

LOS PROBLEMAS DEL AGUA EN LOS CLUBES DE CAMPO

Por Ing. Carlos A. Crenovich - **APEMA S.R.L.**



El abastecimiento de agua en los clubes de campo presenta problemas que en general hasta ahora no han recibido una atención adecuada.

Cuando el agua es de origen superficial, o sea se toma de un río o de un lago se necesita una planta potabilizadora que normalmente se encarga a una empresa especializada, pero cuando el agua es de origen subterráneo lo habitual es encargar el trabajo a un pocero de la zona y usar el agua sin ningún tipo de tratamiento suponiendo que es pura y potable.

Sin embargo, la realidad es que en nuestro país (y lo mismo sucede en casi todo el mundo) el abastecimiento de agua subterránea tiene problemas que requieren urgente atención ya que afectan la salud y la calidad de vida de los usuarios.

Los problemas que se presentan son de tres tipos:

- 1- El problema del sarro o dureza del agua.
- 2- Contaminación química.
- 3- Contaminación bacteriológica.

El problema del sarro o dureza afecta fundamentalmente la calidad de vida, en cambio la contaminación química y bacteriológica afectan directamente la salud de los habitantes.

Cuando el abastecimiento proviene de una red municipal o de una compañía proveedora de agua se puede suponer que hay personas que se encargan de controlar la calidad del agua, pero con un pozo propio hay que pensar que ya sea el gerente del club o el dueño de la casa ocupa el cargo de presidente de la compañía abastecedora de agua y es el responsable de su calidad.

APEMA S.R.L. empresa especializada en resolver este tipo de problemas ofrece a los clubes de campo realizar sin cargo un relevamiento de sus pozos, efectuar análisis fisicoquímicos para determinar la calidad del agua y ofrecerles en caso de necesitarlos los tratamientos técnica y económicamente mas convenientes.

Consideraciones sobre las napas de agua

Las napas de agua están limitadas por distintas capas geológicas. En el área metropolitana y en una zona que abarca la provincia de Buenos Aires hasta Chascomús y Saladillo al Sur, Bragado y Junín al Oeste y la provincia de Santa Fe al Norte, las formaciones geológicas determinan tres secciones que se denominan Epipuelches, Puelches y Hipopuelches.

