

UNIVERSIDAD: Universidad Nacional de La Plata

NÚCLEO DISCIPLINARIO/COMITÉ ACADÉMICO/OTROS TEMAS: Aguas "Calidad del agua para distintos usos".

TÍTULO DEL TRABAJO: **CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL SECTOR NORTE DEL PARTIDO DE LA COSTA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES (ARGENTINA).**

AUTOR(ES): Silvina Carretero.

CORREOS ELECTRÓNICOS DE LOS AUTORES: scarretero@fcnym.unlp.edu.ar

PALABRAS CLAVES: calidad química, usos del agua, Sistema de Información Geográfica.

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua subterránea influye de una manera decisiva, no sólo en la expansión y desarrollo de las actividades humanas sino que constituye uno de los factores más importantes en la salud de la población.

Las fuentes naturales (aguas superficiales, aguas subterráneas e incluso agua marina) presentan distintas propiedades químicas que pueden ser destinadas a diversos usos, de acuerdo a los requisitos de cada uno de ellos. A su vez permiten, si es necesario, realizar determinados tratamientos para su utilización.

En la zona costera oriental de la Provincia de Buenos Aires el recurso subterráneo de agua dulce constituye la única fuente natural de abastecimiento de agua potable en la región y presenta un desarrollo limitado.

Un conocimiento adecuado de las variaciones en la cantidad y calidad del agua disponible para abastecer a la población estable y a la importante afluencia turística que presenta esta localidad, es un factor determinante a la hora de asegurar el bienestar y la salud de los habitantes.

El caso de estudio es el área de influencia de San Clemente del Tuyú, donde existen datos de análisis químicos de agua correspondientes a censos de perforaciones realizados en varios períodos.

Se postula que el manejo de dicha información con la tecnología de un Sistema de Información Geográfica (S.I.G) constituye una herramienta valiosa para la evaluación de este tipo de datos, lo cual favorece la resolución de problemas relacionados a los distintos usos que puede destinarse el agua disponible en el área. Se debe señalar que un SIG se caracteriza por incluir un conjunto de herramientas diseñadas para reunir, almacenar, recuperar y desplegar datos espaciales para satisfacer un conjunto específico de objetivos. Los datos se convierten a información digital con el fin de obtener un producto cartográfico, realizar un análisis espacial y ayudar a la toma de decisiones.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es evaluar la calidad del agua y reconocer sus posibilidades para distintos usos en la localidad de San Clemente del Tuyú (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Asociado a ello se trata de plantear como procedimiento para dicha evaluación la utilización del procesamiento S.I.G sobre base de datos químicos históricos y actuales.

UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en San Clemente del Tuyú, Provincia de Buenos Aires, y se encuentra ubicada en la punta norte del Cabo de San Antonio, extendiéndose hacia el sur por la franja costera con un ancho de 2 km. (Figura 1)

