

TOMO XLVI

1943

Núm. 1

15 B

9/11/74

XXX  
4



# Anales

DE LA

ASOCIACION DE QUIMICA Y  
FARMACIA DEL URUGUAY

(REVISTA)



DIRECCION Y ADMINISTRACION  
Avda AGRACIADA 1464 (Piso 14)  
MONTEVIDEO (Uruguay)

ANALES DE LA ASOCIACION  
DE  
QUIMICA Y FARMACIA DEL URUGUAY

---

---

**TRABAJOS CIENTIFICOS**

**«Contribución al estudio de las aguas de  
suministro público de la República O.  
del Uruguay»**

p o r

GERMAN FREIRE

Quím. Farmacéutico

**ESTUDIO DE LA DUREZA TOTAL Y DE LA ALCALINIDAD TOTAL  
DE LAS AGUAS DE LOS SERVICIOS EN EXPLOTACION Y SU  
RELACION CON LAS POBLACIONES SERVIDAS**

**RESUMEN**

En la actualidad existen en nuestro país 96 Servicios de suministro de agua potable, de los cuales 23 se aprovisionan en aguas superficiales y los 73 restantes lo hacen de aguas profundas.

Presento una relación entre la dureza y la alcalinidad de las aguas de los Servicios que están bajo nuestro contralor de potabilidad, desde el punto de vista higiénico-químico-bacteriológico.

Los datos consignados, reposan en las estadísticas que tenemos de nuestro trabajo diario, sobre un total de 3325 exámenes, que abarcan desde Junio de 1938 hasta Junio de 1942 .

Acompaño un mapa de la República, donde aparecen clasificadas: la ubicación e importancia numérica de las poblaciones que se abastecen y la notación que indica la dureza total y alcalinidad total expresados en p. p. m. de  $\text{CaCO}_3$ .

Aedmás, acompaño un cuadro donde aparecen los Servicios agrupados de acuerdo a la dureza del agua, formando cinco grupos, según el criterio predominante.

---

Trabajo presentado a las Sesiones Químicas Rioplatenses — 2ª Reunión, realizadas en el mes de Noviembre de 1942 en la ciudad de Buenos Aires, República Argentina; — por el Químico-Farmacéutico Germán Freire, Jefe del Laboratorio Químico de la Dirección de Saneamiento del Ministerio de Obras Públicas, República Oriental del Uruguay.

N. de R.: Este trabajo fué anunciado por el Ing. Agr. Dn. Gustavo Spangenberg en el 27º Congreso de la Federación Rural realizado en la ciudad de Fray Bentos en mayo de 1943.

En el gráfico adjunto, se ha relacionado el caudal elevado con la población servida y los distintos grupos hechos con respecto a la dureza.

## COMUNICACION

En el cuadro adjunto, se expresa el número de habitantes que consumen agua potable del servicio público, con distintos grados de dureza y alcalinidad. Se dan los promedios de esas determinaciones, teniendo en cuenta el número de análisis efectuados en cada fuente.

En algunos servicios, donde se da agua de mezcla, superficial y subterránea, por ejemplo: en las ciudades de Carmelo y San Ramón, esos promedios son función del porcentaje que aporta cada una de las fuentes. Allí es, donde se observan los máximos y mínimos más acentuados; pues dependen de las distintas proporciones con que se hizo la mezcla. Se han conseguido, por este medio, dos efectos: Primero, se resolvió el problema que exigía una ampliación del caudal de aprovisionamiento, y Segundo, se evitó el tratamiento correctivo.

El primer grupo, incluye a las poblaciones cuyos servicios suministran aguas con una dureza hasta 60 ppm. Estas aguas se consideran muy blandas, aptas especialmente para las industrias.

En el segundo grupo, están comprendidas las poblaciones que consumen aguas con durezas variables, entre 60 ppm. y 120 ppm. Las aguas de este grupo pueden considerarse blandas para el consumo público y moderadamente duras para usos industriales.

El tercer grupo, comprende a las poblaciones que disponen de aguas cuyas durezas varían entre 120 y 200 ppm. Estas aguas son consideradas medianamente duras.

El cuarto grupo, incluye a las poblaciones que se sirven de aguas con 200 a 300 ppm. de durezas. Estas aguas se consideran duras.

El quinto grupo, comprende a las aguas que tienen una dureza mayor de 300 ppm. Son aguas duras en exceso. En algunos casos se ha considerado el ablandamiento.

En el primer grupo encontramos a todos los Servicios del litoral, que se abastecen en el Río Uruguay, y Artigas que lo hace en el Río Cuareim.