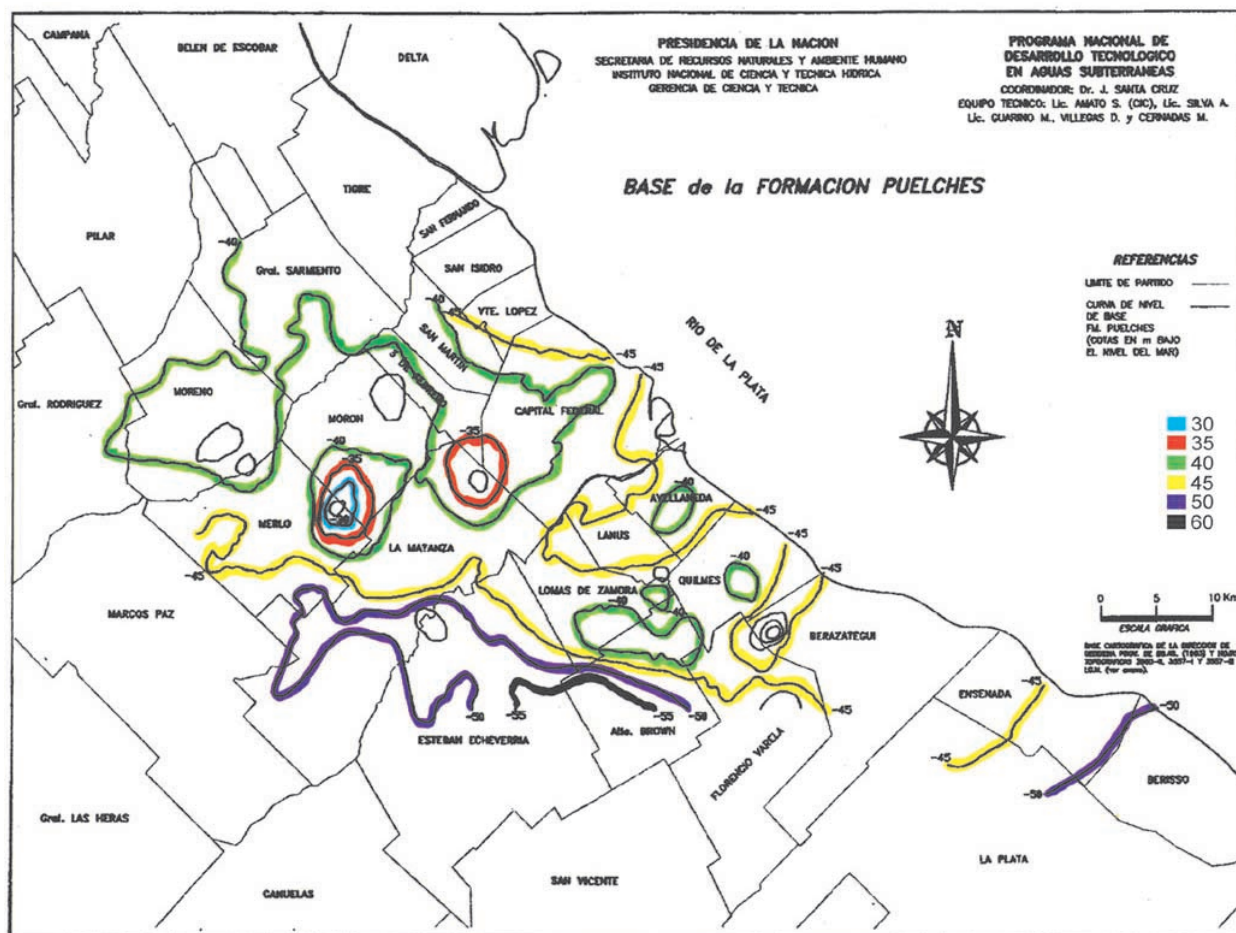


Figura 1 - Cotas de nivel del Acuífero Puelches.

La primer napa que se encuentra al hacer una perforación es la llamada capa freática. Esta napa puede aparecer a profundidades de 4 a 10 metros y a veces emerge en forma de lagunas, su techo acompaña la morfología de la superficie. Son aguas en general de muy mala calidad por su contaminación química y bacteriológica con pozos sépticos domiciliarios.

El primer acuífero semiconfinado es la segunda napa, y corresponde a la sección hidrogeológica denominada Epipuelches, aparece a profundidades entre 10 y 40 metros bajo el nivel del mar.

Las aguas de este acuífero tienen muchas veces excesos de nitratos y frecuentemente presentan contaminación bacteriológica y de oligoelementos provenientes de residuos industriales que son derivados a pozos filtrantes.

El segundo acuífero semiconfinado (tercer napa) se encuentra entre los 40 y los 70 metros de profundidad, se denomina Puelches y es el mas explotado por perforaciones en toda la zona que estamos describiendo. En la figura 1, se muestran las cotas de nivel de la base del acuífero Puelches en la zona metropolitana.

La base de este acuífero esta asentada sobre arcillas verdes sobre la llamada formación Paraná que limitan la filtración vertical descendente. En cambio en su techo hay arenas finas que permiten en algunas zonas la conexión hidráulica con el acuífero superior Epipuelches, por lo que en algunas partes recibe contaminaciones.

El acuífero Puelches por la calidad del agua y los caudales que se obtienen ha sido el más explotado, pero debido a la contaminación del Epipuelches y el exceso de explotación en algunos lugares que ha producido una inversión del flujo natural del agua subterránea que escurria naturalmente hacia es estuario del Río de La Plata, al calidad de su agua ha empeorado en los últimos años. El flujo subterráneo invertido se dirige desde la costa hacia el Gran Buenos Aires y hace ingresar agua salina proveniente de los acuíferos costeros aumentando la salinidad del Puelches.

La tercer sección hidrogeológica llamada Hipopuelches tiene tres napas de agua (cuarta, quinta y sexta napa) a profundidades mayores de 70 metros (entre 70 y 160 la cuarta napa), este acuífero tiene una salinidad y dureza mayor a la del Puelches y es explotado donde es más pronunciado el agotamiento o la

contaminación del Puelches. Lo que sucede en general es que cuando por razones de contaminación o agotamiento deben hacerse perforaciones más profundas aumentan los problemas de dureza y salinidad del agua.

Esto está pasando actualmente en nuestro país y en casi todo el mundo.

El problema de la dureza

El sarro produce innumerables problemas que afectan la calidad de vida de las personas que tienen que usar aguas duras.

La dureza es el contenido de sales de Calcio y Magnesio. Se mide en mg/Litro de Carbonato de Calcio (CO_3Ca) (incluyendo en esta medición también el Magnesio presente). En la figura 2 se indica una clasificación de niveles de dureza. El agua del Río de La Plata tiene dureza menor a 4 grados y no ocasiona problemas de sarro. Las aguas con dureza entre 4 y 7 se consideran semi duras y comienzan a tener problemas de sarro.

Los problemas se agravan con agua dura (entre 7 y 10 grados) y más aún cuando es superior a 10 grados (muy dura). Cuando supera los 22 grados de dureza, se la considera no potable. El agua dura produce depósitos de Carbonato de Calcio en las cañerías reduciendo su diámetro interior hasta taparlas, deteriora las griferías produciendo pérdidas en las válvulas, obstruye las duchas y los depósitos de los baños, y mancha los sanitarios. Cuando el agua dura se calienta la solubilidad de las sales de Calcio y Magnesio disminuye y se precipitan en forma de costras rocosas, lo cual se ve en pavas, cafeteras, ollas, etc.

