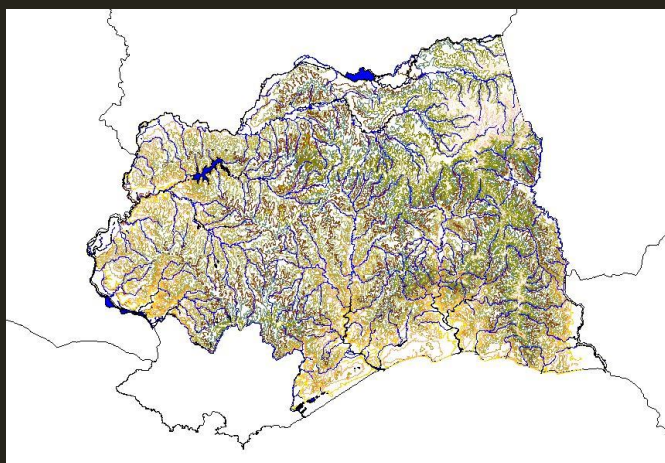


Diagnóstico del Estado Ambiental de los Sistemas Acuáticos Superficiales del Departamento de Canelones

Volumen I: Ríos y Arroyos



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 I: Ríos y Arroyos

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.

Febrero 2011

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 y Aguas, 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.

Diagnóstico del Estado Ambiental de los Sistemas Acuáticos Superficiales del Departamento de Canelones Ríos y Arroyos

De acuerdo a la Ley Orgánica de los Gobiernos Departamentales son competencias propias
“la vigilancia y demás medidas necesarias para evitar la contaminación de las aguas”

(Art. 35, Ley nº 9.515 del 28/10/1935).

La recientemente promulgada Ley de Política Nacional de Agua establece la obligatoriedad del desarrollo
de planes de gestión de las aguas a nivel de cuenca y acuífero, tanto a escala nacional, regional y local

(Ley nº 18.610 del 2/10/2009).

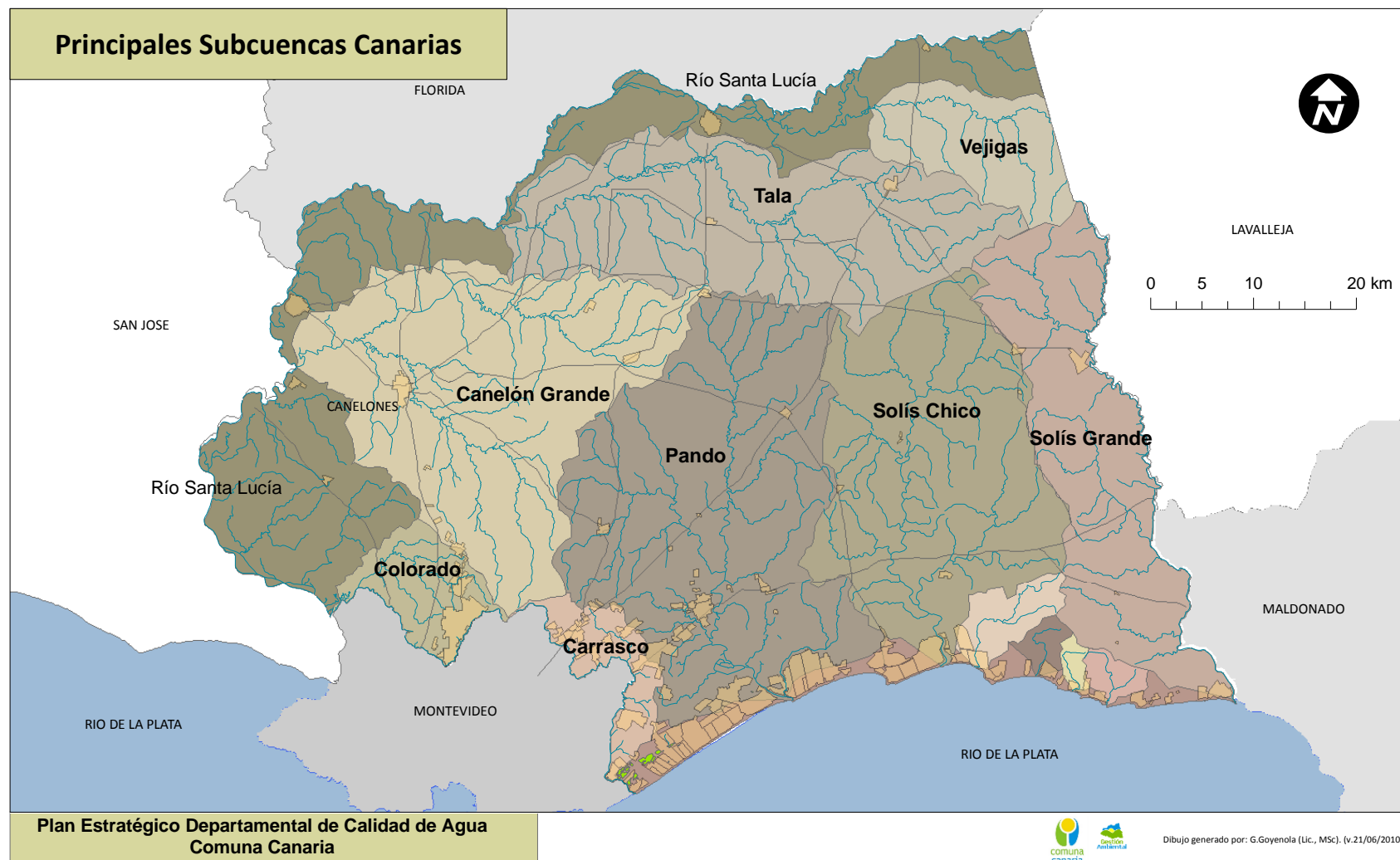
Introducción

Los problemas ambientales responden a realidades territoriales, económicas, socioculturales y ecológicas específicas y difícilmente puedan ser resueltos con la simple aplicación de paquetes tecnológicos desarrollados en otras latitudes. Hasta el 2008, la carencia de conocimiento sobre la calidad de agua en Canelones, hacía imposible realizar diagnósticos mínimos, evaluar riesgos ambientales, prever el surgimiento de nuevas problemáticas o confrontar alternativas de ordenamiento territorial sobre la luz de las implicancias sociales y ecosistémicas a corto, mediano y largo plazo. Darle adecuada dimensión a la generación de conocimiento, resulta entonces clave en una gestión ambiental moderna y es sustento indispensable de un modelo de desarrollo sustentable.

En este contexto, delineó el **Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua (PEDCA)** sobre **cuatro ejes temáticos: 1)** Monitoreo ambiental ciudadano, **2)** Programas institucionales de monitoreo ambiental, **3)** Generación de una línea de base sobre calidad/estado de los sistemas acuáticos dulceacuícolas canarios y **4)** Desarrollo de biomarcadores-bioindicadores de calidad de agua. La gestión integrada del agua y la cuenca y el acuífero como unidades de gestión, se constituyen como **ejes transversales** en el desarrollo del PEDCA.