En el segundo grupo figuran muchos Servicios de aguas subterráneas, entre ellos Punta del Este y Maldonado, que son poblaciones de real importancia. Sus aguas son moderadamente mineralizadas y muy puras desde el punto de vista químico-bacteriológico.

En el grupo tercero aparecen los Servicios de Carmelo y San Ramón, por ser aguas de mezcla, superficial y subterránea. También figura aquí el Servicio de Trinidad, que además de su mayor alcalinidad y dureza que las otras aguas presenta un índice de color elevado.

**REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY**  
**M.O.P. • DIRECCION DE SANEAMIENTO**

Distribución de los Servicios en funcionamiento en la República, clasificados de acuerdo a la dureza de sus aguas y al número de habitantes

Montevideo Noviembre de 1942

**DEFERENCIAS**

- GRUPO I - Mezclas entre 0 y 60
- GRUPO II " " 61 y 120
- GRUPO III " " 121 y 200
- GRUPO IV " " 201 y 300
- GRUPO V " " mayores a 300
- Aguas superficiales

- De 30.000 a 50.000 habitantes
- De 15.000 a 30.000
- De 10.000 a 15.000
- De 5.000 a 10.000
- De 2.500 a 5.000
- De 1.000 a 2.500
- De 500 a 1.000
- De 200 a 500
- Menos de 200

NOTA: El Servicio T. Parker (S. 500) sólo funciona cuando se le autoriza por el Concejo Municipal. Los servicios que no están indicados en el presente son de agua potable. Los datos fueron obtenidos de los planos de saneamiento y de los datos de los planos de saneamiento y de los datos de los planos de saneamiento.





**SERVICIOS DE AGUAS SUPERFICIALES**

**GRUPO I**

SERVICIO	GRUPO	Superficie (Ha)	Habitantes	Superficie (Ha)	Habitantes
COPIAPO	1	100	200	100	200
MAIPO	2	200	400	200	400
MAIPO VIEJO	3	300	600	300	600
MAIPO NUEVO	4	400	800	400	800
MAIPO VIEJO	5	500	1000	500	1000
MAIPO NUEVO	6	600	1200	600	1200
MAIPO VIEJO	7	700	1400	700	1400
MAIPO NUEVO	8	800	1600	800	1600
MAIPO VIEJO	9	900	1800	900	1800
MAIPO NUEVO	10	1000	2000	1000	2000
<b>TOTAL</b>		<b>5000</b>	<b>10000</b>	<b>5000</b>	<b>10000</b>

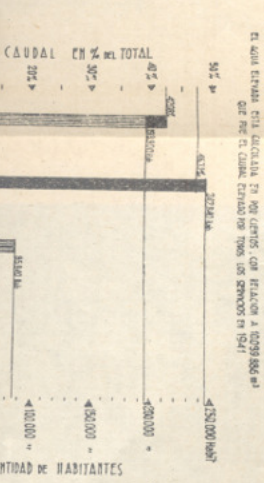
**SERVICIOS DE AGUAS SUPERFICIALES**

**GRUPO IV**

SERVICIO	GRUPO	Superficie (Ha)	Habitantes	Superficie (Ha)	Habitantes
MAIPO	1	100	200	100	200
MAIPO VIEJO	2	200	400	200	400
MAIPO NUEVO	3	300	600	300	600
MAIPO VIEJO	4	400	800	400	800
MAIPO NUEVO	5	500	1000	500	1000
MAIPO VIEJO	6	600	1200	600	1200
MAIPO NUEVO	7	700	1400	700	1400
MAIPO VIEJO	8	800	1600	800	1600
MAIPO NUEVO	9	900	1800	900	1800
MAIPO VIEJO	10	1000	2000	1000	2000
<b>TOTAL</b>		<b>5000</b>	<b>10000</b>	<b>5000</b>	<b>10000</b>

**CUANDO LOS SERVICIOS EN EXPROTACION CLASIFICADO EN 5 GRUPOS DE ACUERDO CON EL ACUERDO CON EL OMBEN CONCERENTE DE LA DUEZDA DE SUS AGUAS**

**GRAFICO DE DUEZAS, CAUDALES EN % Y HABITANTES**



NOTA: El Servicio T. Y TRES (S. José) debe ser considerado para el cálculo de los datos obtenidos por el laboratorio de la DUEZA. Los servicios que no se relacionan con el río de Maipo superior también se relacionan con el río de Maipo inferior. El caudal ponderado es de 100%.

