Ortíz Maldonado

Ingeniero Agrónomo

(ARGENTINA)

Este informe se eleva al Consejo Federal de Inversiones previo a su aprobación por las Naciones Unidas o por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y por lo tanto no representa necesariamente los puntos de vista de estas organizaciones.

DICIEMBRE 1969

Impreso en Argentina - Printed in Argentine

Hecho el depósito que marca la Ley 11.723

(c) 1970 CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Alsina 1401 Buenos Aires República Argentina

I N D I C E

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA PARA RIEGO DE LA ZONA CARRIZAL - TUNUYAN	2
II.1. Peligrosidad salina y sódica	2
II.2. Carbonato de Sodio Residual	4
II.3. Peligrosidad de Boro	5
II.4. Conclusiones	5
III. DIFERENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES RELATIVAS DE LOS IONES ENTRE EL ACUIFERO SEMICONFINADO, EL LIBRE Y EL RIO MENDOZA	8
3.1.- Variación en la composición química porcentual.	8
3.2.- Comparación de la composición química porcentual promedio	9
3.3.- Concentraciones máximas, mínimas y promedio	9
IV. PLANO DE SOLIDOS DISUELTOS A 180°C	11
4.1.- Material y Método	11
4.2.- Comentarios	11
V. PLANO DE TEMPERATURAS	14
5.1.- Material y Método	14
5.2.- Comentario	14
5.3.- Plano de temperatura referido a 100 m. de profundidad	15
5.4.- Análisis comparativo de los planos V.a y V.b	15
VI. PLANO DE SULFATOS	16
6.1.- Comentario	16
BIBLIOGRAFIA	18

CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUA SUBTERRANEA DE LA
CUENCA RIO TUNUYAN ZONA CARRIZAL-TUNUYAN

I. Introducción

Sobre la base de 84 análisis químicos ejecutados por el laboratorio del Plan Agua Subterránea, se ha hecho la presente interpretación de las características químicas del agua subterránea de la cuenca denominada "Río Tunuyán", ubicada al sur del río Mendoza, en el Departamento de Luján, provincia de Mendoza.

Esta cuenca abarca una superficie total de 72.300 has., de las cuales 22.700 has. están cultivadas bajo riego. Las aguas subterráneas suplementan el riego de 9.780 has servidas por el río Mendoza y riegan en forma exclusiva 12.920 has para lo cual existen en la zona 431 perforaciones.

Los análisis con que se ha trabajado cuentan con las siguientes determinaciones. En campo: temperatura, ph y conductividad eléctrica a 25°C. En laboratorio: SiO_2 , Fe, Mn, Ca, Mg, Na, K, CO_3 , HCO_3 , SO_4 , Cl, F, NO_3 , B, residuo de evaporación a 180°C. Dureza total en CO_3 Ca total, alcalinidad total en HCO_3 , conductividad específica, ph. Cálculos: sólidos disueltos, anhídrido carbónico libre, relación adsorción sodio, carbonato de sodio residual y por ciento de sodio soluble.

II. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA DE LA ZONA CARRIZAL-TUNUYAN

Son muchas las clasificaciones de calidad de agua para riego que han sido publicadas.

Todas coinciden en que para expedirse sobre la aptitud para el riego de un agua determinada es necesario conocer no sólo la composición química del agua, sino también las características fisicoquímicas del suelo y la sensibilidad a las sales del cultivo a regar.

La interacción de estos tres factores mencionados se refleja en el rendimiento del cultivo, de ahí que también interviene un cuarto factor; el económico, que es función del precio de venta de la cosecha y por ende de difícil determinación debido a su carácter fluctuante. Esta es la razón por la cual los autores agrupan las aguas y los cultivos en forma imprecisa (buenas, aceptables, mediocres, malas, salinidad baja, media, alta, etc... cultivos sensibles, medianamente tolerantes, tolerantes, etc.).

El Plan de Agua Subterránea, ha adoptado la clasificación expuesta en el trabajo titulado "Calidad del agua para riego. Su clasificación", la que usa en parte la clasificación de Riverside modificado por Thorne y Peterson, además del sistema propuesto por R. Flannery y modificado por P. Lhon (4) Gráfico II.a.

El encuadre dentro de la clasificación mencionada de 84 análisis de agua de la zona Carrizal-Tunuyán es el que sigue.

II.1.- Peligrosidad Salina y Sódica

La peligrosidad salina da una idea de la magnitud del trabajo que deberá desarrollar la planta para absorber el agua desde la solución del suelo, pues el agua cuanto más salina desarrolla una mayor succión osmótica.