El presente informe resume aspectos centrales del análisis de la información generada en el desarrollo de la línea de base sobre calidad/estado de los sistemas acuáticos dulceacuícolas canarios. Si bien el presente manuscrito integra gran cantidad de información de carácter técnico, se ha intentado ayudar la comprensión mediante soporte gráfico y códigos tipo semáforo (verde: bien, rojo: mal), en todos los casos en que fuese posible. Se excluyen del presente los lagos de la zona suroeste del Departamento, y la Laguna del Cisne (cuenca baja del Arroyo Pando) para los que se realizarán informes específicos.

Los aproximadamente 4.500 km² del territorio canario drenan hacia el Río de la Plata a través de una profusa red hídrica. Casi el 50,9 % de la superficie del Departamento (aproximadamente 2.300 km²) aportan a la cuenca del Río Santa Lucía, que abarca también los departamentos de Lavalleja, Florida, Flores, San José y Montevideo. Esta cuenca integra en Canelones las cuencas del A° Canelón Grande (725 km²), la del A° Tala (610 km²), el sector medio y bajo de la Cuenca del A° Vejigas (175 km²) y el sector norte de la cuenca del A° Colorado (111 km²), además de una multiplicidad de pequeños tributarios (Las Brujas, de Montañó, Juncal, entre otros) que suman 680 km². La cuenca totalmente canaria más extensa es la del A° Pando, con casi 840 km². De las restantes cuencas canarias, la del A° Solís Chico abarca 633 km², mientras de los casi 1.350 km² de la Cuenca del A° Solís Grande (compartida con Lavalleja y Maldonado), 457 km² corresponden a Canelones. Adicionalmente el territorio canario incluye el 40% (83 km²) de la cuenca del Arroyo Carrasco y una serie de pequeñas cuencas costeras, afluentes directas del Río de la Plata (A°s Sarandí, El Bagre, La Tuna, Coronilla) con un total algo superior a los 200 km².



Generación de una línea de base sobre calidad/estado de los sistemas acuáticos dulceacuícolas canarios

Metodología

Las estaciones de monitoreo fueron seleccionadas en función de un análisis multicriterio (Cuadro I).

Cuadro I

Criterios generales:

- Cubrir todas las principales cuencas.
- Elección de sistemas de interés social/comunitario
- Elección de sistemas o sectores con relevancia ambiental (ej: parques o áreas protegidas, interés para la conservación, etc.)
- Considerar regiones con usos más exigentes del recurso (ej. potabilización)
- Sitios analizados en estudios previos (información de referencia)
- Elección de microcuencas pareadas
- Accesibilidad.

Sistemas lóticos (ríos, arroyos, etc.):

- Establecer puntos antes y después de cada ciudad y afluente relevante.
- Considerar tomas de agua, vertimientos, actividad industrial, etc.
- Sistemas limítrofes o con solamente una parte de su cuenca en territorio canario: establecer un punto cercano a la entrada al territorio canario.

Sistemas lénticos (lagos, embalses):

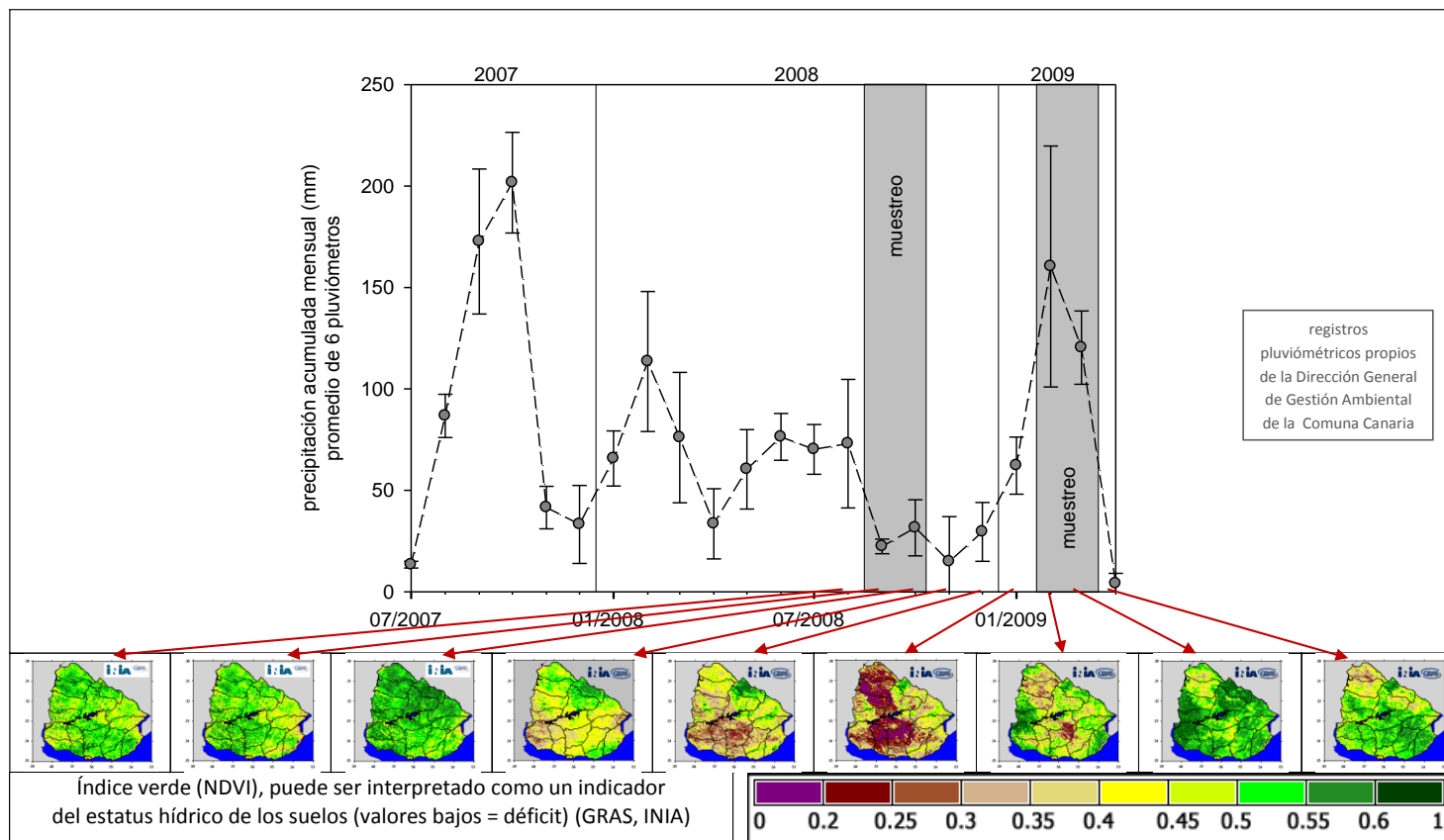
- Caracterización del sistema y de sus afluentes
- Incluir variabilidad vertical

Sobre esta base se definió un programa de muestreo abarcando todo el territorio canario con 130 puntos de muestreo (Anexo I), sin incluir los lagos del sector suroeste del Departamento (Ciudad de la Costa, Parque Miramar, Parque Roosevelt Y Paso Carrasco) y la Laguna del Cisne (Salinas-Marindia). Los muestreos fueron realizados entre el 3/9 y 11/10 de 2008 (invierno-primavera) y entre el 12/02 y el 2/04 de 2009 (verano-otoño). Las muestras fueron tomadas en todos los casos durante la mañana o las primeras horas de la tarde.