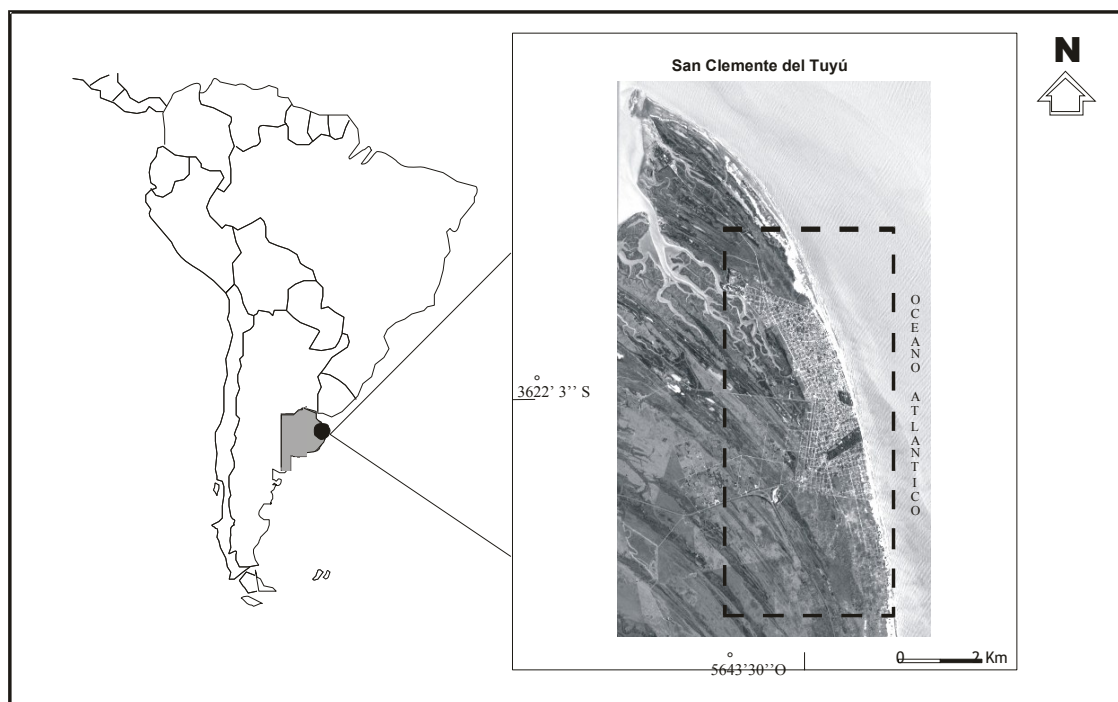


Figura 1. Mapa de ubicación

Según la clasificación climática de Thornthwaite, la zona es del tipo B1B'2 r a', donde B1, húmedo; B'2, mesotermal (templado); r, nula a pequeños déficit de agua, y a, concentración estival de la eficiencia térmica menor del 48 %. (CFI, 1990b).

La población permanente actual es de 11.336 habitantes según el Censo Nacional del INDEC del año 2001. Esta región presenta un importante desarrollo turístico en Argentina, con muy alta actividad en la época estival en todos los balnearios de la zona.

Sólo un porcentaje menor de las viviendas (del orden de 2.500) poseen agua de red proveniente de un campo de bombeo que luego es tratada en planta para su posterior distribución. El resto, posee bombeadores domésticos, donde el agua no presenta tratamiento alguno. En cuanto a las obras de saneamiento, el porcentaje cubierto alcanza un número importante de viviendas de la localidad (superior a 10.000).

CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

El ambiente estudiado, corresponde desde un punto de vista hidrogeológico a la Región Costera (González, 2005), en el cual la geomorfología ejerce un control fundamental

sobre el comportamiento hidrodinámico. San Clemente del Tuyú se encuentra emplazada dentro de los ambientes denominados cordón costero y llanura continental o llanura deprimida.

El cordón costero se extiende sin interrupciones desde Punta Rasa hasta la desembocadura de la laguna Mar Chiquita, con un ancho de 2 a 4 km. Se divide en playa y médano. La zona de playa es rectilínea, tiene entre 50 y 150 m de ancho, con pendientes suaves hacia el este. Son del tipo costas en construcción, sin barrancas, con playa arenosa. Los médanos que se encuentran emplazados al oeste de la playa que les da origen; en la zona de estudio, son bajos y fijados por escasa vegetación. Su granulometría es de arenas finas y presentan, arealmente, un decrecimiento general del tamaño de grano de sur a norte.

La llanura continental se desarrolla al oeste del cordón costero, las cotas son inferiores a 5 m.s.n.m. y en el área adyacente a la Bahía Samborombón se mantiene abierta al mar. El drenaje natural está conformado por el Río Ajó que descarga hacia la bahía y es alimentado por arroyos y canales artificiales que facilitan el escurrimiento. Esta zona deprimida presenta geformas menores de relieve negativo, que cerca de la Bahía Samborombón y el Río Ajó son verdaderos canales de marea en donde se forman cangrejales bajos y altos (CFI, 1989).