En todos lo electrodomésticos que usan agua se producen daños: En los lavarropas y lavavajillas las partículas de sarro erosionan y desgastan las partes en movimiento, en los calefones y termotanques

reducen la eficiencia de la transmisión del calor y terminan por inutilizarlos. El agua dura hace aumentar un 22% en promedio el gasto de energía en calentadores a gas y un 17% en calentadores eléctricos

En las piletas de natación llenadas con agua dura el problema va aumentando a medida que el sol va evaporando agua y se concentran las sales disueltas, se producen incrustaciones en las paredes y el fondo, en las tuberías, boquillas, filtros, bombas, y se reduce la efectividad de los desinfectantes y alguicidas agregados.

Otro problema es como afecta el agua dura a los jabones, detergentes y shampúes. El Carbonato de Calcio reacciona con ellos, disminuye la producción de espuma y produce un sedimento que precipita. Al bañarse, ese sedimento se introduce en los poros de la piel generando un tacto áspero y en algunas personas irritaciones en la piel.

La crema de afeitar también reacciona con la dureza del agua precipitando en la piel, dificultando la lubricación y produciendo irritación. Además impide afeitadas al ras al deteriorar la hoja de afeitar. También el agua dura reacciona con el shampú dejando un sedimento en los cabellos que quedan ásperos y sin brillo.

El sabor de los alimentos cambia notablemente al ser preparados con agua dura. Para comprobarlo solo hace falta tomar dos saquitos de té y preparar dos tazas, una con agua dura y otra con agua sin dureza. Se observa inmediatamente la diferencia en el color y sabor.

Durante el lavado de la ropa, el sarro se deposita en las telas dándole un tacto áspero y aspecto opaco. Cuando la dureza es muy grande puede hasta dejar la ropa con un olor desagradable. Las telas se tornan quebradizas, por lo que las ropas lavadas con agua dura se deterioran mucho mas rápido.

Grados de dureza	mg/Litro	Clasificación	Requiere Tratamiento?
0 - 1	0 - 17.8	Blanda	No
1 - 4	18 - 70	Ligeramente dura	No
4 - 7	70 - 124	Semidura	Si
7 - 10	124 - 180	Dura	Si
10 - 22	180 - 400	Muy dura	Si
> 22	> 400	Muy dura No Potable	Si

Figura 2 - Niveles de Dureza.

Otro problema es el aspecto desagradable que suele quedar en la vajilla lavada con agua dura: manchas en los platos, cubiertos, vasos y utensilios de cocina, lo mismo se observa en las piletas bañaderas, inodoros, etc.

Eliminando la dureza del agua, además de eliminar todos los problemas mencionados, se obtiene un importante ahorro de dinero: hasta el 70% en jabón para lavarropas, suavizantes de ropa y lavavajillas. 33% en prendas de vestir, toallas y telas deterioradas por el sarro. 25% en reparaciones y desgaste de electrodomésticos. 25% en shampúes y acondicionadores de cabello. 22% en calentamiento con gas, y un 17% en calentamiento con electricidad.

Tratamientos para la dureza

Equipos Magnéticos:

Hay empresas que ofrecen aparatos magnéticos para solucionar el problema de la dureza. En general consisten de un caño dentro del cual se han colocado imanes permanentes, también hay modelos que tiene estos imanes por afuera del caño. La propaganda de estos aparatos dice que el campo magnético dentro del caño produce un efecto sobre las moléculas de carbonato de calcio que impide que se precipiten. La realidad es que estos aparatos no han dado resultado. Hicimos un relevamiento sobre una cantidad de estos equipos instalados en San Miguel y los usuarios manifestaron que el problema del sarro lo siguen teniendo sin cambios.

Dosificación de anti-incrustantes:

Un método posible para solucionar el problema de la dureza es inyectar en el agua una sustancia que se denomina "quelante" que reduce la tendencia del carbonato de calcio a precipitarse. Se usan para esto

polifosfatos que deben dosificarse proporcionalmente al caudal de agua. Este método tiene aplicación industrial (torres de enfriamiento, calderas, etc.) pero no está difundido para uso domiciliario fundamentalmente porque se agrega al agua una sustancia que si bien no es tóxica, no es natural consumirla.

Acondicionadores de Intercambio Iónico:

Los Acondicionadores de Agua por intercambio iónico solucionan totalmente el problema de la dureza. Es el método más difundido por su eficiencia en Estados Unidos y Europa donde hay millones de estos aparatos en funcionamiento.

APEMA S.R.L. fabrica e instala acondicionadores de agua para viviendas, edificios, clubes o barrios completos.

Un acondicionador de agua consiste en una columna que contiene una resina de intercambio catiónico, un cabezal automático y un tanque de sal. El agua dura pasa por el lecho de resina que absorbe el calcio y el magnesio reemplazándolos por sodio. También elimina otros metales indeseables que puede contener el agua (como el Hierro). Cuando la resina se satura por el calcio y magnesio que absorbió, el cabezal automático efectúa una regeneración mediante el pasaje de salmuera (solución saturada de sal) por la resina, que vuelve a reemplazar el calcio y el magnesio por sodio.

