

Diagnóstico del Estado Ambiental de los Sistemas Acuáticos Superficiales del Departamento de Canelones

Volumen II: Lagos del Sector Suroeste del Departamento



Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua (PEDCA)
Informe Desarrollo de Línea de Base sobre Calidad de Agua 2008-2009



Facultad de Ciencias
Universidad de la República



comuna
canaria

Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua

Diagnóstico del Estado Ambiental de los Sistemas Acuáticos Superficiales del Departamento de Canelones

Volumen II: Lagos del Sector Suroeste del Departamento

Comuna Canaria

República Oriental del Uruguay

Intendente Departamental de Canelones

Dr. Marcos Carámbula

Secretaría General

Prof. Yamandú Orsi

Autores del informe: Guillermo Goyenola, Sandra Acevedo, Irene Machado, Néstor Mazzeo.

Responsable PEDCA: Lic. Guillermo Goyenola (MSc.) (Dirección General de Gestión Ambiental, Comuna Canaria) 2008-2010; Centro Universitario Regional del Este/Facultad de Ciencias, Universidad de la República 2010-2011.

Equipo técnico responsable: Ing. Quím. Sandra Acevedo, Lic. Guillermo Goyenola, MSc., Lic. Irene Machado

Apoyo de campo: Daniel Bocca, Jorge Laclau, Nicolás Fraquio, Roberto Martínez, Cesar Pereyra; Coordinación: Carlos Dogliotti (Cuerpo Inspectivo Canario)

Análisis de Laboratorio: Ing. Quím. Sandra Acevedo, Lic. Guillermo Goyenola, MSc., Lic. Irene Machado (Dirección General de Gestión Ambiental, Comuna Canaria); Q.F. María del Carmen García (Gerente de Sector); Q.F. Yolanda Garbarino, Dr. Veterinario Juan Cabrera (Directores de División Técnica); Ana Calviño, Sandra Piriz, Andrea Battaglino, Susana Suarez (Ayudantes), Yudith Meneses, Ivonne Moreno (Auxiliares). (Laboratorio de Bromatología, IMC; período 2008-2009)

Grupo de Investigación en Ecología y Rehabilitación de Sistemas Acuáticos, Facultad de Ciencias-Centro Universitario Regional Este, Universidad de la República:
Responsable: Dr. Néstor Mazzeo. Lic. Guillermo Goyenola (MSc.). Análisis de laboratorio: Lic. Soledad García.

Situación general de los lagos del sector suroeste del Departamento

Los sistemas lacustres del sector suroeste del Departamento (Ciudad de la Costa, Parque Miramar, Paso Carrasco, Parque Roosevelt), surgieron como consecuencia de la extracción de áridos (arena) a partir de mediados del Siglo XX. Estos sistemas acuáticos artificiales se formaron entonces por infiltración desde la napa freática, sobre un sustrato arenoso muy poroso (acuífero libre) y originalmente con una baja carga de nutrientes y materia orgánica.

Como lagos artificiales generados por infiltración, la gran mayoría no cuentan con conectividad hídrica superficial permanente con otros sistemas acuáticos. Las excepciones a este patrón general serían el lago ubicado sobre la calle Buenos Aires y Avda. Giannattasio, que recibe los aportes de un afluente en su sector norte y a partir del cual, nace el Canal Artigas que desemboca en el Río de la Plata, además el Lago ubicado en Parque Miramar junto al Puente de las Américas, quien presentaría conectividad superficial con el Arroyo Carrasco.

Se cuenta con información histórica limitada y fraccionada sobre las características físico-químicas y biológicas de estos sistemas. Son diversos en sus morfometrías y batimetrías, resultando generalmente profundos (> 5m), habiendo registros de 14 metros de profundidad para el lago Botavara (Avda. de las Américas, Racine, Calcagno, Kennedy). Presentan diversos usos, incluyendo el recreativo (baño, navegación, pesca, etc.), industrial (particularmente en la zona de Paso Carrasco).

La normativa actual¹ establece que los lagos originados por la explotación de arenas son “Zonas Protegidas” con “interés paisajístico y/o ecológico”, “de interés patrimonial departamental” y “patrimonio ecológico y paisajístico departamental”. Si bien poseen un importante valor inmobiliario, no presentan interés para la conservación biológica (Informe Geo Canelones 2009, PNUMA-Comuna Canaria), por lo que se plantea su gestión ambiental como sistemas integrados al contexto urbano.