La peligrosidad sódica da una idea del riesgo que se corre de deteriorar la estructura del suelo, (dificultándose con ello la infiltración y movimiento del agua en el suelo, la aereación y la nutrición de las plantas al elevarse el ph), cuando se riega con aguas de elevada concentración de Na^+ respecto a Ca^{++} y Mg^{++} , pues el grado en que el Na^+ participa en el complejo de intercambio del suelo está determinado por las relaciones de concentración parcial y total con esos cationes.

La tabla que corre a continuación detalla la distribución de las clases de aguas encontradas respecto a peligrosidad salina y sódica, conforme al diagrama de Riverside.

TABLA I

$C_2 S_1$	= 4	Casos
$C_2 S_2$	= 0	Casos
$C_3 S_1$	= 73	Casos
$C_3 S_2$	= 3	Casos
$C_4 S_1$	= 2	Casos
$C_4 S_2$	= 1	Casos
$C_5 S_4$	= 1	Casos

El mayor grado de peligrosidad sódica encontrado es S_4 en una escala que llega hasta S_5 , pero pertenece a una perforación construída en el terciario, propiamente en el anticlinal Lunlunta-Barrancas-Carri-zal, para abastecer un loteo en las futuras márgenes de embalse "El Carri-zal". Luego la peligrosidad sódica baja a S_2 con 4 casos pertenecien-tes a perforaciones ubicadas cerca del límite sur de la cuenca donde el terciario se acerca a la superficie. Por último hay 79 casos clasifica-

dos como S_1 .

Por lo expuesto se desprende que no existe peligrosidad sódica dentro del área explotada actualmente con agua subterránea.

Respecto a peligrosidad salina la mayor concentración C_5 pertenece a la perforación ubicada en el anticlinal Lunlunta-Barrancas-Carrizal. Luego siguen cuatro casos clasificados como C_4 , 76 casos con C_3 y cuatro casos con C_2 .

Como se observara, la gran mayoría pertenece a C_3 lo cual se estima que no es una concentración elevada debido a que el agua del río Mendoza pertenece a esa categoría.

Respecto a los casos clasificados con C_2 (menor concentración que la del río Mendoza), se hacen algunas consideraciones en el punto IV.

II.2.- Carbonato de Sodio Residual

El bicarbonato de Sodio, degrada el suelo y a la vez tiene efecto tóxico en las plantas.

El C.S.R. es un índice de peligrosidad sódica ideado por Eaton (1950), aplicable a aguas ricas en iones bicarbonatos respecto al calcio más magnesio, pues estos cationes tienden a precipitar como carbonatos a medida que se concentra la solución del suelo, quedando en solución bicarbonato de sodio, su expresión es la siguiente:

$$C.S.R. = (CO_3^{=} + HCO_3^{-}) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

La totalidad de los análisis de la zona Carrizal-Tunuyán arrojan un valor negativo por cuanto no existe el peligro mencionado. Por consiguiente la clasificación respecto al C.S.R., es clase I.

II.3.- Peligrosidad de Boro

El boro es un ion que en concentraciones relativamente bajas es tóxico para los vegetales.

Los 84 análisis considerados arrojan para peligrosidad bórica la siguiente distribución:

a) Plantas sensibles

Clase I = 56

Clase II = 18

b) Plantas semitolerantes

Clase I = 84

Clase II = 0

Cabe señalar que todos los cultivos practicados en la zona estan dentro de la clasificación de semitolerantes, por cuanto en la actualidad la clasificación de esta agua es clase I respecto al Boro.

II.4.- Conclusiones

Conforme a la clasificación de calidad de agua seguida en este informe la característica más desfavorable determina la clase. En la zona estudiada la característica más desfavorable la da en todos los casos la Peligrosidad Salina (ver Tabla I), pues respecto a C.S.R. y Boro las aguas pertenecen a la clase I.

El agua subterránea de la mayor parte de la zona pertenece por su Peligrosidad Salina a la clase III, lo cual se estima que no es una concentración elevada debido a que el agua del Río Mendoza pertenece a esa categoría y con ella se mantienen cultivos desde hace más de 200 años.