A partir de la descripción geomorfológica surge el modelo hidrogeológico, así el cordón costero es la zona de recarga principal del agua subterránea, la conducción se efectúa en un corto tramo, y se produce la descarga en dos direcciones opuestas, una hacia el mar y la otra al oeste hacia la llanura continental. Entre San Clemente y Mar de Ajó, la descarga al occidente se manifiesta en el afloramiento del nivel freático en la zona de canales de marea. El esquema general está limitado por dos interfases, hacia el continente agua dulce-agua salobre y hacia el mar, agua dulce-agua salada (Figura 2) (Kruse et al, 2005)

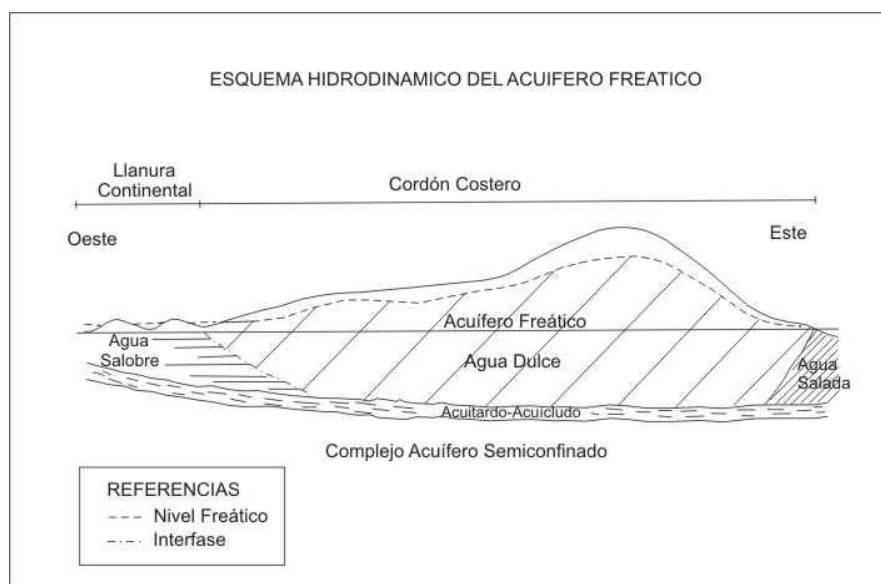


Figura 2. Esquema hidrodinámico

El acuífero principal de agua dulce está constituido por un manto arenoso, de espesor variable con un máximo de hasta 30 m, que se originó por superposición de facies de espigas costeras. En general estas arenas están apoyadas en parte sobre sedimentos arcillosos de lagunas. La secuencia termina con el desarrollo de los suelos actuales, que en la región, son incipientes y poco evolucionados. En el caso particular del cordón costero no tienen desarrollo, son arenosos y excesivamente drenados e inestables. (CFI, 1990a)

MATERIALES Y METODOS

Para la aplicación del sistema SIG se desarrollaron distintas tareas de relevamiento, recopilación, elaboración, interpretación y evaluación de datos de interés para el problema planteado. Se incluyeron los aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos.

Se utilizó cartografía del IGM correspondiente a las hojas topográficas San Clemente del Tuyú 3757-10-2 y 4-4 y, General Lavalle 3757-10-1 y 4-3 a escala 1:50000, carta imagen 3757-10 y 4 a escala 1:100000 correspondientes a Santa Teresita. Fotografías aéreas del año 1958 del Servicio de Hidrografía Naval, y 1984 del Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires junto a imagen satelital de distribución gratuita, año 2005, perteneciente a Digital Globe, Google Earth

Se contó con datos de censos de perforaciones realizados por la UNLP en 1976 (Sala et al, 1976), CFI en 1987 (CFI, 1990) y UNLP, Cátedra de Hidrología General por este autor, en 2006, que incluyen valores red de flujo y química.

En relación al SIG, se optó por la herramienta denominada ArcGis, que comprende distintos productos software que comparten la misma arquitectura de componentes (ArcObjects), constituyendo una nueva plataforma para crear, manejar, distribuir y aplicar la información geográfica. (Peña Llopis, 2005).

A partir de la utilización del programa mencionado, se realizó una interpolación de los datos químicos de cada una de las perforaciones mediante el método Natural Neighbor (vecino natural) de los valores de nitratos, sulfatos, hierro, cloruros, residuo seco o total de sólidos disueltos (TSD), dureza total, pH y conductividad, para cada año censado. Los datos de nitratos estaban disponibles sólo para los años 1987 y 2006, mientras que flúor, manganeso, nitritos, amonio, arsénico, pertenecen al muestreo de 2006. Se obtuvo, así un mapa por cada elemento evaluado.