Se han reportado síntomas de una acentuada degradación ambiental desde la década del 80 (ej. Pintos et al. 1986). El problema generalizado es la **eutrofización** o aumento de la carga de nutrientes (particularmente fósforo y nitrógeno), lo que determina el incremento de la productividad biológica (Fig.1 y 2). Un lago eutrófico debe ser entendido como un campo regado y fertilizado, donde sin duda germinarán las semillas presentes. En otras palabras, en sistemas lacustres con concentraciones de nutrientes tan elevadas, es esperable el desarrollo explosivo (floración o *bloom*) de organismos fotosintéticos, ya

¹ Art. 15, 62 y 63 del Decreto 40/02 de la Junta Departamental de Canelones y Decreto 43/02 modificativo de parte de Arts.12 y 13 del mencionado Decreto, sobre Ordenanza Marco de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de la Costa y Área de Influencia Local

sean plantas, algas macroscópicas u organismos fotosintéticos microscópicos (fitoplancton). Para los lagos considerados en el presente informe, la eutrofización se expresa por *blooms* fitoplactónicos o de plantas flotantes libres, mientras algunos de los lagos presentan alternancia entre estos dos estados (Fig. 3 y 4).

El hecho de ser lagos profundos es un factor que repercute significativamente sobre la calidad de agua, ya que la zona profunda puede actuar como sumidero de sustancias químicas. Los eventos de mezcla de la columna de agua ocasionados por vientos, determinan la homogeneización vertical de la columna de agua, pudiendo hacer disponible nuevamente los nutrientes en las capas superficiales. Este tipo de fenómenos de retención y liberación de nutrientes y contaminantes son causantes de fuertes variaciones temporales en la calidad de agua.

Existen claras evidencias de que los lagos presentan una importante conectividad hídrica subterránea. En primer lugar existen lagos con afluentes superficiales y sin efluentes, que no varían significativamente su nivel (ej. lago del Jardín del Bosque de Lagomar). En segundo lugar, se registraron sistemas que no poseen afluentes superficiales ni urbanización asociada directamente con claros síntomas de estado eutrófico/hipereutrófico (ver lago del Parque Roosevelt). Este último ejemplo demuestra que los nutrientes, son transportados extensivamente en la napa freática.