Las lluvias caídas en el país entre el mes de diciembre de 2007 y febrero de 2009, se encontraron por debajo de los promedios históricos. El efecto de la falta de lluvias provocó una disminución de la disponibilidad de agua en el suelo, que alcanzó un umbral crítico a partir de noviembre de 2008. Este contexto hídrico repercutió tanto en la cantidad de agua transportada por los sistemas de aguas corrientes, como en el tiempo de residencia del agua en sistemas lacustres y en consecuencia, sobre la calidad de agua. El muestreo de fines de invierno-principios de primavera de 2008 se realizó durante el período de menores lluvias del año, mientras el de fines de verano-principios de otoño se realizó en plena recuperación de las precipitaciones. Sin embargo, los efectos acumulativos de la sequía determinaron que la falta de agua fuese intensa durante el muestreo de verano-otoño, cuando varios cursos de agua se encontraron secos.

La selección de parámetros fisicoquímicos y biológicos a analizar, tuvo como objetivo la caracterización del estado ambiental de los sistemas. Se analizaron parámetros ambientales *in situ* (Tabla I), realizándose registro fotográfico de las inmediaciones. Para ríos y arroyos se tomaron muestras subsuperficiales por triplicado (centro del cauce y ambas márgenes). Para los lagos y embalses se tomaron también muestras por triplicado, evaluándose diferencias verticales (perfiles) de temperatura y oxígeno disuelto. De forma equivalente se evaluaron diferencias verticales en sectores con intrusión salina (ambientes estuarinos). Para los análisis *ex situ* (detallados en Tabla II), se integraron las 3 réplicas de cada sitio.

Se tomaron muestras sin replicación para análisis de DBO₅ (Part 500, Chapter 507; APHA 1985) y coliformes fecales termotolerantes (Part 900, Chapter 909C; APHA 1985), de acuerdo a la capacidad analítica del laboratorio de Bromatología de la Comuna. Para el muestreo realizado en verano de 2009, pudieron analizarse únicamente 4 muestras de DBO₅, debido a la rotura del oxímetro de laboratorio.



Las capacidades propias de la Comuna Canaria fueron complementadas mediante un Convenio de Colaboración con la **Facultad de Ciencias** de la **Universidad de la República** (Anexo II). El mismo posibilitó la utilización del equipamiento imprescindible (como embarcación con motor fuera de

borda), así como el procesamiento en laboratorio de las muestras de nitrógeno y fósforo (total y disuelto), clorofila a, sólidos totales en suspensión y materia orgánica en suspensión. Se contó con colaboración de la Prefectura Nacional Naval, en lo que tiene que ver con préstamo de chalecos salvavidas y otros implementos de seguridad para la navegación.

Tabla 1.- parámetros analizados *in situ*

Parámetro	Método	Observaciones
Oxígeno disuelto (OD)	Sensor YSI 55 (programa JICA/DINAMA)	3 réplicas. (En sistemas lénticos, perfil vertical de OD y temperatura)
Temperatura	Termómetro integrado sensor (OD)	3 réplicas (En sistemas lénticos, perfil vertical de OD y temperatura)
Conductividad	Sensor específico (WTW Cond 340i; sensor Tetra CON 325)	3 réplicas (En sistemas estuarinos, se evaluaron diferencias verticales)
pH	Sensor específico (WTW pH 340i; electrodo Sen Tix 41-3)	3 réplicas
Olor	Organoléptico	Se enjuagó un recipiente limpio e inodoro con el agua de la misma muestra y se llenó hasta la mitad. Bien cerrado, fue sacudido fuertemente. La determinación se realizó al menos por dos personas en cada punto, las que debieron consensuar la forma de describir el olor.
Color	Visual	Recipiente de vidrio transparente y bien limpio.
Presencia de aceites y/o espumas	Visual	
Presencia de especies exóticas invasoras	Registro visual	
Presencia de residuos sólidos	Visual	
Transparencia	Minidisco de Secchi	3 réplicas

Tabla II.- parámetros analizados *ex situ*

Parámetro	Método	Observaciones
Alcalinidad total	(2302 B; APHA 1989) (Titulación con H ₂ SO ₄ 0.02N, anaranjado de metilo como indicador)	El análisis de alcalinidad se realizó el mismo día de la toma de la muestra.
Sólidos totales en suspensión (STS)	(2540D; APHA 1989) (pesada del residuo resultante luego de evaporar y secar la muestra en estufa a 100°C)	
Materia orgánica en suspensión (MOS)	(2540D; APHA 1989) (diferencia entre los sólidos totales en suspensión y el residuo obtenido luego de calcinar la muestra a 500°C)	
Clorofila <i>a</i>	Método modificado de (Nusch 1980) e ISO 1992.	Estimador de la biomasa fitoplanctónica. Se tomaron muestras para análisis principalmente en lagos y embalses.
Nutrientes (fósforo y nitrógeno total y fracción disuelta)	(Valderrama 1981)	

Continuidad y permanencia del programa de monitoreo

Como corolario lógico del trabajo desarrollado, se ha delineado un **Programa Permanente de Monitoreo (PPM)** de calidad de agua con frecuencia mínima semestral, que involucra aproximadamente 50 puntos de monitoreo de los sistemas dulceacuícolas canarios. Este programa se ha ejecutado en **invierno de 2009 y verano de 2010**. En este marco se ha logrado incluir nuevas variables ambientales respecto a muestreos anteriores (ej. bioensayos, DQO), aumentar la capacidad de evaluación de metales pesados, etc. gracias a un **Convenio con el Servicio-Laboratorio de Calidad Ambiental de la Intendencia Departamental de Montevideo** (Anexo III).

El **PPM** debe integrar al monitoreo con frecuencia mínima semestral: 1) la repetición cada 4 años del programa de monitoreo intensivo realizado para el desarrollo de línea de base del PEDCA y 2) el programa de monitoreo de playas de Canelones

En oportunidad del comienzo del **PPM**, se convino el **monitoreo coordinado de las cuencas compartidas con Montevideo (Colorado-Las Piedras y Carrasco)**. Se pretende generar informes a nivel de cuenca elaborados en conjunto por las dos Intendencias involucradas, para lo que ya existe consenso a nivel técnico.

La información ya recogida en el marco del **PPM** no forma parte del presente informe.

Indicadores e Índices de calidad ambiental para los Sistemas Acuáticos Canarios

El análisis de los resultados del monitoreo ambiental, no resulta una tarea carente de dificultades. El apartamiento de algunos parámetros respecto a los estándares de la normativa, no indica necesariamente la existencia de problemas ambientales, pudiendo derivar de la interacción entre las condiciones ambientales particulares (ej. elevada temperatura, sequía) y las características propias de los sistemas. Adicionalmente, el análisis de variables no consideradas en la normativa, también contribuye al diagnóstico de problemáticas ambientales y al conocimiento del funcionamiento de cada sistema. Así, un aumento de la conductividad puede resultar buen indicador de la ocurrencia de vertimientos para algunos sistemas, mientras para otros únicamente se relaciona con intrusiones de aguas salobres del Río de la Plata. Adicionalmente, no debe perderse de vista que los fenómenos ambientales resultan de la interacción entre diversas variables.