El plano IV de Sólidos Disueltos, ilustra sobre la distribución

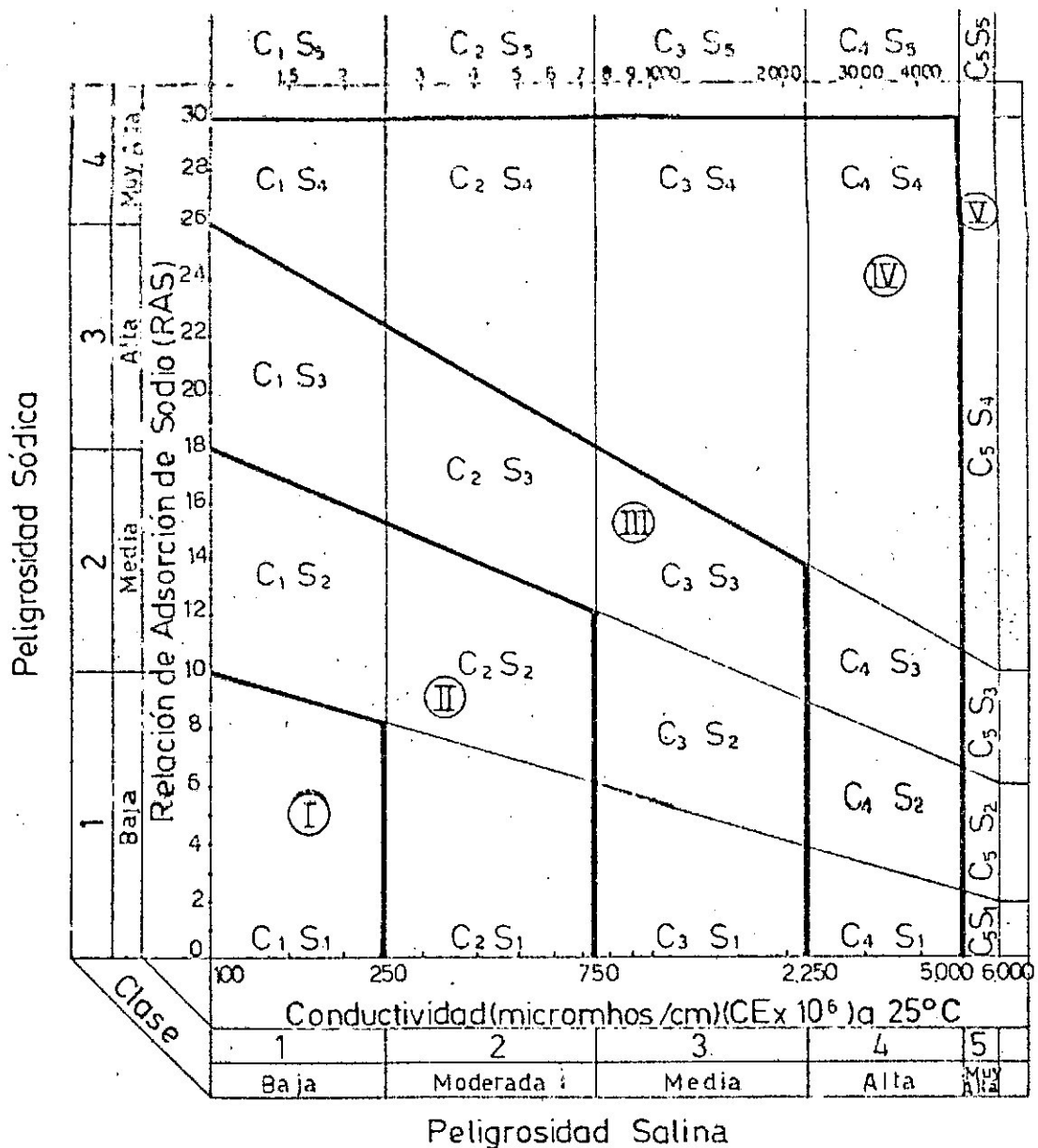
de la salinidad del agua en el área estudiada. Se considera como zona marginal la determinada por las curvas de 1.000 mgr/l .

Se destaca que la calidad desmejora en las proximidades de los límites de la cuenca, o sea, a medida que el terciario se acerca a la su perficie.

En la página siguiente corre el gráfico II.a., que es el resumen de la clasificación de calidad de aguas para riego seguida.

Diagrama del Laboratorio de Salinidad de Riverside modificado por Thorne y Peterson

Referencia Manual de agricultura Nº 60 Dept. de Agricultura de E.E.UU.



Clasificación de R. Flannery (1967), modificada por P. Lohn (1969).