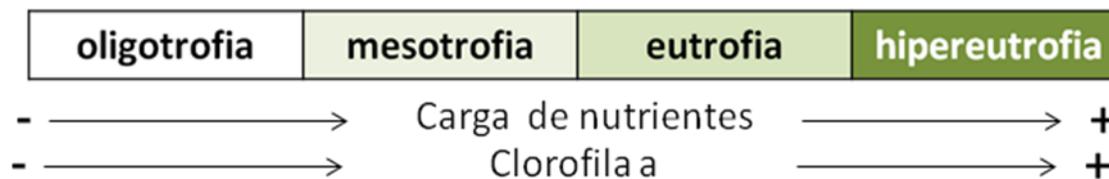
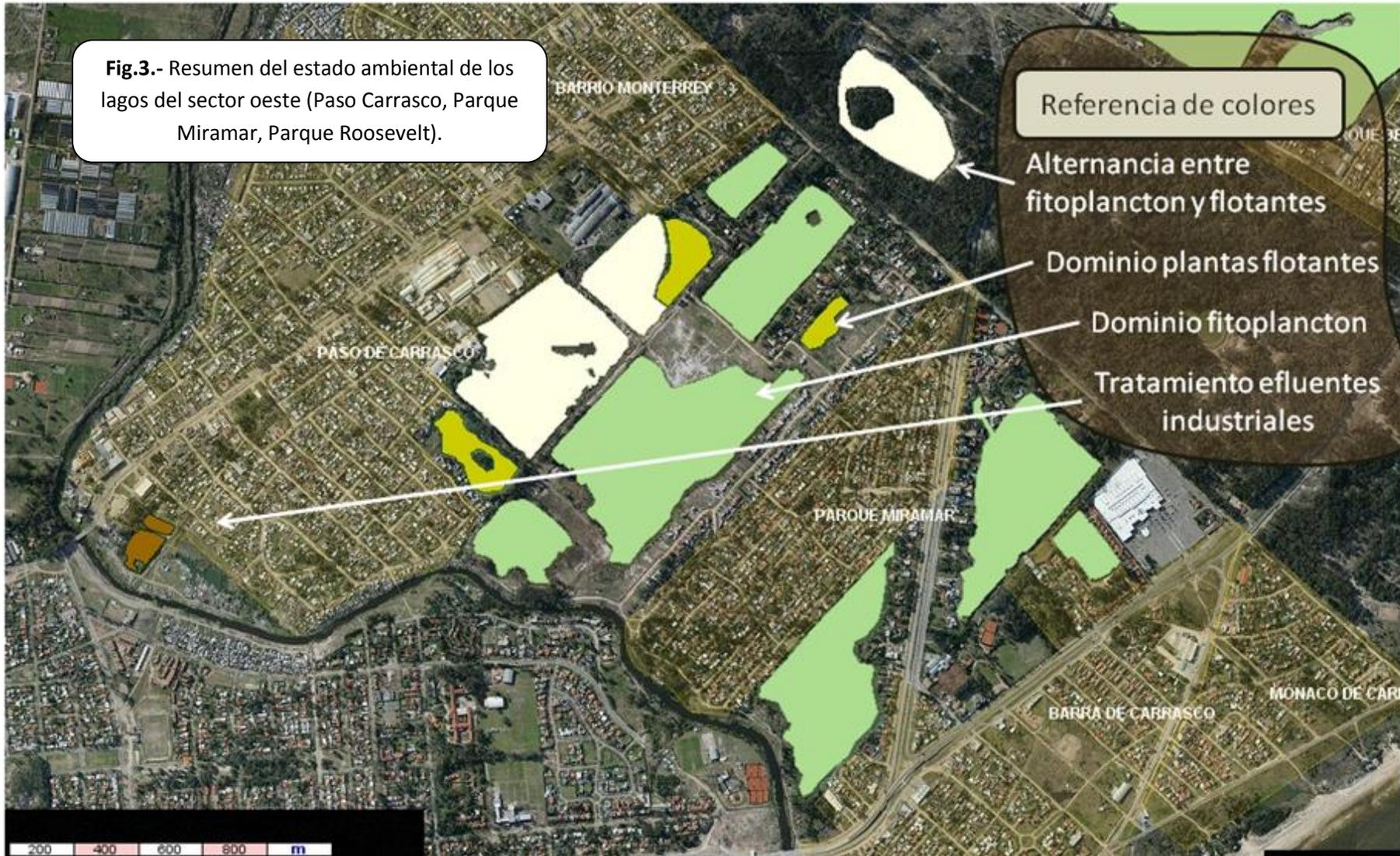


Fig1.- Estado trófico de un lago: A medida que aumenta la concentración de nutrientes en el agua (particularmente fósforo y nitrógeno), la capacidad del ecosistema para sustentar vida crece. El incremento desmedido de los nutrientes involucran importantes modificaciones tanto en la estructura biológica del ecosistema como en su funcionamiento (ej. posibilidad de mortandades masivas de peces, generación de sustancias tóxicas, etc.).

Fig. 2.- Porcentaje de veces en que cada lago ha sido clasificado como eutrófico o hipereutrófico. Para esta clasificación se tomaron únicamente los datos de fósforo total y clorofila *a* para los muestreos de octubre de 2008 y marzo 2009 del PEDCA (Carlson 1977), así como publicaciones de investigadores de la UDELAR.



Los resultados aquí expuestos se encuentran fuertemente influenciados por la accesibilidad de los sistemas para su estudio. Debe tenerse en cuenta que aún en los lagos que han sido muestreados pero no han sido clasificados como eutróficos, se han detectados eventos de floraciones cianobacterianas potencialmente tóxicas en alguna oportunidad.