El desarrollo de indicadores permite simplificar y cuantificar fenómenos complejos, constituyéndose en una importante herramienta en la comunicación de la información científica y técnica (Tabla III). La utilización de indicadores puede facilitar no sólo la transformación de datos en información relevante, sino también la formulación de estrategias para la planificación y la formulación de políticas. Desde el punto de vista de su funcionalidad un indicador es un instrumento útil para medir variaciones y posibilitar comparaciones. Adicionalmente, una elección adecuada de indicadores, permite lograr diagnósticos rigurosos, minimizando el número de variables a ser evaluadas, así como los costos asociados a los programas de monitoreo.

Para facilitar aún más la transmisión de conceptos técnicos complejos proporcionando ideas intuitivas de la calidad o condición ambiental, la información fue sintetizada integrando numéricamente varios indicadores en función del nivel de incumplimiento con los estándares ambientales.

Tabla III.- indicadores de condición aplicados

Parámetro ambiental	Indicador de	Característica	Obs.
Concentración de oxígeno disuelto en agua (mg/L) y % de saturación	Contaminación orgánica	Puntual	
DBO₅		Puntual	
Materia orgánica en suspensión (mg/L)		Puntual	
Nivel de incumplimiento: n° de muestras que exceden lo establecido en la normativa/n° total de muestras		Integrado	Puede aplicarse a diferentes escalas (departamental, cuencas, etc.)
Concentración de coliformes fecales en agua (UFC/100mL)	Contaminación fecal	Puntual	Riesgo biológico/sanitario. Calidad para baños.
Nivel de incumplimiento: n° de muestras que exceden lo establecido en la normativa/n° total de muestras		Integrado	Puede aplicarse a diferentes escalas (departamental, cuencas, etc.)
Concentración de fósforo total en agua	Eutrofización (contaminación por nutrientes)	Puntual	Expresada como µg-P/L
Concentración de nitrógeno total en agua		Puntual	Expresada como µg-N/L
Presencia de floraciones potencialmente tóxicas		Puntual	Lagos y embalses, Río de la Plata
Concentración de Clorofila-a en suspensión (mg/L)		Puntual	Lagos y embalses, Río de la Plata
Transparencia (profundidad de Secchi)		Puntual	Lagos y embalses Puede tener interferencias por otros factores (sedimentos en suspensión)
Nivel de incumplimiento: n° de muestras que exceden lo establecido en la normativa/n° total de muestras		Integrado	Puede aplicarse a diferentes escalas (departamental, cuencas, etc.)
pH y Alcalinidad		Puntual	
Nivel de incumplimiento: n° de muestras que exceden lo establecido en la normativa/n° total de muestras	Contaminación ácida	Integrado	Sólo para pH. Puede aplicarse a diferentes escalas (departamental, cuencas, etc.)

Índice de Contaminación Orgánica-Fecal-Eutrófica (ICOFE)

El índice de calidad de agua que ha sido más utilizado en el País, es el Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISCA) desarrollado por la *Agència Catalana de L'Aigua*. Este índice presenta varias limitaciones que hacen desaconsejable su aplicación para el análisis de los sistemas acuáticos canarios. En particular: fue desarrollado para su aplicación a cursos de agua urbanos, incluye metodologías no incluidas en los programas de monitoreo (oxidabilidad al permanganato) y variables que no permiten su aplicación a contextos estuarinos (conductividad). Adicionalmente, sus resultados son expresados en función de tipos de sistemas inexistentes en el país y la región toda (ej. aguas de montaña). Por último, cabe tener en cuenta que la propia *Agència Catalana de L'Aigua* ha dejado de aplicar el ISCA en el 2006.

En consecuencia, se generó un índice integrando indicadores de contaminación orgánica (oxígeno disuelto), fecal (coliformes fecales) y eutrofización (fósforo total), con ponderación equivalente. Este índice será referido en adelante como ICOFE (Índice de Contaminación Orgánica-Fecal-Eutrófica), tomando valores enteros entre 0 (cumplimiento estricto de los estándares) y 3 (incumplimiento para todas las variables consideradas).

Para los dos primeros parámetros mencionados, se tomó el estándar establecido en la Clase 3 del Decreto 253/79 y modificaciones: concentración de oxígeno disuelto mínima de 5 mg/L y máximo de 2000 UFC/100mL sobre la base de muestras puntuales (Anexo IV). Para fósforo total se tomó el objetivo de calidad establecido en la propuesta sustitutiva del Decreto 253/79 aún no aprobada (100 µg-P/L), ya que existe consenso de que el estándar establecido en el Decreto vigente (25 µg-P/L), resulta inadecuado y poco realista aún para ecosistemas prístinos de la región.

Debe tenerse en cuenta de que existió mayor capacidad de relevamiento de variables *in situ*, que de análisis de laboratorio, por lo que para ríos y arroyos únicamente se realizaron análisis microbiológicos al 47 % de las muestras invernales y al 35% de las muestras veraniegas. Esto determina que en este informe el ICOFE pueda sobrestimar la calidad ambiental de los sitios en los que esta variable no fue evaluada.

El aumento de la carga microbiana, de nutrientes y la disminución del tenor de oxígeno, son fenómenos que pueden derivar de causas comunes (ej. vertidos de aguas servidas), por lo que la utilidad de integrar estas tres variables en un índice, podría ser cuestionada. El análisis exploratorio de los datos ha permitido concluir que: 1) las problemáticas canarias de contaminación orgánica, fecal y eutrófica no derivan necesariamente de un origen común (particularmente las de fuentes difusas) y 2) que aún en los casos en los que las 3 problemáticas deriven de una misma causa, el ICOFE resulta una herramienta útil para identificar las regiones del territorio con mayor nivel de impacto.

Resultados

Contaminación orgánica

- **Oxígeno disuelto –invierno/primavera 2008**

Para el muestreo de invierno-primavera de 2008, el 88,1% de las muestras cumplieron con la normativa en lo que refiere a oxígeno disuelto (mínimo 5 mg/L). Los incumplimientos fueron registrados en la cuenca alta y media del Arroyo Pando (arroyo Cochengo y curso principal a la altura de la R 11; Arroyo Piedritas en el cruce del Camino al Cementerio de la Ciudad de Pando, respectivamente), cuenca del Canelón Chico (punto 1 y 3 de Cañada del Gigante y curso principal a la altura de la Ciudad de Canelones), cuenca baja del arroyo Carrasco (Paso Carrasco hacia el Sur) y cuenca alta del Colorado (Cañada San Isidro y A° Colorado a la altura de la Ruta 5).

- **Oxígeno disuelto –verano/otoño 2009**

Para el muestreo de verano-otoño de 2009, únicamente el 26,7 % de las muestras cumplieron con la normativa en lo que refiere a oxígeno disuelto (mínimo 5 mg/L). En la condición de sequía imperante, los resultados no deben ser considerados consecuencia única de contaminación orgánica, ya que la disminución de los caudales, el aumento del tiempo de residencia del agua y las elevadas temperaturas registradas, determinan la disminución de la concentración de oxígeno disuelto.