El usuario solo debe colocar sal gruesa común en el tanque, el equipo se encarga de producir la salmuera y efectuar el proceso de regeneración que también incluye un lavado de la resina que además filtra sólidos en suspensión que puede tener el agua. Este proceso se efectúa automáticamente durante la noche o la hora en que se programe el cabezal. Los acondicionadores para viviendas se ofrecen en tres tamaños para caudales de 1.000 a 10.000 Litros/Día. Se pueden instalar en el



Figura 4 - Acondicionador de Intercambio Iónico

exterior de la casa alimentándolo directamente desde la bomba del pozo y enviando el agua acondicionada al tanque o también puede instalarse en el interior de la casa conectándolo a la bajada del tanque.

Para consumos mayores como un edificio o un conjunto de viviendas, con caudales de 10.000 a 100.000 Litros/Día **APEMA** S.R.L. ofrece el sistema "Twin Alternating System". Este equipo consta de dos cilindros con cabezales inteligentes para funcionamiento alternado: mientras uno de ellos esta produciendo agua blanda, el otro se esta regenerando. De esta forma se obtiene un caudal ininterrumpido de agua blanda. El cabezal computarizado maneja todas las variables del proceso manteniendo en su memoria los caudales promedios, pico, consumo de sal, lavados y regeneraciones efectuadas. Otra ventaja de este sistema es que la regeneración de la resina de efectúa con agua acondicionada por el otro cilindro, lo que mejora el proceso de purificación.

Los equipos para caudales mayores a 100.000 Litros/Día (Ver figura 5) consisten en una batería de tanques con cabezales inteligentes de funcionamiento sincronizado. Con esto sistemas se logra una gran economía en el costo inicial y operativo respecto a los equipos para viviendas individuales.

Dosificación de Anti-Incrustante Quelantes - Polifosfatos (NaPO_3) ₆	Se usa a nivel industrial
Aparatos magnéticos	No han dado resultado
Acondicionadores de Intercambio Iónico	Uso Domiciliario, Edificios, Clubes de campo, Barrios, Establecimientos.
Equipos de Osmosis Inversa y Nanofiltración	Eliminan además de la Dureza, otras impurezas que contiene el agua.

Figura 3 - Tratamientos para la Dureza.



Figura 5 - Equipos para Barrios, Clubes o grandes establecimientos

La contaminación química y bacteriológica

En la figura 6 se muestran las especificaciones del código alimentario argentino para agua de bebida que por ley deben cumplir todos los que "fabrican" agua para beber incluyendo los pozos de los clubes y viviendas. En todos los países existen reglamentaciones para el contenido de impurezas que puede tener el agua potable.

Especificaciones del Código Alimentario Argentino para Agua de bebida:

Características Físicas:

Turbiedad	Máxima 3 N.T.U.
Color:	Máximo 5 Escala Pt-Co
Olor:	Sin olores extraños

Características Químicas:

PH 6,5 - 8,5 , pH SAT + - 0.2

Características Microbiológicas::

Bacterias coliformes:	N.M.P.A. 37°C 48 Horas en 100 mL < ó = 3
Escherichia Coli:	Ausencia en 100 mL
Pseudomona Aueriginosa:	Ausencia en 100 mL
Bacterias Mesófilas:	Si superan las 500 U.F.C. / mL y cumple el resto de los parámetros se deberá exigir la higiene del reservorio y nuevo recuento.

Contaminantes Orgánicos: (en mcg/Litro)

Trihalometanos:	Máx 100	Ciordano:	Máx. 0.30
DDT(Total + isómeras):	Máx: 1.0	Detergentes:	Máx. 0.50
Heptacloro+Heptaclorospoxido:	Máx. 0.10	Lindano:	Máx. 3.0
Metoxicloro:	Máx. 30	2.4D:	Máx: 100
Benceno:	Máx. 10	Aldrin+Dieldrin:	Máx. 0.03
Hexacloro Benceno:	Máx. 0.01	Paration:	Máx. 35
Monocloro Benceno:	Máx. 3.0	Malation:	Máx: 35
1.2 Dicloro Benceno:	Máx. 3.0	Metil Paration:	Máx. 7
1.4 Dicloro Benceno:	Máx. 0.4	Pentaclorofenol:	Máx. 10
2.4.6 Triclorofenol:	Máx. 10	Benzopireno:	Máx 0.01
Tetracloruro de Carbono:	Máx. 0.3	Triclorietileno:	Máx. 30.0
1.1 Dicloretileno:	Máx. 0.3	Tetracloroetano:	Máx. 10
1.2 Tricloroetano:	Máx. 10	Cloruro de Vinilo	Máx. 2.0

Contaminantes Inorgánicos: (en mg/Litro)

Amoniaco (NH4) :	Máx. 0.20	Aluminio residual (Al):	Máx: 0.20
Arsénico (As):	Máx. 0.05	Cadmio (Ca):	Máx. 0.005
Cianuro (Cn):	Máx. 0.1	Zinc (Zn):	Máx. 5.0
Cloruro (Cl):	Máx. 350	Cobre (Cu):	Máx. 1.0
Cromo (Cr):	Máx. 0.05	Dureza Total (CO3Ca):	Máx. 400
Fluoruro (Fl): cantidad máxima en función de la temperatura promedio de la zona			
Hierro total (Fe):	Máx. 0.30	Manganeso (Mn):	Máx. 0.10
Mercurio (Hg):	Máx. 0.001	Nitrato (NO3):	Máx. 45
Nitrito (NO2):	Máx. 0.10	Plata (Ag):	Máx. 0.05
Plomo (Pb):	Máx. 0.05	Sulfatos (SO4):	Máx. 400
Sólidos disueltos totales:	Máx. 1.500	Cloro activo residual:	Min. 0.2

Figura 6 - Código Alimentario Nacional.