con a la

s que os de adio cada

cial y amón, na de más a que ectos: l cau to co

os su e con

s que ppm. l con

en de as son

en de heran

dureza sos se

litoral, en el

subte blacio inerali ológico. y San también or alca e color

SERVICIOS DE AGUAS SUPERFICIALES

SERVICIO	DPTO	DUREZA (ppm de CaCO <sub>3</sub> )		ACUMULACIÓN (pendiente de CaCO <sub>3</sub> )		BOBADO (pendiente de CaCO <sub>3</sub> )		CANTIDAD DE AGUA	CANTIDAD DE HABITANTES
		MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA		
COLONIA	Soconusco	30	25	50	20	700	375	201	21
PLAYA VERDES	Soconusco	35	20	40	45	28	62	19,2	40
BARBENA	Soconusco	35	20	50	55	15	50	11,000	50
AVASTAPU	Soconusco	35	20	50	55	15	50	11,000	50
LA BELLA	Soconusco	45	30	60	65	10	40	4,000	21,4
COMITICHEN	Soconusco	45	30	50	55	10	40	4,000	21,4
ASTILLAS	Soconusco	45	30	50	55	10	40	4,000	21,4
DIJ BLANCO	Soconusco	55	40	60	65	10	40	4,000	21,4
TEHUACANETLAS	Soconusco	55	40	60	65	10	40	4,000	21,4
TERRERA Y TRES	Soconusco	55	40	60	65	10	40	4,000	21,4
BOCHMA	Soconusco	55	40	60	65	10	40	4,000	21,4
<b>TOTAL</b>						<b>85</b>	<b>335</b>	<b>335</b>	<b>27</b>

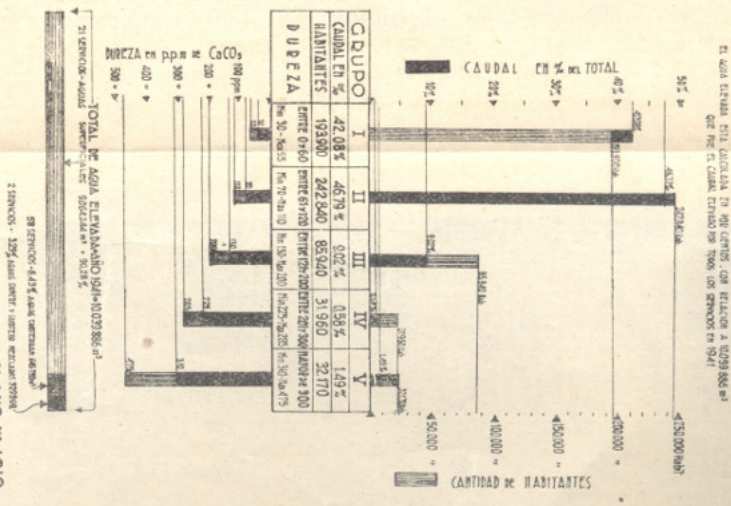
SERVICIO	DPTO	DUREZA (ppm de CaCO <sub>3</sub> )		ACUMULACIÓN (pendiente de CaCO <sub>3</sub> )		BOBADO (pendiente de CaCO <sub>3</sub> )		CANTIDAD DE AGUA	CANTIDAD DE HABITANTES
		MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA		
MARCO	Soconusco	180	50	440	325	240	40	3,000	156
FRANCO MEXICO	Soconusco	180	50	440	325	240	40	3,000	156
MAO LA TORRE	Soconusco	200	100	250	110	95	115	8,000	609
<b>TOTAL</b>								<b>14,000</b>	<b>821</b>

SERVICIO	DPTO	DUREZA (ppm de CaCO <sub>3</sub> )		ACUMULACIÓN (pendiente de CaCO <sub>3</sub> )		BOBADO (pendiente de CaCO <sub>3</sub> )		CANTIDAD DE AGUA	CANTIDAD DE HABITANTES
		MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA		
LAZ CAROLAS	Soconusco	510	310	725	270	570	300	5,000	31
ABONDO GARCIA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
GOBIERNO	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
J. E. ROJAS	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
LA BELLA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
LA BELLA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
LA BELLA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
LA BELLA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
LA BELLA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
<b>TOTAL</b>								<b>14,000</b>	<b>821</b>

SERVICIO	DPTO	DUREZA (ppm de CaCO <sub>3</sub> )		ACUMULACIÓN (pendiente de CaCO <sub>3</sub> )		BOBADO (pendiente de CaCO <sub>3</sub> )		CANTIDAD DE AGUA	CANTIDAD DE HABITANTES
		MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA		
LAZ CAROLAS	Soconusco	510	310	725	270	570	300	5,000	31
ABONDO GARCIA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
GOBIERNO	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
J. E. ROJAS	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
LA BELLA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
LA BELLA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
LA BELLA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
LA BELLA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
LA BELLA	Soconusco	325	200	400	275	280	200	2,000	107
<b>TOTAL</b>								<b>14,000</b>	<b>821</b>



Los Servicios clasificados en el grupo cuarto y quinto, se abastecen exclusivamente en aguas subterráneas.