Todas las cuencas interiores del Departamento (Vejigas, Tala, Canelón Grande y Chico, Pando y Solís Chico) presentaron franca predominancia de condiciones hipóxicas ([OD] < 5 mg/L). En términos generales el patrón espacial involucra que los cursos territorialmente perimetrales del Departamento, son los que mantienen tenores de oxígeno mayores a los 5 mg/L. Probablemente esto sea consecuencia de la combinación de bajo impacto por contaminación orgánica y elevado caudal. Entre estos últimos deben destacarse el Río Santa Lucía y el A° Solís Grande. Para la Cuenca del Canelón Grande, los tenores de oxígeno disueltos se recuperan aguas abajo de la represa del embalse del A° Canelón Grande sobre la Ruta 5, manteniendo valores superiores a los 5 mg/L hasta su desembocadura (CG5 a CG8).

Embalse del Arroyo Pando

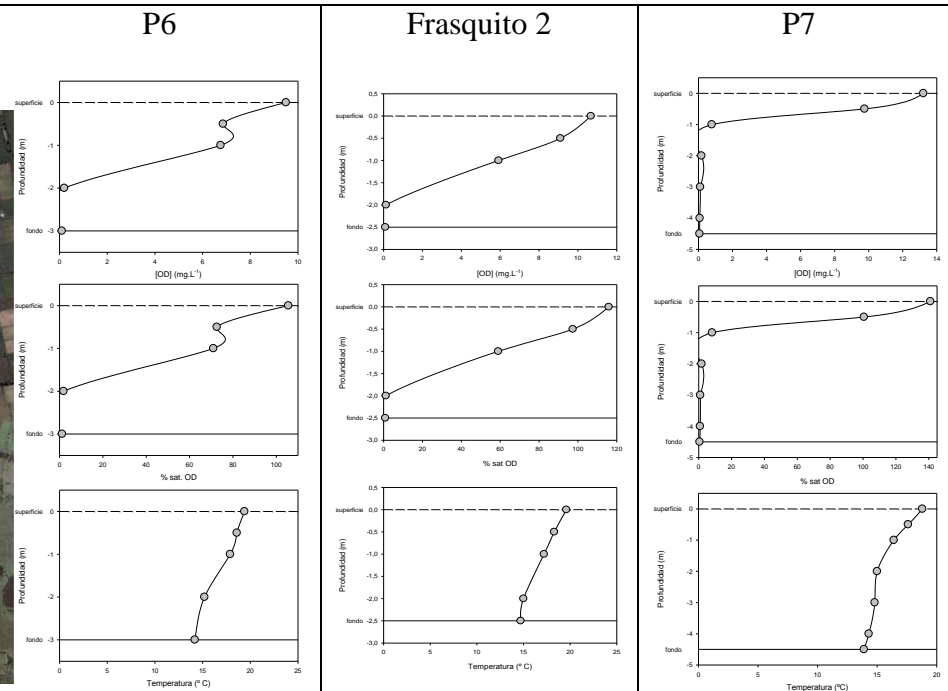
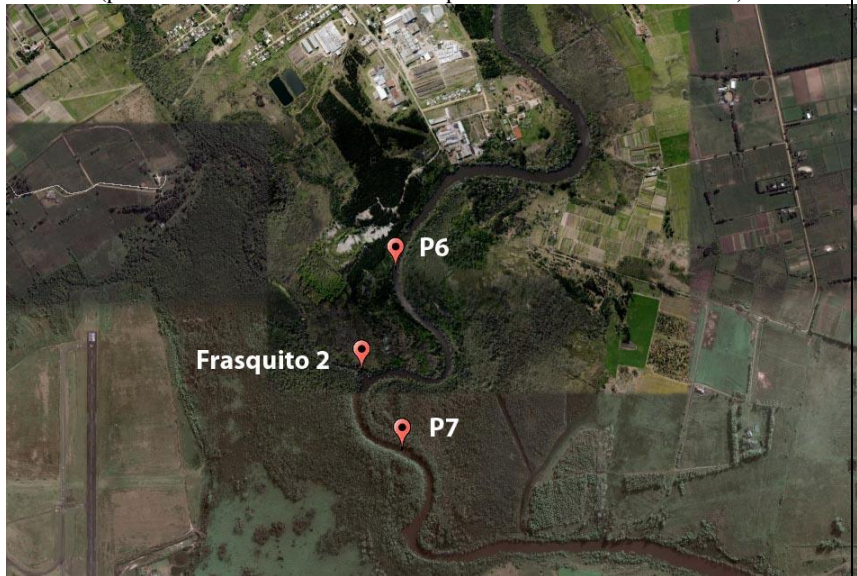
El tramo inferior del arroyo Pando se encuentra embalsado en dos puntos, uno aguas arriba de la ruta 8 y otro en un punto intermedio entre la Ruta 8 y la Interbalnearia en la zona del Bañado del Negro. El último embalse tiene una extensión de más de 11 km, abarca el sector inferior del arroyo Frasquito y alcanza profundidades en el entorno de los 4, 5 metros. En la cabecera del embalse en la zona del Parque Artigas de la Ciudad de Pando, se encuentra ubicada la planta de potabilización de la OSE.

En invierno-primavera de 2008 aguas abajo de la Ciudad, la columna de agua del embalse presentó durante el día gran heterogeneidad vertical, con sobresaturación de oxígeno en los centímetros superficiales y condiciones anóxicas (ausencia total de oxígeno), por debajo del primer metro. El agua se encuentra entonces mayoritariamente desoxigenada durante el día, siendo esperable que dicha condición se traslade a toda la columna de agua durante la noche, cuando cesa la producción de oxígeno asociada al proceso de fotosíntesis. Para verano-otoño de 2009 la columna de agua se encontraba desoxigenada aún durante el día (promedio en superficie 0,41 mg/L, 4,9 % de saturación).

La retención de agua provocada durante los períodos sin lluvia en conjunto con la elevada carga de nutrientes, favorece el desarrollo de extensas matas de plantas acuáticas flotantes libres (principalmente repollo de agua -*Pistia stratiotes*- y lentejas de agua -*lemnáceas*-), las que a su vez impiden el intercambio de oxígeno entre la columna de agua y la atmósfera. Estas plantas son expulsadas del sistema por pulsos con la ocurrencia de crecidas, ocasiones en que las plantas alcanzan las playas sobre el Río de la Plata a muchos kilómetros a la redonda. Únicamente en el punto de muestreo denominado "Frasquito 2", las muestras tomadas fue tomada en un sector cubiertos por vegetación flotante.

En conclusión, la cuenca baja del arroyo Pando presenta un fuerte impacto por contaminación orgánica, eutrofización y modificación del régimen hídrico por embalsamiento. Los problemas de contaminación estarían restringidos al sector del embalse ubicado aguas abajo de la ciudad de Pando. En función de esto, los programas de evaluación de calidad de agua que muestrean el arroyo aguas abajo de la ciudad (ej. JICA, PEDCA), deberían considerar la variabilidad vertical en la calidad de agua y sustituir la toma de muestras superficiales, por la realización de perfiles verticales.