Clase	Aptitud	Peligrosidad salina - Peligrosidad sódica C _i - S _i	C. S. R. (me/l)	Boro (mg/l)		
				Plantas		
				S	ST	T
I	Excelente	C ₁ -S ₁	menos de 0.63	menos de 0.33	menos de 0.67	menos de 1.00
II	Buena	C ₁ -S ₂ , C ₂ -S ₁ , C ₂ -S ₂	0.63 - 1.25	0.33 - 0.67	0.67 - 1.33	1.00 - 2.00
III	Buena a regular	C ₁ -S ₃ , C ₂ -S ₃ , C ₃ -S ₁ , C ₃ -S ₂ , C ₃ -S ₃	1.25 - 1.88	0.67 - 1.00	1.33 - 2.00	2.00 - 3.00
IV	Regular a mala	C ₁ -S ₄ , C ₂ -S ₄ , C ₃ -S ₄ , C ₄ -S ₁ , C ₄ -S ₂ , C ₄ -S ₃ , C ₄ -S ₄	1.88 - 2.50	1.00 - 1.25	2.00 - 2.50	3.00 - 3.75
V	Inutil	CE > 5000 micromhos/cm. RAS > 30 SD > 3650 mg/l.	más de 2.50	más de 1.25	más de 2.50	más de 3.75

La característica más desfavorable determina la clase. Para tener en cuenta los límites de concentración para el boro hay que considerar la tolerancia de las plantas...

Límites sugeridos para clasificar un agua para riego.

III.- DIFERENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES RELATIVAS DE LOS IONES ENTRE EL ACUIFERO SEMICONFINADO, EL LIBRE Y EL RIO MENDOZA

3.1.- Variación en la composición química porcentual

En la zona estudiada existen dos acuíferos bien diferenciados; uno libre, cuyos límites son al norte el río Mendoza y al sur el cauce superior del Arroyo Carrizal. Y otro semiconfinado cuyos límites son al norte el acuífero libre y al sur el propio límite de la cuenca.

La composición química del agua de estos acuíferos presenta diferencias en cuanto a las concentraciones relativas de sus iones. Se estima que estas diferencias pueden ser debidas a la distinta porosidad que poseen dichos acuíferos, que determina un contacto más íntimo del agua en el acuífero semiconfinado conjuntamente con un mayor tiempo de contacto.

Se han ubicado en el diagrama de Durov, modificado, 82 análisis de agua y se ha podido deducir que el agua del acuífero libre tiene respecto a la del semiconfinado la siguiente composición porcentual:

Mayor porcentaje de concentración de	Mg ⁺⁺
Mayor porcentaje de concentración de	Na ⁺⁺
Mayor porcentaje de concentración de	Ca ⁺⁺
Mayor porcentaje de concentración de	CO ⁼
Igual porcentaje de concentración de	Cl ³
Mayor porcentaje de concentración de	SO ⁼ ₄

En el gráfico III se puede observar la ubicación de las aguas de los acuíferos libre y semiconfinado en el gráfico de Durov.

3.2.- Comparación de la composición química porcentual promedio

Las variaciones en la composición química porcentual existente entre las aguas del río Mendoza, acuífero libre y acuífero semiconfinado se pueden observar en el cuadro siguiente fruto del promedio de los análisis disponibles para cada caso.

<u>Iones en %</u>	<u>Río</u>	<u>Libre</u>	<u>Semiconfinado</u>
Ca ⁺⁺	30,63	29,34	24,39
Mg ⁺⁺	5,99	7,20	4,98
Na ⁺ + K ⁺	13,23	13,46	20,88
HCO ₃ ⁻	8,55	11,04	5,61
SO ₄ ⁻	30,62	29,27	33,15
Cl ⁻	10,84	9,20	10,94
	99,66	99,51	99,95

3.3.- Concentraciones máximas, mínimas y promedio

El cuadro que sigue ilustra sobre las concentraciones máximas, mínimas y promedio expresados en m.e./l en el río, en el acuífero libre y en el acuífero semiconfinado. Cabe señalar que para la confección de este cuadro se ha excluido el análisis del pozo construido en el anticlinal Lunlunta - Barrancas - Carrizal.-

	ACUIFERO LIBRE				ACUIFERO S. CONFINADO				RIO MENDOZA			
	Max.	Min.	Prom.		Max.	Min.	Prom.		Max.	Min.	Prom.	
Ca ⁺⁺	15,77	4,59	9,62		22,41	2,79	6,94		6,19	4,89	5,62	
Mg ⁺⁺	6,17	0,90	2,48		4,61	0,49	1,42		1,56	0,90	1,12	
Na ⁺	7,57	1,83	3,91		11,40	2,18	5,29		3,78	1,30	2,53	
K ⁺	0,23	0,07	0,14		0,24	0,07	0,13		0,09	0,05	0,07	
HCO ₃ ⁻	5,51	1,38	3,49		2,28	0,34	1,37		1,79	1,31	1,58	
SO ₄ ⁻	16,97	4,62	9,58		17,05	4,54	8,89		6,48	4,60	5,66	
Cl ⁻	6,86	1,47	2,94		15,63	1,38	3,34		3,16	1,16	2,13	
S.D. Cal- culado	1650	485	1019		2130	482	900		720	465	596	