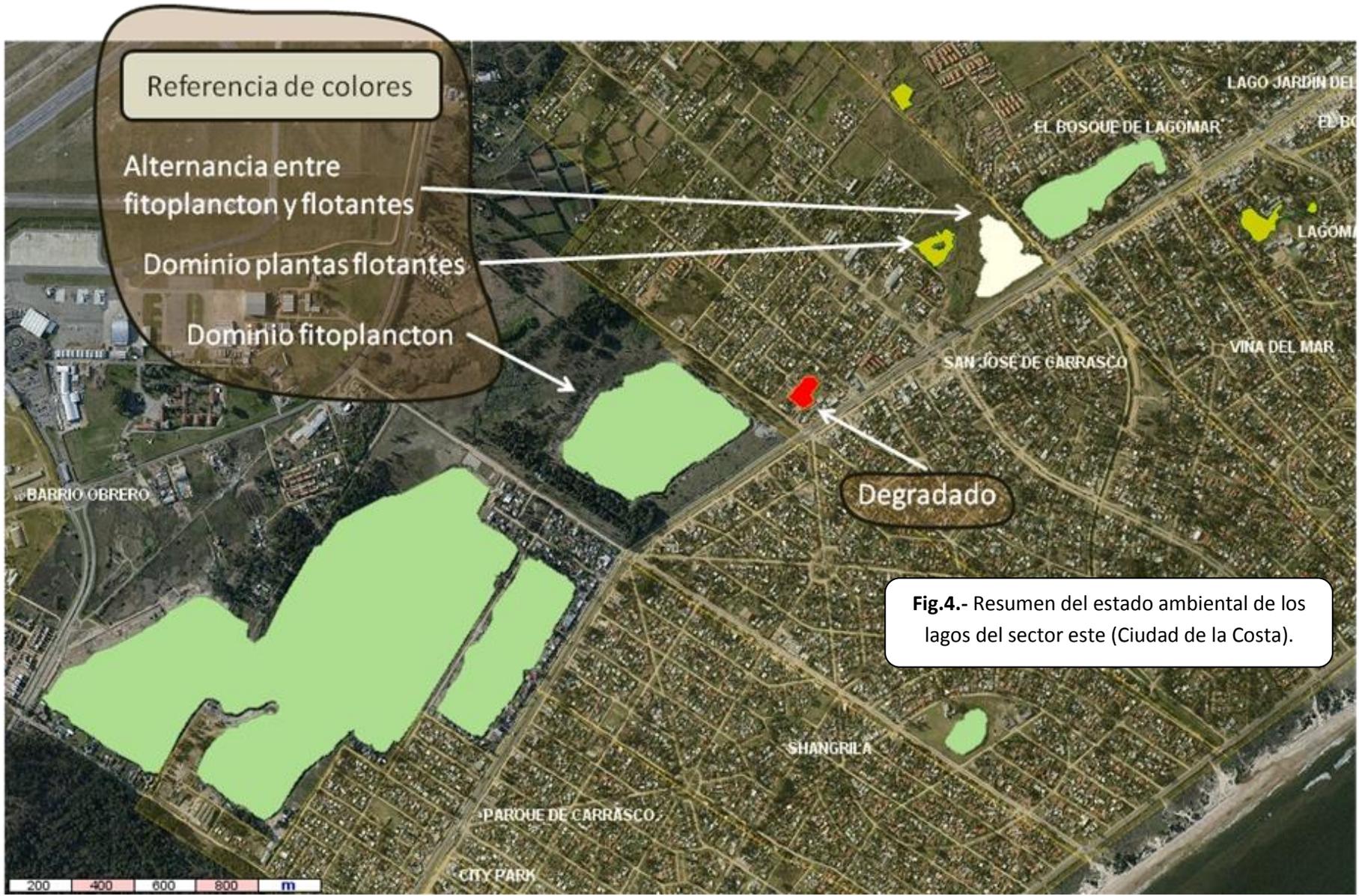
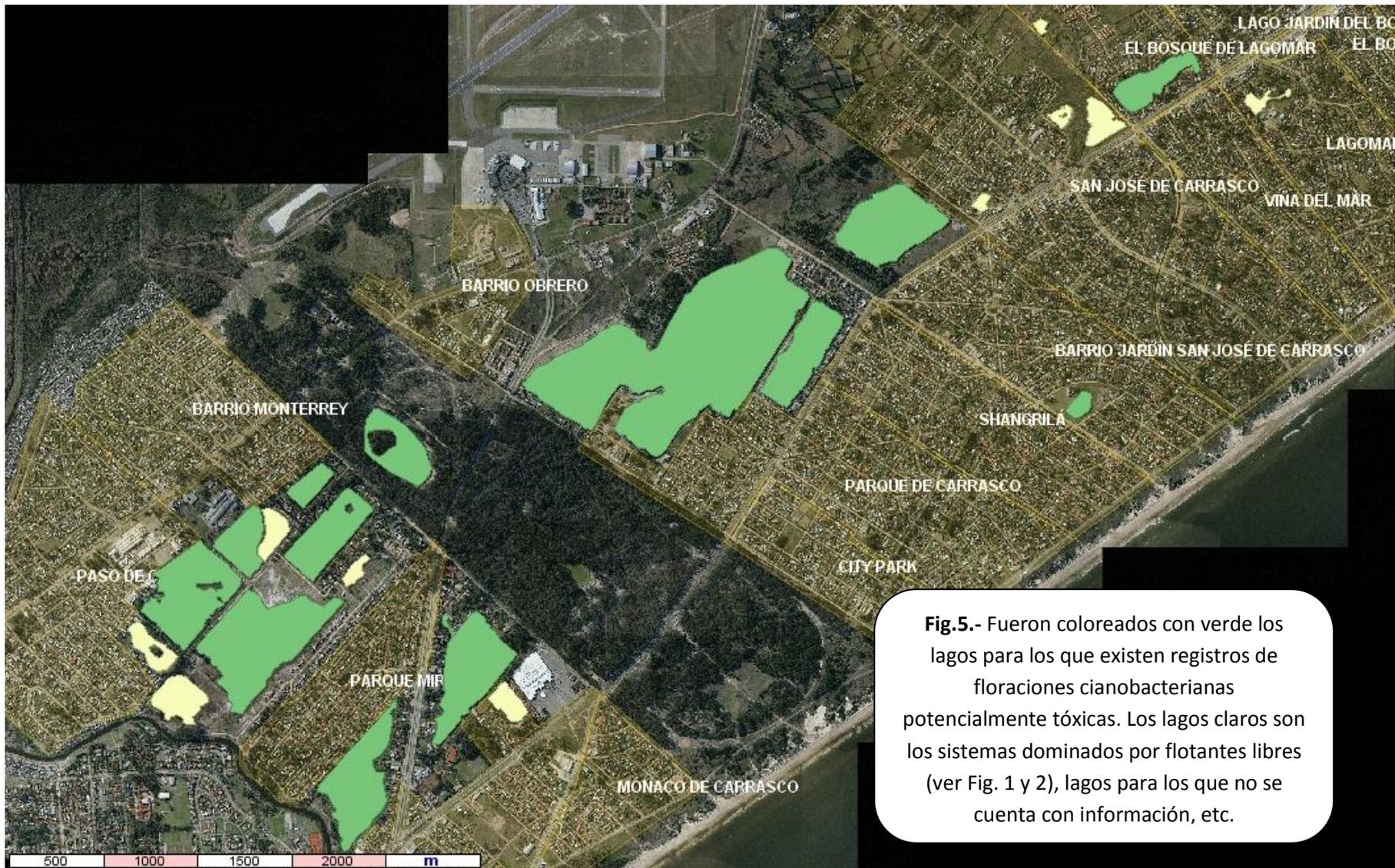