En las especificaciones podemos distinguir:

- 1- Características físicas
- 2- Características microbiológicas
- 3- Contaminantes inorgánicos.
- 4- Contaminantes orgánicos.

Teniendo en cuenta los problemas de contaminación de las napas para verificar la calidad del agua, todo club o vivienda individual que tenga un pozo propio debe realizar por lo menos una vez al año un análisis fisicoquímico y cada seis meses un análisis microbiológico.

Examinaremos con algún detalle lo más importante que especifica el código.

La medición de turbiedad indica la cantidad de partículas en suspensión que tiene el agua, el máximo admitido es de tres UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIEDAD (N.T.U.), si la medición da mayor se requiere colocar un filtro para sólidos en suspensión.

La medición de color se hace para determinar la existencia de sustancias orgánicas disueltas (los contaminantes inorgánicos no producen color). El agua de superficie suele contener ácido húmico y ácido fúlbico que le dan un color amarillo. El código da un máximo de 5 unidades en la escala de color Pt-Co. Un análisis mas preciso de sustancias orgánicas disueltas es la medición del carbono orgánico total (no especificado por el código argentino) si el número de color es mayor a 5 se debe colocar un filtro de carbón activado.

El valor del pH indica la acidez o alcalinidad del agua y su valor debe ser mayor a 6,5 (sino sería demasiado ácida) y menor de 8,5 (sino sería demasiado alcalina). Casi siempre el agua de pozo está en ese rango, si no lo estuviese debe agregarse un aditivo ácido o alcalino al agua.

El código Argentino especifica que el agua no debe tener olor extraño. En otras reglamentaciones se hacen mediciones de olor.

Las características microbiológicas son fundamentales para la salud. Hay mas de 20 enfermedades infecciosas cuya incidencia depende de la calidad del agua. Estas enfermedades pueden ser causadas por bacterias, virus o protozoarios. Otros organismos presentes en el agua incluyen los hongos, algas y rotíferos.

Las bacterias son organismos unicelulares que viven sobre alimentos solubles en el agua, su

tamaño varía de 0,5 a 5 micrones (el tamaño es importante para filtrarlos) algunas bacterias forman esporas resistentes cuando las condiciones ambientales son inadecuadas, cuando dichas condiciones cambian, abandonan su estado de letargo y comienzan nuevamente su ciclo vital. Los virus no son células sino partículas compuestas por una cubierta proteica rodeando un núcleo de ácido nucleico con un tamaño que va de 0,01 a 0,025 micrones. La hepatitis A es un ejemplo de una enfermedad producida por un virus transmisible en el agua.

Los protozoarios son organismos unicelulares dotados de motilidad. Algunos protozoarios patógenos que aparecen en el agua potable son capaces de formar esporas altamente resistentes a los métodos comunes de desinfección, como por ejemplo el giardia lamblia y el cryptosporidium, y pueden provocar infecciones de origen hídrico.

Como no es posible realizar un análisis de todos los microorganismos patógenos que puede haber en el agua por el costo que tendría, el código argentino pide hacer cuatro tests microbiológicos. Para hacer un test se debe tomar una muestra en un recipiente estéril procurando no contaminarlo al manipularlo y llevarlo a un laboratorio.

En uno de los tests se cuenta el total de bacterias mesófilas viables (que no son necesariamente patógenas) si supera las 500 unidades por mililitro, no se considera potable. Se hace otro test de bacterias coliformes, que son un tipo de bacterias que se encuentra normalmente en el tracto intestinal de los animales de sangre caliente y aunque no son patógenas son una indicación de que puede haber presentes otras bacterias peligrosas, se admite un máximo de tres unidades en un mililitro.

También se pide un test de escheriquia coli (coliformes fecales) no admitiéndose ninguna colonia en 100 mL. Finalmente se hace un test de pseudomona aeruginosa, que es otra bacteria peligrosa no admitiéndose ninguna colonia en 100mL.

El test bacteriológico debe hacerse en el punto de consumo de agua, la contaminación puede estar en el pozo, en las cañerías de distribución o en el tanque de almacenamiento. Más adelante se indicarán los procedimientos para eviar contaminaciones bacteriológicas.

Contaminantes inorgánicos

El Código menciona 21 contaminantes inorgánicos a analizar. Comentaremos los más importantes.

Los sólidos disueltos totales deben ser inferiores a 1500 mg/litro. (reglamentaciones de otros países especifican 1000 mg/L) un valor mayor implica que el agua tiene demasiada salinidad y para potabilizarla la única forma práctica es hacer un tratamiento por ósmosis inversa como explicaremos más adelante.