Perfiles verticales embalse A° Pando
 invierno-primavera de 2008
 (para verano de 2009 la columna se presentaba totalmente anóxica)



Burbujeo resultante de la contaminación orgánica



Plantas flotantes libres cubriendo la superficie del embalse (frasquito 2)



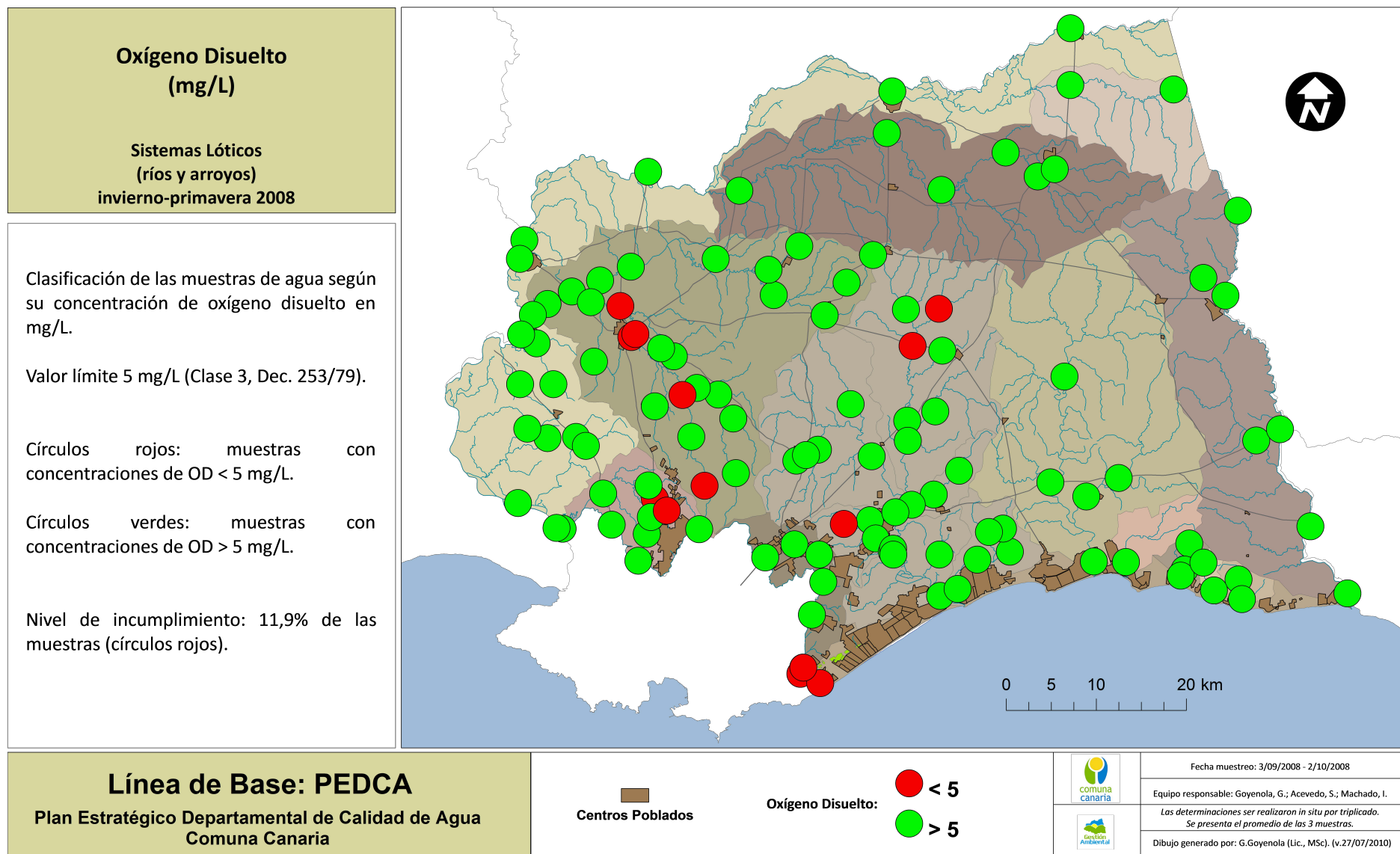
Represa a nivel del bañado del negro

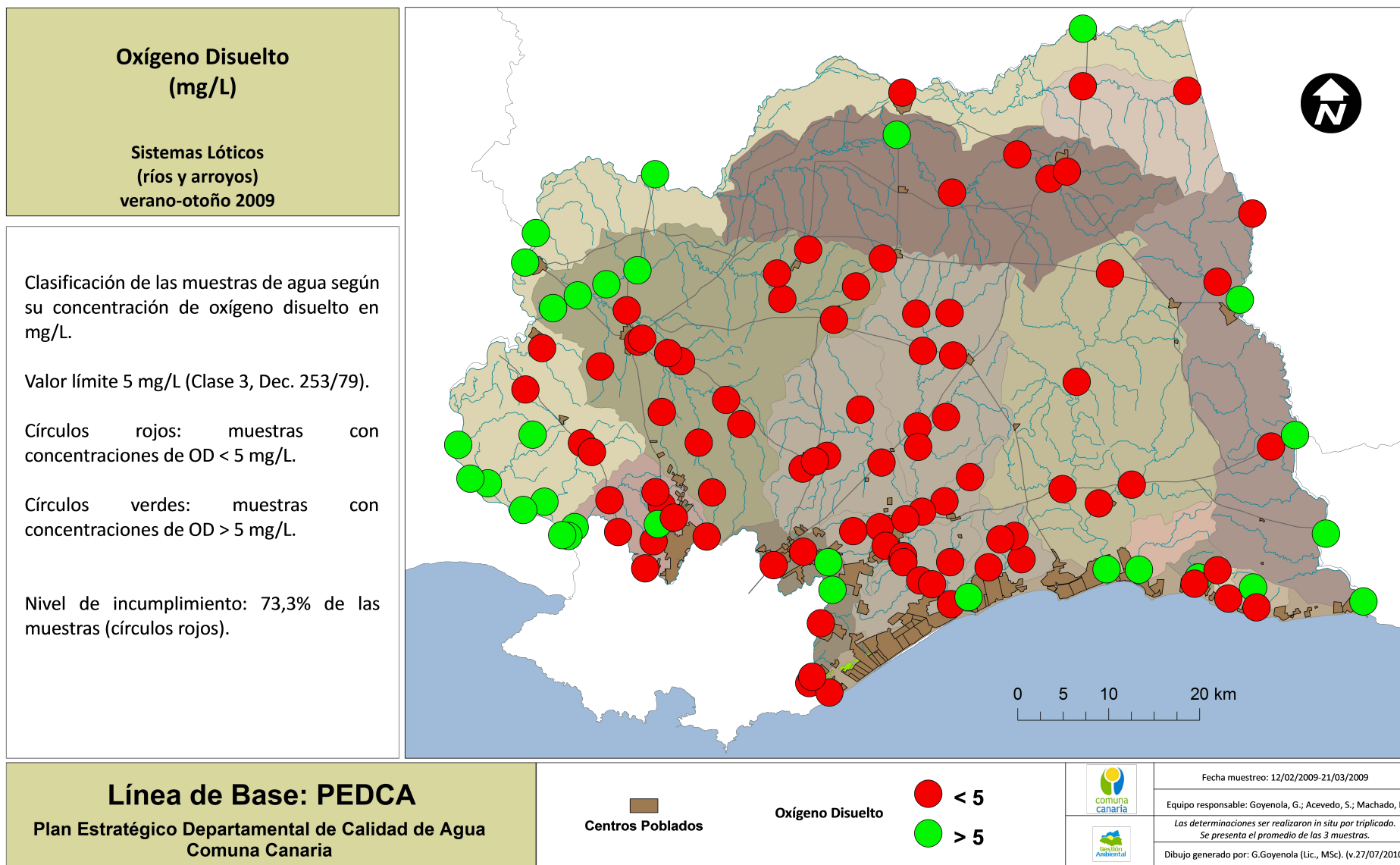
- **DBO₅ –invierno/primavera 2008**

Se analizaron 39 muestras de DBO₅. Únicamente la muestra correspondiente a la Cañada del Burro Muerto (Pando, Camino del Cementerio), excedió el límite previsto en la normativa (límite = 10 mg/L, muestra 20 mg/L), aunque el tenor de oxígeno disuelto en ese punto fue mayor a 5 mg/L. Las muestras para las que se registraron valores límites de DBO₅ (10 mg/L), fueron la Pando 6, primer muestra aguas abajo de la ciudad correspondiente y las muestras del Arroyo Colorado y Las Piedras, aguas abajo del núcleo urbano de La Paz-Las Piedras-Progreso (Col 1 y Las Piedras 2 sobre la Ruta 5 y Las Piedras 3 sobre la ruta 36).

- **DBO₅ –verano-otoño 2009**

Cómo ya fue planteado, debido a la rotura del equipamiento pudieron analizarse únicamente 4 muestras de DBO₅. Entre estas, se tomaron muestras aguas arriba y aguas abajo de la represa del abandonado Molino Victoria, contiguo al Parque Artigas de la Ciudad de Canelones (Arroyo Canelón Chico, CCH5), donde