Fig.4.- Resumen del estado ambiental de los lagos del sector este (Ciudad de la Costa).

Otras problemáticas registradas y denunciadas han sido el vertimiento directo de aguas cloacales e industriales, así como disposición irregular de residuos sólidos. No se encontró contaminación fecal de los lagos (Decreto 253/79 y modificativos), aunque si una tendencia al aumento de la concentración en los lagos pequeños con poblaciones residentes de gansos (Lago de Calcagno y Gestido, invierno 2008). Algunos lagos presentan actividad agrícola en sus cuencas con uso intensivo de fertilizantes (aplicación periódica de nutrientes). Se han registrado también la ocurrencia de vertidos accidentales y esporádicos de hidrocarburos en las cuencas de los lagos. Por último cabe mencionar la presión urbanística e inmobiliaria a la que están sometidos tanto los lagos como sus cuencas. Una gran cantidad de tensiones sobre la calidad de agua se asocian a este tipo de actividad, la que a su vez, en un contexto de adecuado control por parte del estado, abre la posibilidad de desarrollar nuevas estrategias de gestión del territorio. Sin considerar los ya mencionados vertidos directos, debe tenerse en cuenta la llegada de contaminantes asociados a los eventos de lluvia (ej. lavado de calles y rutas), el relleno de lagos, la abundancia de animales de cría (ej. gansos), entre muchos otros.