Se consideraron los valores límites de aptitud para agua potable para cada uno de los compuestos químicos analizados, pertenecientes al Código Alimentario Argentino (CAA). A partir de los mapas resultantes se hizo una reclasificación en dos clases y se delimitaron zonas que presentaban valores por encima y por debajo del límite admisible de potabilidad.

También utilizando la herramienta Raster Calculador de la extensión Spatial Analyst, se realizó una operación matemática de sustracción entre los elementos que se encontraban analizados en los tres censos. Así, se evaluó residuo seco, dureza, conductividad, cloruros, hierro, alcalinidad y bicarbonatos haciendo las diferencias entre los valores obtenidos en el año 2006 y los de 1976 para reconocer la variación de concentración a través del tiempo. En cuanto a los nitratos se pudo estimar la diferencia entre 2006 y 1987 ya que en el censo de 1976, este elemento no se había analizado.

Se calcularon valores de RAS (Razón Absorción Sodio) para evaluar la calidad del agua para uso agrícola según la Norma Riverside del U.S Soil Salinity Laboratory (Custodio, 1996). Teniendo en cuenta los valores de salinidad se hizo lo propio para uso en ganado y aves de corral (Colacelli, 1997)

RESULTADOS

Se presentan los resultados que se consideran más importantes en relación a las determinaciones químicas realizadas y sobre la base de los valores proporcionados por el Código Alimentario Argentino como norma establecida para la potabilidad del agua.

La compilación de los datos de 1976, 1987 y 2006 define la existencia de un área común donde cloruros, residuo seco y dureza total exceden el margen tolerable. Debe destacarse que los valores de pH y sulfatos para los 3 casos mencionados se encuentran por debajo del límite admisible.

El contenido de hierro, que fue analizado para en el censo 2006 y 1976, presenta en ambos casos tenores elevados (Figura 3). El contenido de manganeso, que sólo fue determinado en 2006, muestra sectores importantes que sobrepasan los límites aceptables. (Figura 3). En este mismo relevamiento se ha detectado que un único pozo excedió el valor límite de arsénico (0,05 mg/l), alcanzando a 0,08 mg/l. En el caso del fluoruro casi la totalidad de las muestras presentan déficit de este elemento, con valores inferiores a 0.8 mg/l.