se percibían claros síntomas de contaminación orgánica y eutrofización. El punto aguas abajo presentó una DBO₅ de 20 mg/L, mientras el de aguas arriba fue de 10 mg/L. Los restantes puntos evaluados presentaron valores por debajo del estándar.





Contaminación Fecal

Para los dos muestreos, la contaminación fecal se encontró asociada particularmente a las zonas con mayor densidad de población (cuenca del Colorado, Canelón chico a la altura de la Ciudad de Canelones, cuenca Baja del Pando, cuenca baja del Carrasco) y zonas de bajo caudal y fuerte afectación por vertidos directos. La cuenca alta del Canelón Grande, aguas abajo de San Bautista, presentó también síntomas de contaminación fecal (muestreo estival).

Coliformes Fecales (UFC/100mL)

Sistemas Lóticos
(ríos y arroyos)
invierno-primavera 2008

Clasificación de las muestras de agua según el nivel de contaminación fecal.

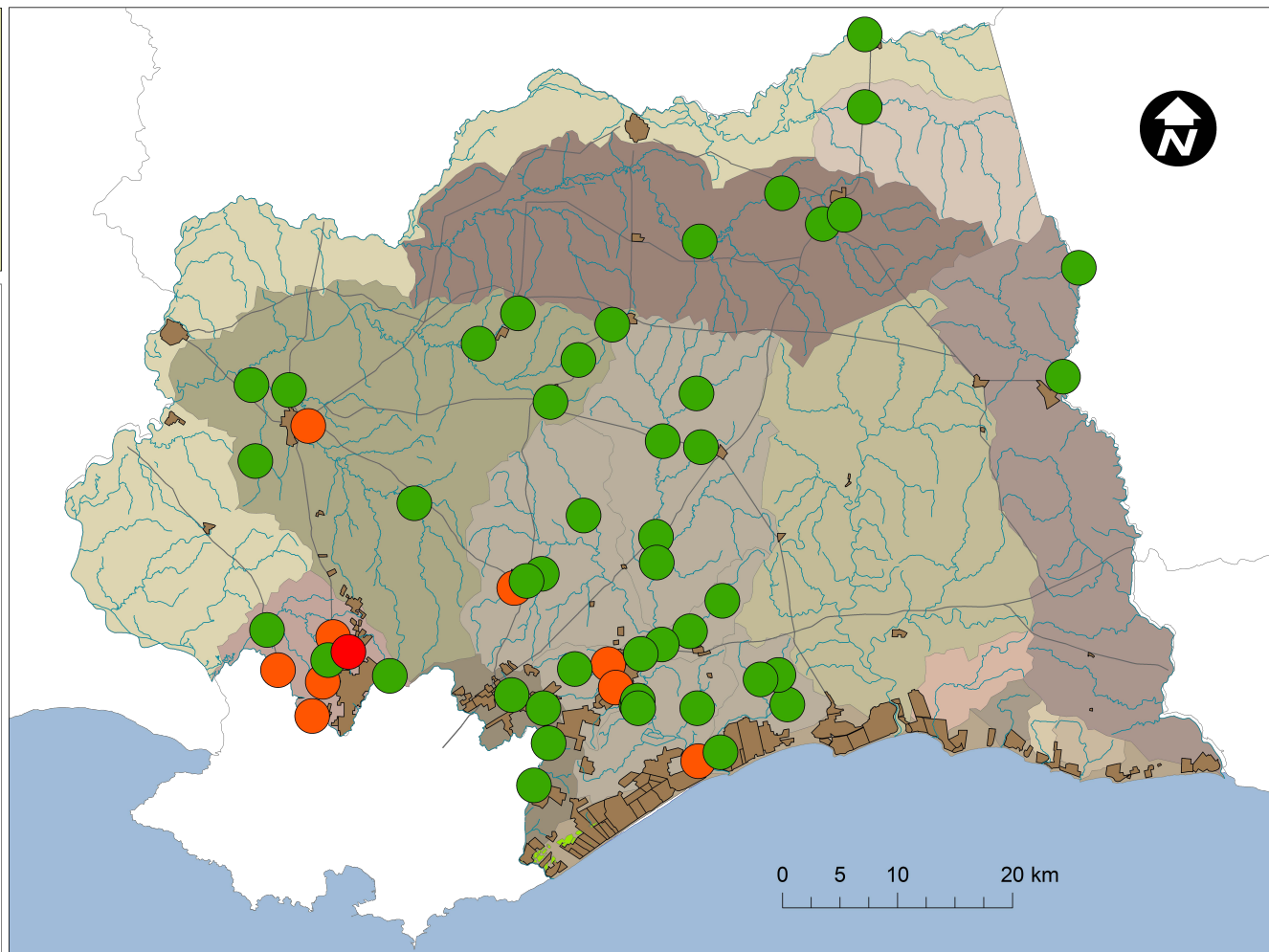
Se tomó el valor límite para medidas puntuales previsto para la Clase 3 del Dec. 253/79 (2.000 Unidades Formadoras de Colonias cada 100 mL).

Círculos rojos: $CF > 500.000$ (excede muy ampliamente el estándar)

Círculos naranjas: $2.000 < CF < 500.000$ (excede el estándar)

Círculos verdes: muestras que cumplen con el estándar ($CF < 2.000$)

Nivel de incumplimiento: 18,2% de los análisis realizados (círculos rojos + naranjas).