La dureza total máxima admitida es de 400 mg/litro (22 grados de dureza. En algunos pozos del puelches y en muchos del hipopuelches la dureza supera ese valor y se deben usar acondicionadores de agua para potabilizarla.

El problema más grave de contaminación que se está encontrando en los pozos actualmente es el debido a los nitratos y nitritos.

El Código pide que el nivel de nitratos sea menor de 45 mg/litro y el de nitritos menor de 0.1 mg/litro. En los pozos del Epipuelches los niveles de nitratos han aumentado mucho últimamente y superan el valor máximo en muchos lugares. En la figura 7 se muestran análisis de varios pozos en la provincia de Buenos Aires que muestran altos niveles de nitratos.

Los nitratos se originan en actividades del hombre. Los pozos sépticos y las plantas de tratamiento de efluentes producen nitratos en su ciclo biológico. En los últimos años ha aumentado mucho el uso de fertilizantes nitrogenados en los campos cultivados (y también en canchas de golf y jardines). Estos agroquímicos son disueltos por las lluvias y llegan a las napas de agua.

Las bacterias transforman en su ciclo biológico los nitratos en nitritos.

Un nivel alto de nitritos en un pozo indica que hubo contaminación bacteriológica.

El nitrato es peligroso por las siguientes razones: el nitrato ingerido se absorbe en el tracto gastrointestinal y por la acción de las bacterias del estómago se transforma en nitrito.

Los nitritos oxidan la hemoglobina de la sangre y la transforman en metahemoglobina, haciendo perder a la sangre su capacidad de transportar oxígeno. Afecta especialmente a niños, ancianos, mujeres embarazadas y personas inmunodeprimidas. Además los nitritos pueden reaccionar con las aminas del cuerpo humano para formar nitrosaminas que se consideran cancerígenas.

Los nitratos no se detectan por color olor o sabor, solo por análisis químicos. Por lo tanto es muy importante hacer periódicamente test de nitratos en todos los pozos del Epipuelches y del Puelches.

En caso de que el nivel de nitratos supere los 45 mg/litro que especifica el código argentino (en esto coinciden las especificaciones de todos los países) se debe optar por:

1- HACER OTRO POZO
(a una napa más profunda)

2- COLOCAR UN ELIMINADOR DE NITRATOS

Eliminación de nitratos

Los nitratos se pueden eliminar por intercambio iónico o por osmosis inversa.

Hasta hace poco tiempo la eliminación de nitratos era un procedimiento muy costoso. Actualmente mediante una nueva generación de resinas selectivas para nitratos esto puede hacerse de una manera económica.

	Hurlingham	Pilar	Terni	Alonso	Bolivar	Alonso
Turbiedad	0.05	0.9	1	0.8	0.1	3
Color	1	2	2	2	1	5
pH	7.46	8.21	7.75	7.25	7.7	6.5 - 8.5
Sólidos disueltos totales (mg/L)	1083	562	742	844	1900	1500
Dureza (mg/L)	380 (16.6)	127 (7)	410 (22.7)	382 (16.8)	825 (34.7)	490 (22)
Alcalinidad total (mg/L)	581	389	530	538	440	-
Cloruro	119	22	40	87	119	350
Sulfato	240	14	55	-	195	400
Nitrato	85	48	57	92	8.8	45
Nitrito	0.02	0.08	0.01	-	0.01	0.1
Fluoruro	0.15	-	-	-	0.05	-
Cloro	-0.05	-0.05	-0.02	-0.05	-0.02	Mín 0.2 mg/L
Cálcio	47.2	27	95	67	-	-
Potasio	18	-	18	-	-	-
Magnesio	47.3	12	42	32	-	-
Sodio	262	0	110	-	-	-
Hierro	0.02	0.2	0.1	-	0.06	0.3

Figura 7 - Mediciones realizadas en la Provincia de Buenos Aires.

APEMA S.R.L. fabrica eliminadores de nitratos por intercambio iónico de diversos tamaños.

Su funcionamiento es similar al de los acondicionadores de dureza de agua. Usan una columna cargada con resina aniónica selectiva para nitratos, al pasar el agua por la resina ésta absorbe los nitratos reemplazándolos por cloruros.

Cuando la resina se satura el cabezal automáticamente efectúa una regeneración de la misma mediante un pasaje de salmuera. La salmuera elimina los nitratos reemplazándolos por cloruros.

El usuario sólo tiene que cargar sal común en el tanque y el equipo se encarga de preparar la salmuera y hacer el proceso de regeneración.

Cuando de acuerdo al análisis de agua se necesita eliminar la dureza y los nitratos puede hacerse en un solo equipo con las dos resinas simultáneamente.

En este caso se obtienen dos ventajas económicas:

- 1- Menor costo que colocar 2 equipos
- 2- La sal (cloruro de sodio) se aprovecha totalmente, el sodio para la regeneración de la resina catiónica y el cloruro para la resina aniónica.

Otros contaminantes inorgánicos

Un contaminante peligroso es el arsénico, pues aún en muy pequeñas cantidades es tóxico a largo plazo, el código indica un máximo de 0.05 mg/litro. Hay zonas donde es conocida la existencia de altos niveles de arsénico, por ejemplo Junín y Pehuajó. La eliminación del arsénico se puede hacer por Osmosis Inversa.