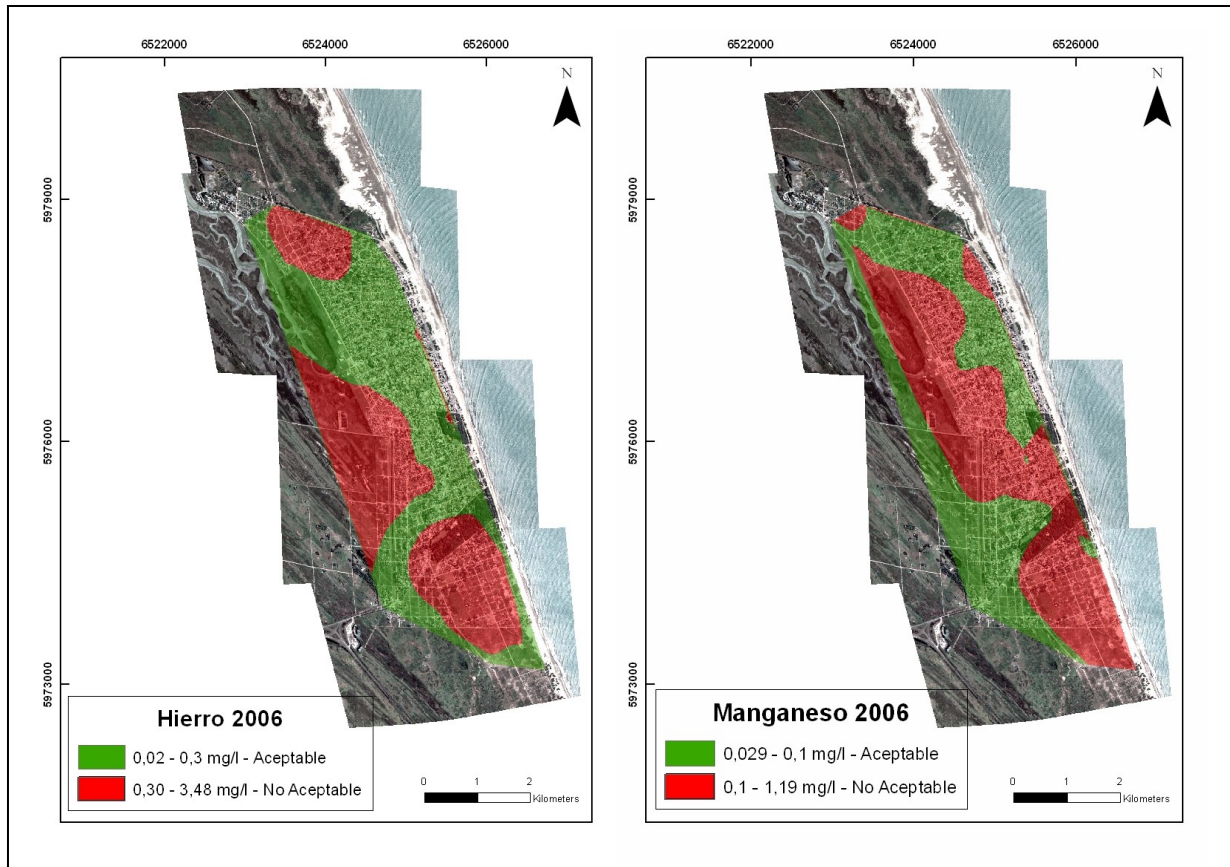


Figura 3. Distribución de hierro y manganeso en censo 2006

Los valores de nitratos, cuyos datos de análisis estaban disponibles para 1987 y 2006 presentan valores por encima de los 45 mg/l, en situaciones aisladas y puntuales. (2 y 3 pozos respectivamente). Una situación similar (situaciones puntuales) se presenta para el caso de los tenores de nitritos y amonio, que fueron determinados en 2006

En cuanto a la evolución de la calidad del agua a lo largo del tiempo, tomando como punto de partida los análisis químicos del censo 1976 y el extremo a los treinta años, en el 2006, se puede observar que existen áreas donde se ha producido un aumento de los tenores así como sectores con disminución de los mismos. En el caso de los cloruros, los valores que se han manifestado en alza de un censo al otro, alcanzan hasta 75 mg/l, en cambio en las áreas donde se produjo un descenso, las diferencias no superan los 195 mg/l.

Al evaluar en conjunto las concentraciones de cloruros, dureza y residuo seco para cada censo disponible, se logró establecer un sector en donde a lo largo de treinta años se mantienen tenores de estos tres elementos por encima del límite aceptable de potabilidad. (Figura 4) a lo cual se le suma, según el censo 2006, altos valores de hierro y manganeso en algunos sectores dentro de esta área. De modo que el agua de esta zona no es apta para consumo humano. La moda de los valores excedidos van desde el límite aceptable hasta 900, 700 y 3400 mg/l, para cloruro, dureza y residuo seco respectivamente.

Una vez evaluada la aptitud para consumo humano se ha estudiado la posibilidad para otros usos como agricultura y ganadería. Para el primer caso, según las normas Riverside, la mayor parte del área se caracteriza por presentar “aguas utilizables para riego con precaución”, separándose de esta situación tres muestras que se califican como “aguas de buena calidad aptas para riego” y dos como “no aptas”. Se puede observar en la Figura 5, la distribución de los valores de RAS en el área de estudio.