Lagos con dominio fitoplanctónico

En los ambientes eutróficos profundos y expuestos al viento no es posible el desarrollo extensivo de plantas o algas sumergidas o flotantes, por lo que la elevada carga de nutrientes se expresa a través del crecimiento de organismos microscópicos. En la mayor parte de los lagos bajo análisis es frecuente el predominio de cianobacterias, lo que involucra serios inconvenientes asociados a su capacidad de producción de sustancias tóxicas (cianotoxinas), que representan un riesgo tanto para la salud humana como la ambiental (Chorus & Bartram 1999, Tarczynska et al. 2001) (Fig. 5 y 6). Entre estos organismos se conocen especies productoras de toxinas con efecto hepatotóxico, neurotóxico, irritante dérmico y cancerígeno (Chorus & Bartram 1999). En todo Uruguay, así como en la zona analizada son frecuentes especies que ya han causado decenas de muertes en países limítrofes (Jochimsen et al. 1998, Azevedo et al. 2002). Para los lagos mencionados existen múltiples registros de cianobacterias potenciales productoras de microcistina, toxina hepátotóxica y cancerígena (ej: Bonilla et al. 1995, Vidal & Kruk 2008). También ha sido registrada la cianobacteria invasora *Cylindrospermopsis raciborskii*, que es capaz de producir cilindrospermopsina una toxina con efectos sobre el hígado y el riñón, además de toxinas que interfieren en la comunicación nerviosa (saxitoxina, anatoxina-a) (Vidal & Kruk 2008). La condición eutrófica, interfiere entonces significativamente con los usos de los sistemas y se constituyen como un grave riesgo ambiental y sanitario. Desde el punto de vista ambiental, el dominio fitoplanctónico involucra un incremento superlativo de la variabilidad ambiental (ej. pH día > 9, pH noche < 7; saturación oxígeno disuelto día >> 100 %, saturación oxígeno disuelto noche ≈ 0%), lo que provoca la disminución de la diversidad biológica debido a la desaparición de especies susceptibles y el desarrollo explosivo de pocas especies tolerantes. Debe tenerse en cuenta de que la composición de especies fitoplanctónicas resulta sumamente variable en el tiempo, no siendo esperable la permanencia indeterminada de una especie en un lago, más allá de que la especie sea esta tóxica o no lo sea.