El nivel máximo de cloruros está fijado en 350 mg/litro, en este caso no es tanto por problemas sanitarios sino por el sabor que introduce en el agua.

Con el nivel de sulfatos ocurre algo parecido, el nivel máximo es de 400 mg/litro basado en el sabor.

El cloruro y los sulfatos se pueden disminuir por intercambio iónico y por Osmosis Inversa.

El Código Alimentario también especifica un nivel de cloro activo residual, pero en este caso da un valor mínimo de 0.2 mg/litro. Esto significa que se supone que se ha agregado cloro activo al agua para desinfectarla y que quedó un nivel de cloro residual mayor a 0.2 mg/litro.

Contaminantes orgánicos

El Código da una lista de 26 contaminantes orgánicos con los valores máximos admisibles.

Algunos de estos contaminantes son plaguicidas o insecticidas, otros son residuos de procesos industriales, o de uso hogareño como los detergentes.

Hay otros contaminantes orgánicos que se pueden originar en el mismo proceso de desinfección del agua, por ejemplo los TRIHALOMETANOS que son los primeros que aparecen en la lista del Código con un máximo admitido de 100 microgramos por litro. Los trihalometanos se originan por la acción de cloro agregado al agua para desinfectarla sobre sustancias orgánicas existentes. Se ha encontrado que los trihalometanos son cancerígenos, por lo que debe controlarse su existencia.

Los trihalometanos se eliminan con filtros de carbón activado.

APEMA S.R.L. provee estos filtros para uso individual o en instalaciones completas.

Soluciones para el control de bacterias

Los métodos disponibles para evitar la contaminación bacteriológica son:

- 1- La cloración
- 2- Radiación ultravioleta
- 3- Ozonización
- 4- Osmosis Inversa
- 5- Filtros de Bacterias.

La cloración es el método mas antiguo y extendido de desinfección del agua. Se puede hacer con cloro gaseoso, con cloro sólido (pastillas de hipoclorito de calcio) o con cloro líquido (hipoclorito de sodio o lavandina). Muchas Municipalidades establecen la obligatoriedad de clorar el agua en lugares públicos, no hay una reglamentación Nacional para pozos particulares aunque de acuerdo al Código Alimentario Nacional es obligatoria la cloración para el agua de bebida.

La acción del cloro ya sea introducido en el agua como cloro gaseoso o como hipoclorito de sodio es formar ácido hipocloroso (HClO) que inactiva los microorganismos por difusión de cloro a través de sus células.

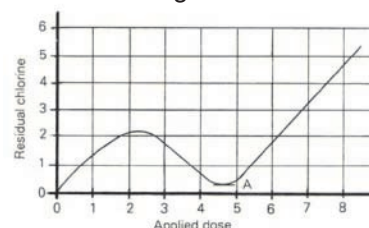
Cuando se va agregando cloro al agua según se muestra en la figura 8 al principio aumenta la cantidad de cloro residual y luego comienza a disminuir porque parte del cloro se

gasta en degradar los microorganismos y otras sustancias orgánicas presentes en el agua. El Código Alimentario indica que ese valor residual sea mayor a 0.2 mg/litro. Este valor residual tiene utilidad para evitar que el agua vuelva a contaminarse, por ejemplo mientras está almacenada en el tanque y entran a éste bacterias del exterior.

Si bien la cloración tiene esta ventaja de acción residual tiene el inconveniente antes mencionado de producir trihalometanos al reaccionar con sustancias orgánicas disueltas en el agua. La solución para eliminar estos subproductos de la cloración, como así también eliminar el gusto y el olor del cloro es usar filtros de carbón activado.

Estos filtros pueden colocarse en la cocina o en cualquier grifo del que se tome agua para beber o también puede colocarse un filtro para toda la instalación.

Figura 8



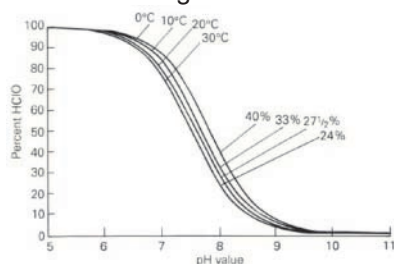
El cloro gaseoso sólo se emplea en instalaciones Municipales o en Instalaciones para grandes consumos.

Para viviendas y Clubes de Campo lo usual es utilizar hipoclorito de sodio, para dosificarlo se emplea una Bomba Dosificadora conectada en paralelo con la bomba del pozo de modo que cada vez que ésta se encienda arranque la dosificadora y envíe una cantidad proporcional de cloro (ver figura 9) de modo que la cantidad de cloro libre esté entre 0.2 y 2 mg/litro.