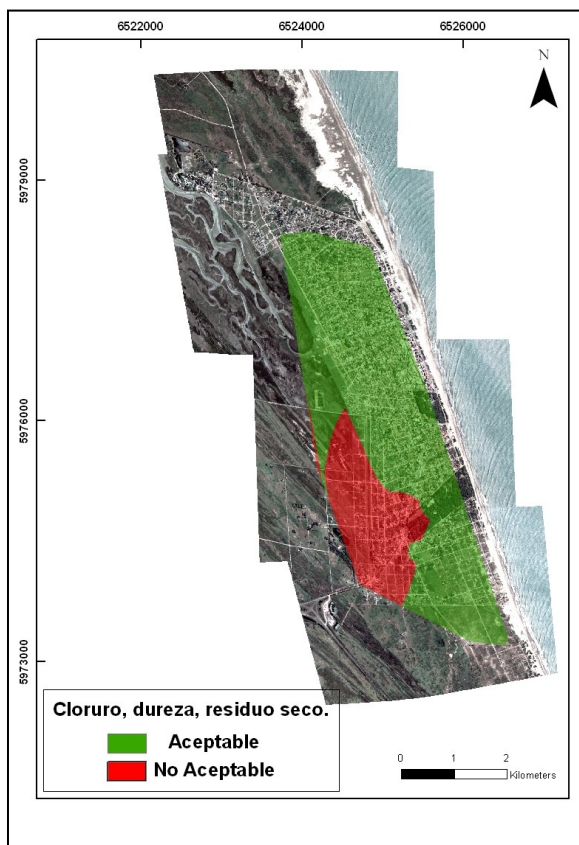


Figura 4. Zona con cloruro, dureza y residuo

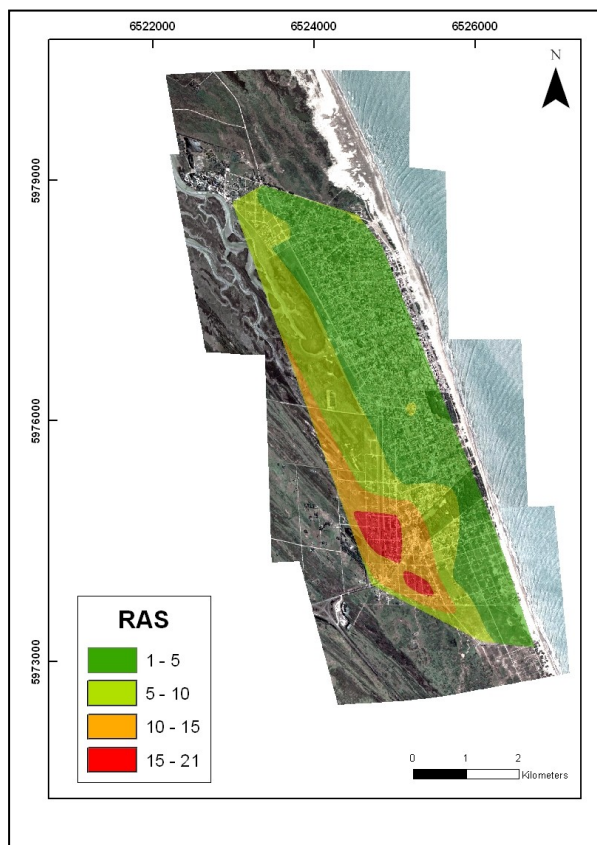


Figura 5. Distribución del RAS

En cuanto a la ganadería, teniendo en cuenta los valores de salinidad del agua, la mayor parte del área se encuentra en la categoría de “excelente”, aptas para toda clase de ganado y aves de corral, con valores menores a 1.5 dS/m. Más restringida resulta la categoría de calidad “muy satisfactoria”, con salinidad entre 1.5 y 5 dS/m, apta para todas las clases de ganado y aves de corral, aunque pueden provocar ciertos trastornos digestivos temporales. Por último se reconocen sólo 4 pozos con agua “satisfactoria para el ganado” con las mismas restricciones que el caso anterior, pero “no apta para aves”, cuyos valores oscilan entre 5 y 8 dS/m.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican, en forma generalizada, la fuerte influencia que tienen los ambientes morfológicos representados por el cordón costero y llanura continental, en la calidad química natural del agua subterránea y consecuentemente en las posibilidades de uso.

En el primer caso el agua muestra valores aceptables para la mayoría de los usos, resultando una restricción el alto contenido natural de hierro y manganeso para el consumo humano. Los contenidos altos de nitratos, nitrito y amonio se refieren a problemas puntuales de contaminación orgánica. En la llanura continental predominan aguas no aceptables para uso humano y en algunos casos pueden presentar una baja calidad para uso agrícola.

CONCLUSIONES

En el área analizada se deben diferenciar sectores de acuerdo a la calidad del agua y distintas posibilidades de uso.