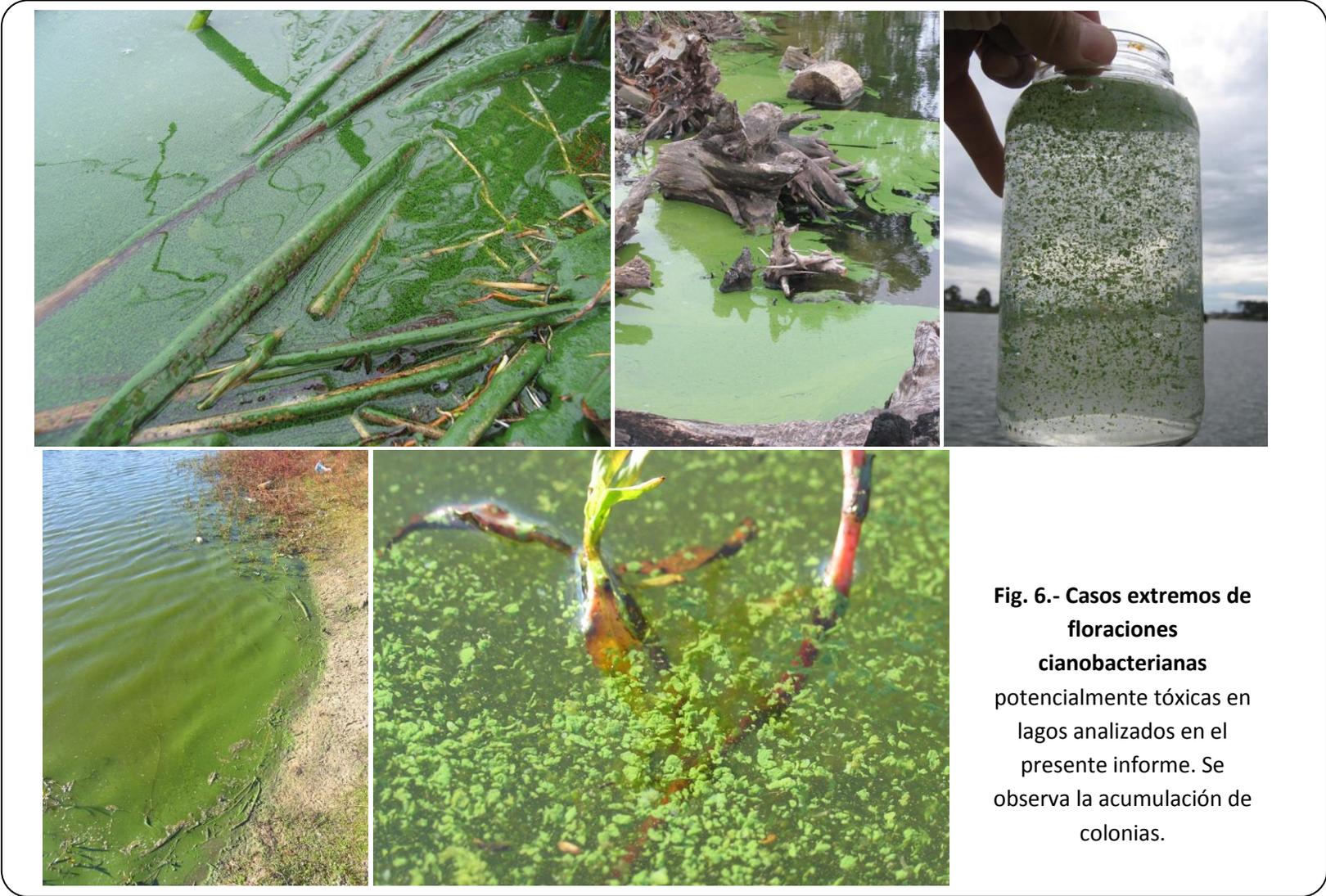


Fig. 6.- Casos extremos de floraciones cianobacterianas potencialmente tóxicas en lagos analizados en el presente informe. Se observa la acumulación de colonias.

Lagos con dominio de plantas flotantes libres

En los lagos con menor área, mayor tiempo de residencia del agua y protegidos de la acción del viento, la productividad primaria se expresa en el desarrollo de comunidades de macrófitas² flotantes (camalotes, repollitos de agua, lentejas de agua, etc.) (Fig. 7). Desde el punto de vista ambiental, una cobertura extensa de plantas flotantes genera un efecto “tapa” que reduce o imposibilita mecánicamente el intercambio de oxígeno con la atmósfera y limita la producción *in situ* por fotosíntesis en función de la sombra generada. La columna de agua presenta típicamente tenores de oxígeno disuelto muy bajos durante el día, frecuentemente alcanzando la ausencia total durante la noche. Estas condiciones ambientales imposibilitan la supervivencia de los organismos dependientes de oxígeno, por ejemplo los peces. Los usos recreativos del lago se ven fuertemente afectados.



Fig. 7.- Lagos de la zona bajo análisis dominados por plantas flotantes.

² Macrófita: plantas o algas macroscópicas.

Sistemas degradados

A la altura del km 20 de la Avda. Giannattasio se encuentra un lago profundamente degradado por relleno con materiales de diverso origen y residuos sólidos urbanos (Fig. 8). Se considera que este sistema no es recuperable, siendo una fuente de contaminación tanto de la napa freática, como del entorno fuertemente urbanizado en el que se encuentra. Resulta imperioso y urgente por razones ambientales y de salud pública, completar el relleno del lago con materiales inertes (ej. arena). Difícilmente pueda asegurarse que luego del relleno de ese predio, las condiciones resulten ambientalmente adecuadas para el establecimiento de viviendas.