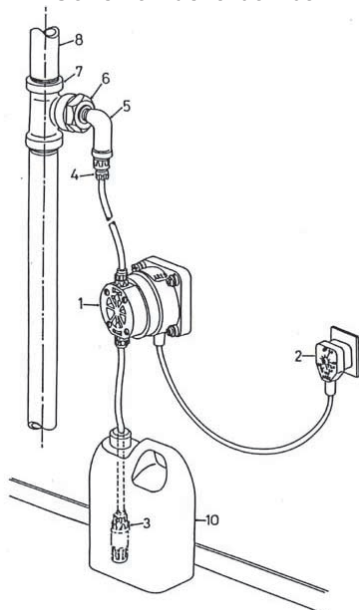
Las bombas que se usan para dosificar hipoclorito son del tipo de diafragma o peristálticas y deben estar construidas con materiales no corroibles por la acción del cloro concentrado. También se usan estas bombas para cloración de piletas de natación. En la figura 9 se muestra el porcentaje de ácido hipocloroso (cloro activo) que hay disponible en el agua sobre el total de cloro disuelto en función del PH (acidez) existente.

Se observa que el porcentaje aumenta cuando el PH baja. Por esta razón para que sea eficaz la cloración de agua de una pileta de natación debe agregarse un ácido para bajar el PH pudiendo hacerse esto con la bomba dosificadora.

Figura 9



Conexión de la bomba



Dosificadora Peristáltica de Cloro

Esterilizadores ultravioleta

Un método eficaz para desinfectar el agua sin agregar ninguna sustancia química es mediante la radiación ultravioleta. El principio de funcionamiento de un esterilizador ultravioleta es muy sencillo. El agua ingresa por la abertura inferior del la

cámara del reactor y gira alrededor de una lámpara de vapor de mercurio protegida por un tubo de cuarzo. La lámpara está diseñada para emitir en una longitud de onda de 253 nm que se ha verificado es la óptima para actuar sobre los componentes genéticos de los microorganismos impidiendo su reproducción. Con este sistema se eliminan hasta el 99.99 % de todas las bacterias y virus.

Las ventajas que tiene este método sobre la cloración son 2:

- No le da sabor ni olor al agua.
- No genera subproductos cancerígenos ni de ningún tipo en el agua de bebida.

Las desventajas respecto a la cloración son:

- No tiene efecto residual, por lo que si no se esteriliza en el punto de uso podría volver a contaminarse.
- si se depositan impurezas o sarro sobre la lámpara disminuye su efecto germicida.

En los esterilizadores más perfeccionados se agrega un sensor de radiación ultravioleta que acciona una alarma para alertar al usuario sobre la disminución de efectividad que hace necesaria una limpieza del esterilizador.

APEMA S.R.L. ofrece equipos Esterilizadores Ultravioleta desde 5 Litros/minuto para una canilla hasta 30.000 Litros/Hora para esterilizar la salida de un pozo.

Filtros de bacterias

Las bacterias y los protozoarios tienen un tamaño que va de 0.5 a 5 micrones y pueden ser eliminados mediante filtros que tengan un tamaño de poro en el rango de 0.2 a 0.4 micrones. Existen varios tipos de filtros bactericidas para instalar en un grifo o canilla, está hechos de cerámica, de plásticos porosos y también se ofrecen combinados con carbón activado. Estos filtros no pueden eliminar los virus, que son de menor tamaño y otro inconveniente que tienen es que pueden taparse muy rápido si el agua contiene muchos sólidos en suspensión. La combinación de un filtro ultravioleta y uno de bacterias suele ser la solución mas adecuada para aguas contaminadas.

Osmosis Inversa

La Osmosis Inversa es el método mas completo disponible actualmente para tratar el agua potable. Se obtiene agua de calidad igual a la destilada, ya que el proceso elimina el 99 % de las sales y sustancias disueltas y mas del 99.99 % de los sólidos en suspensión incluyendo los coloides, hongos virus, bacterias y pirógenos. El procedimiento consiste en hacer pasar el agua a una presión elevada por una membrana semipermeable, ésta divide la corriente de agua en dos caudales separados, una de agua pura y el otro contiene todas las impurezas y sustancia disueltas, este último se envía al desagüe.



Equipo de Osmosis Inversa

Un Equipo de Osmosis Inversa soluciona todos los problemas de agua que se mencionaron (dureza, contaminación química y contaminación bacteriológica) y además elimina todas las sales por lo que es la solución cuando se tienen aguas con un contenido de sólidos totales disueltos mayor a 1.500 mg/Litro que no son potables de acuerdo al Código. Con la Osmosis Inversa se puede potabilizar agua de mar y aún aguas mas salobres que la mar .

APEMA S.R.L. fabrica equipos de Osmosis Inversa desde 100 Litros/Día para abastecer de agua para bebida y cocina de una vivienda hasta Equipos de 1.000.000 de Litros/Día para abastecer un barrio completo. Una solución intermedia entre los acondicionadores de agua de intercambio iónico y los Equipos de Osmosis Inversa son los sistemas de Nanofiltración.

Un equipo de Nanofiltración elimina totalmente la dureza, las bacterias virus y pirógenos, pero no elimina la totalidad de las sales disueltas. Por lo tanto son una solución muy conveniente para potabilizar agua, ya que tienen un costo inferior a los equipos de Osmosis Inversa.