Existe una diferenciación en la calidad del recurso según el ambiente geomorfológico en que se encuentra la fuente. En coincidencia con el cordón costero, los contenidos de cloruro, dureza, y residuo se encuentra por debajo de los límites máximos recomendados. El hierro y manganeso presenta sectores dentro de este ambiente con valores que exceden dichos límites. Los valores altos de manganeso poseen una distribución areal mayor que el hierro sobre el cordón costero.

En la llanura continental las concentraciones de cloruro, dureza y residuo seco en conjunto, se encuentran sobrepasando el límite de potabilidad. En este caso las zonas con alto valor en hierro son algo mayores a los sectores con manganeso elevado.

Los tenores de flúor son deficientes en casi toda el área estudiada independientemente del ambiente. Los casos de nitratos, nitritos y amonio, son de escala puntual y se deben relacionar con problemas de contaminación en los sectores urbanizados.

La distribución areal de los elementos analizados no ha mostrado diferencias significativas en cada uno de los periodos evaluados.

El procedimientos S.I.G representa una herramienta de utilidad para la interpretación espacio-temporal de los datos de calidad química y resulta un complemento valioso para la planificación y manejo de una gestión racional del agua subterránea en la zona estudiada.

REFERENCIAS

COLACELLI, Norberto A. Calidad de agua para bebida animal. Revista Producción. Abril 1997. Disponible en <http://www.produccion.com.ar>. Acceso el 21/jun/2007.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES (CFI) en convenio de cooperación horizontal con el Servicio de Hidrografía Naval, Departamento de Oceanografía. Gerardo Parker-Roberto Violante Evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo de la Región Costera Atlántica de la Provincia de Buenos Aires Regiones I y II Punta Rasa-Punta Médanos. Provincia de Buenos Aires Informe Final. Tomo II. Geología y Geomorfología. 1989

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES (CFI). Evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo de la Región Costera Atlántica de la Provincia de Buenos Aires Región I Punta Rasa-Punta Médanos. Informe Final. Tomo I. Hidrología Subterránea. 1990a.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES (CFI). Graciela Castro. Evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo de la Región Costera Atlántica de la Provincia de Buenos Aires Región I Punta Rasa-Punta Médanos. Tomo IV Caracterización climática y Balance Hidrológico. Informe Final. 1990b

CUSTODIO Emilio y LLAMAS Manuel Ramón. Hidrología Subterránea. Tomo II, pp.1884-1896. 1996

GONZÁLEZ ARZAC Ricardo; VIZCAÍNO Alejandro y CAMPOS ALFONSO Francisco. Acuíferos Costeros de la Provincia de Buenos Aires, Sector Punta Rasa-Punta Médanos. Hidrogeología, Hidrodinámica e Hidráulica. Consejo Federal de Inversiones, Colección: Hidrología Subterránea N° 4. ISBN 950-9899-66-6. 1992

GONZÁLEZ, Nilda. Los ambientes hidrogeológicos de la Provincia de Buenos Aires. En: R de Barrio, R, Etcheverry, M, Caballé y E, Llambías (eds): Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, Buenos Aires, pp. 359 – 374. 2005.

INDEC, Censo Nacional de población y viviendas. 2001

KRUSE, Eduardo, LAURENCENA Patricia, VARELA Laura, ROJO Adolfo y DELUCHI Marta. Hydrological characterization of the brackish - fresh water relationship in different morphological environments of the province of Buenos Aires, Argentina. Geological Survey of Spain. Series on Hydrogeology and Groundwater (18 SWIM): 15: 305 - 312. 2005.

PEÑA LLOPIS, Juan. Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio. Editorial Club Universitario. Universidad de Alicante. España. 2005.

SALA, José.; GONZÁLEZ Nilda; HERNÁNDEZ Mario; MARTÍN DE ULIANA Elena; CHELI Ezio y KRUSE Eduardo. Factibilidad de provisión de agua subterránea a la localidad de San Clemente de Tuyú-El Tala. Provincia de Buenos Aires. Informe técnico. Convenio Cátedra de Hidrogeología. Facultad de Ciencias Naturales- Cooperativa de Obras Sanitarias de San Clemente del Tuyú. 1976.