Conclusiones generales

Los lagos del sector suroeste del departamento presentan múltiples presiones sobre su calidad ambiental, resultado del entorno urbanizado en el que se encuentran. Las problemáticas encontradas no son ajenas a la de los lagos urbanos de todas partes del mundo.

En función de la conectividad subterránea existente entre los lagos, es esperable que las actividades en el territorio generen consecuencias sobre la calidad de agua en sectores relativamente distantes. Esto debe lograr reflejarse en una normativa y controles acordes. Se espera que las obras de drenaje pluvial y saneamiento de Ciudad de la Costa disminuyan el aporte de nutrientes a los lagos en cuestión. Sin embargo, la amplia mayoría de los sistemas se encuentran en sectores no cubiertos por las obras. En el actual escenario de cambio climático es esperable la intensificación de la problemáticas derivadas de la eutrofización.

Resulta imprescindible construir las capacidades institucionales para establecer un plan permanente de monitoreo que permita desarrollar planes de gestión y rehabilitación a largo plazo, tomar medidas de gestión temprana frente al surgimiento de problemas, así como alertar a la población frente a los riesgos ambientales existentes. En particular en casos de dominio de cianobacterias potencialmente tóxicas, en aguas utilizadas para recreación por contacto directo (Organización Mundial de la Salud; Chorus & Bartram 1999, Bartram & Rees 2000, Chorus et al. 2000). Ejemplos en el país de este tipo de sistemas de alerta son la utilización de bandera roja con cruz verde realizada por la Intendencia de Montevideo y las alertas de Mareas Rojas realizadas por la DINARA/MGAP.

Informar a la población sobre de la condición ambiental de los lagos es la única forma de disminuir los riesgos asociados a la utilización de los mismos.

Bibliografía citada:

- Azevedo, S.M.F.O., W.W. Carmichael, E.M. Jochimsen, K.L. Rinehart, S. Lau, G.R. Shaw & G.K. Eaglesham. 2002. Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru/Brazil. *Toxicology* 181/182: 441-446.
- Bartram, J. & G. Rees (ed.). 2000. *Monitoring bathing waters: A practical guide to the design and implementation of assessments and monitoring programmes*. UNESCO, WHO and UNEP by E&FN Spon, London.
- Bonilla, S., M. Pérez & L. De León. 1995. Cyanophyceae plactónicas del lago Ton-ton, Canelones, Uruguay. *Hoehnea* 22: 183-190.
- Carlson, R.E. 1977. A Trophic State Index for Lakes. *Limnology and Oceanography* 22: 361-369.
- Chorus, I. & J. Bartram (ed.). 1999. *Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management*. UNESCO, WHO and UNEP by E&FN Spon, London.
- Chorus, I., I.R. Falconer, H.J. Salas & J. Bartram. 2000. Health risks caused by freshwater cyanobacteria in recreational waters. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews* 3: 323 - 347.
- Jochimsen, E.M., W.W. Carmichael, J. An, D.M. Cardo, S.T. Cookson, C.E.M. Holmes, M.B. Antunes, D.A. de Melo Filho, T.M. Lyra, V.S.T. Barreto, S.M.F.O. Azevedo & W.R. Jarvis. 1998. Liver failure and death after exposure to microcystins at hemodialysis center in Brazil. *The New England Journal of Medicine* 338: 873–878.
- Pintos, W., R. Sommaruga, O. Alfonso, R.D. Leon & D. Conde. 1986. Reporte limnológico: Estado de la eutrofización del Lago Jardín (Canelones, Uruguay). pp. 9, Secc. Limnología, FHC, Montevideo.
- Tarczynska, M., G. Nalecz-Jawecki, Z. Romanowska-Duda, J. Sawicki, K. Beattie, G. Codd & M. Zalewski. 2001. Tests for the toxicity assessment of cyanobacterial bloom samples. *Environmental Toxicology* 16: 383-390.
- Vidal, L. & C. Kruk. 2008. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) extends its distribution to Latitude 34°53'S: taxonomical and ecological features in Uruguayan eutrophic lakes. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 3: 142-151.