Excluyendo a Lascano, Dolores, Rosario, Villa Sarandí y Sarandí del Yi, los demás Servicios pertenecen a poblaciones pequeñas.

Además, tenemos datos analíticos de las aguas de las siguientes localidades: Bella Unión, Palomas, Tiatucurá, El Tarugo, Bacacúa, Nuevo Berlín, Tres Arboles, San Javier, Agraciada, Cardona, Colonia Suiza, Juan Lacaze, Barker, Cufre, Riachuelo, Yaguary, Curtina, Piedra Sola, Isla Mala, Casupá, Fray Marcos, Chamizo, Goñi, Pintado, Reboledo, Cardal, La Floresta, Costa Azul, Margat, San Antonio, Piedra de Afilar, Progreso, Bifurcación, González, Tres Islas, Villa María Isabel, José Batlle y Ordóñez, Castillos, La Paloma, Fuerte de Santa Teresa, Velázquez, Garzón, Las Flores, San Rafael y Aiguá. Estos datos no figuran en el cuadro, por no estar aún en explotación y totalizan 158 análisis.

Como puede apreciarse, en nuestras aguas naturales, existe una alcalinidad y una dureza que exceden generalmente los 30 miligramos por litro de  $\text{CaCO}_3$ .

Solamente en algunos Servicios de aguas superficiales y coincidiendo con la influencia de las grandes crecientes, pueden observarse cifras inferiores. En estos casos se considera la prealcalinización. Se practica la acidificación previa al agregado del sulfato de aluminio con buenos resultados, en dos localidades, "Trinidad y Melo", donde el agua se presenta con una alcalinidad y un índice de color elevados. Como correctivo, se emplea generalmente la cal hidratada, dada la baja dureza de nuestras aguas superficiales.

En algunos casos se justifica el uso del Carbonato de Sodio, para alcanzar el pH de saturación.

## RELACION ENTRE LA DUREZA Y LA ALCALINIDAD

En las aguas superficiales, se observa una gran coincidencia entre los valores de la dureza y la alcalinidad.

La relación es aproximadamente igual a 1.

Esta dureza es debida a los bicarbonatos de calcio y magnesio. Las aguas de algunas perforaciones también presentan esta relación.

Algunas aguas subterráneas, poseen una dureza mayor que la alcalinidad, lo que nos indica que hay dureza de carbonatos y no bicarbonatos. La relación es mayor que 1.

Pero la gran mayoría de las aguas subterráneas, tienen una alcalinidad mayor que la dureza. Los bicarbonatos son los únicos causantes de las durezas de esas aguas, siendo por lo tanto dureza temporaria. El exceso de alcalinidad, es producido por carbonatos y bicarbonatos alcalinos. La relación es menor que 1.

De los datos expuestos y resumidos en el gráfico, podemos sacar la siguiente conclusión: el 88 % del caudal de agua elevado corres-

ponde a una dureza promedial, por debajo de 120 ppm.; el 9 %, a una dureza de 120 a 200 ppm.; el 0,58 y 1,49 % a durezas entre 200 y 300 ppm. y más de 300 ppm. respectivamente.

En este trabajo, no he tenido en cuenta los datos correspondientes al agua que consume la población de Montevideo y las ciudades cercanas de La Paz y Las Piedras, pues esos Servicios, son fiscalizados por el Laboratorio Químico Municipal de Montevideo. Dichas poblaciones son abastecidas por la Compañía Inglesa de Aguas Corrientes de Montevideo, cuya Usina está instalada a unos 50 kilómetros de la Capital, siendo su fuente de aprovisionamiento el Río Santa Lucía.

El Profesor Dr. Antonio Peluffo, en su libro titulado "Estudios de las aguas de Consumo Público del Uruguay 1938", ha realizado un brillante estudio sobre la base de sus experiencias efectuadas en el contralor diario de ese Servicio y que abarca un lapso de treinta años.

Debo dejar constancia de mi agradecimiento al Ayudante de Ingeniero Sr. Cruz Berrio, por la eficaz colaboración prestada en el presente trabajo.

Montevideo, Noviembre de 1942