Línea de Base: PEDCA

Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua
Comuna Canaria

Centros Poblados

Coliformes Fecales (UFC/100mL):

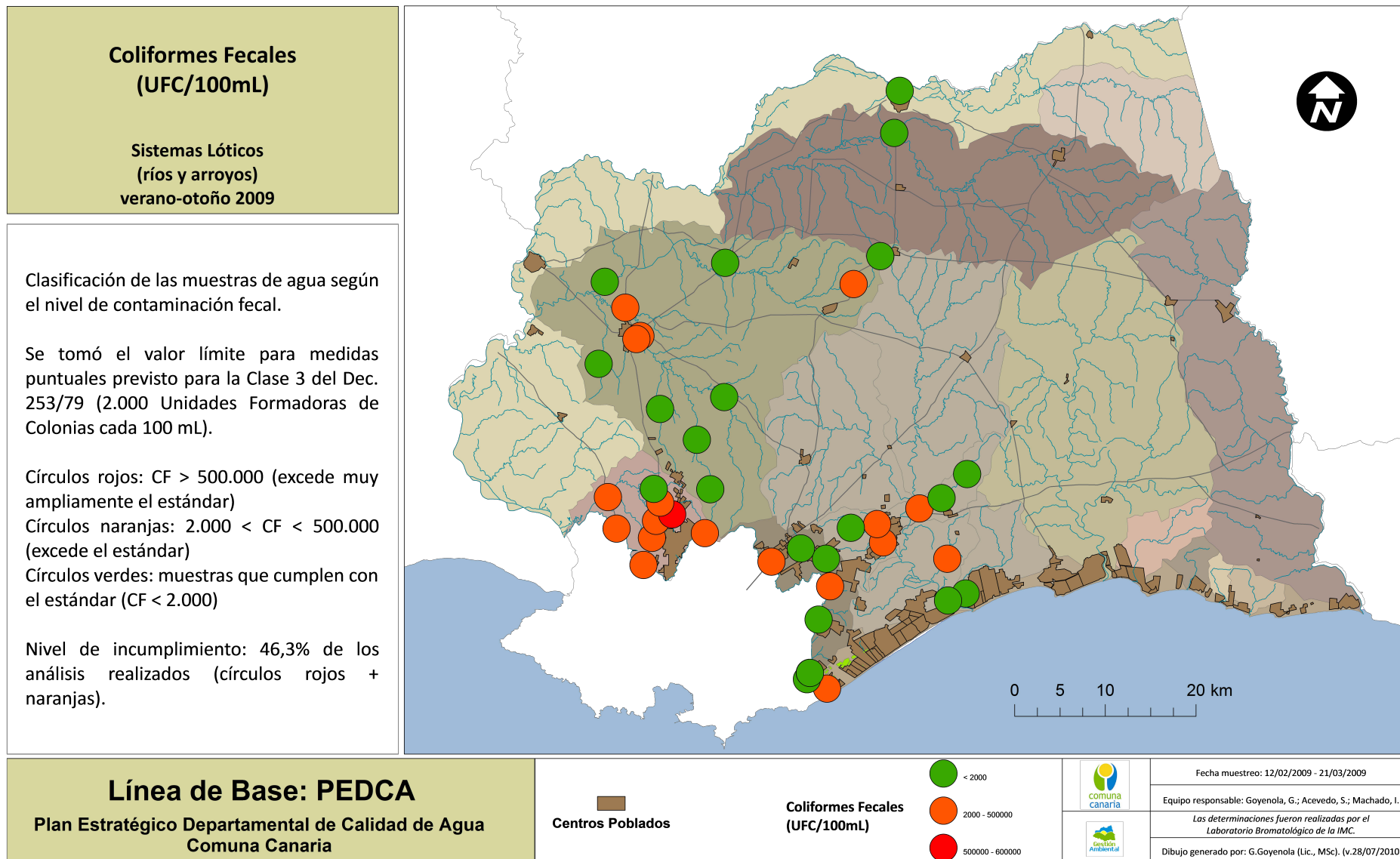


Fecha muestreo: 3/09/2008 - 2/10/2008

Equipo responsable: Goyenola, G.; Acevedo, S.; Machado, I.

Las determinaciones fueron realizadas por el Laboratorio Bromatológico de la IMC.

Dibujo generado por: G.Goyenola (Lic., MSc). (v.28/07/2010)



Eutrofización (contaminación por nutrientes)

- **Fósforo total –invierno/primavera 2008**

La problemática relacionada a la contaminación por fósforo, presenta una marcada concentración en el sector metropolitano del Departamento, involucrando la cuenca del Colorado, la zona de influencia de La Paz-Las Piedras-Progreso en la cuenca del Canelón Chico, la cuenca alta del Canelón Grande (zona de influencia de San Bautista) y varios sectores de la Cuenca del Pando ([PT]_{máx.} = 2625 µg-P/L, [PT]_{media} = 108 µg-P/L, [PT]_{mediana} = 53 µg-P/L).

- **Fósforo total –verano/otoño 2009**

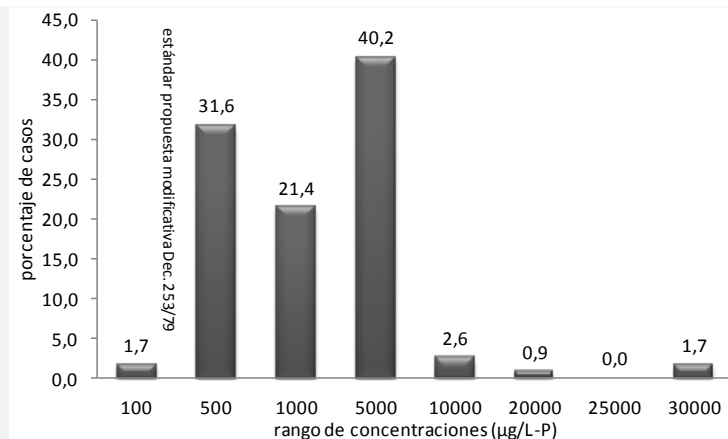
Para el verano/otoño de 2009 en plena sequía, la problemática del fósforo se generalizó a todo el Departamento, cuando el 100% de las muestras no cumplieron con el estándar establecido en el Decreto 253/79 (25 µg-P/L) y el 98,3% incumplieron con el límite de 100 µg-P/L de la propuesta sustitutiva del Decreto. Únicamente el 34% de las muestras estuvieron por debajo de 500 µg-P/L, registrándose concentraciones superiores a los 25.000 µg/L ([PT]_{máx.} = 26550 µg-P/L, [PT]_{media} = 1736 µg-P/L, [PT]_{mediana} = 755 µg-P/L; ver histograma de frecuencias por mayor detalle). Con la única salvedad del punto SG2 (Solís Grande R8), los valores superiores a 1.000 µg/L se encontraron exclusivamente en las cuencas metropolitanas (Carrasco, Canelón Chico y Grande, Colorado y Pando).

Histograma

Porcentaje de ocurrencia para diferentes rangos de concentración de fósforo total (µg-P/L) en el muestreo de verano-otoño de 2009.

Los valores ubicados en la parte superior de las barras expresa el número de casos para el rango correspondiente.

Puede observarse que casi la totalidad de las muestras superan el estándar establecido en la normativa (25 µg-P/L), así como el de la nueva propuesta de estándares (100 µg-P/L).



**CONTAMINACIÓN por NUTRIENTES
(Eutrofización)
Concentración de Fósforo Total**

**Sistemas Lóticos
(ríos y arroyos)
invierno-primavera 2008**

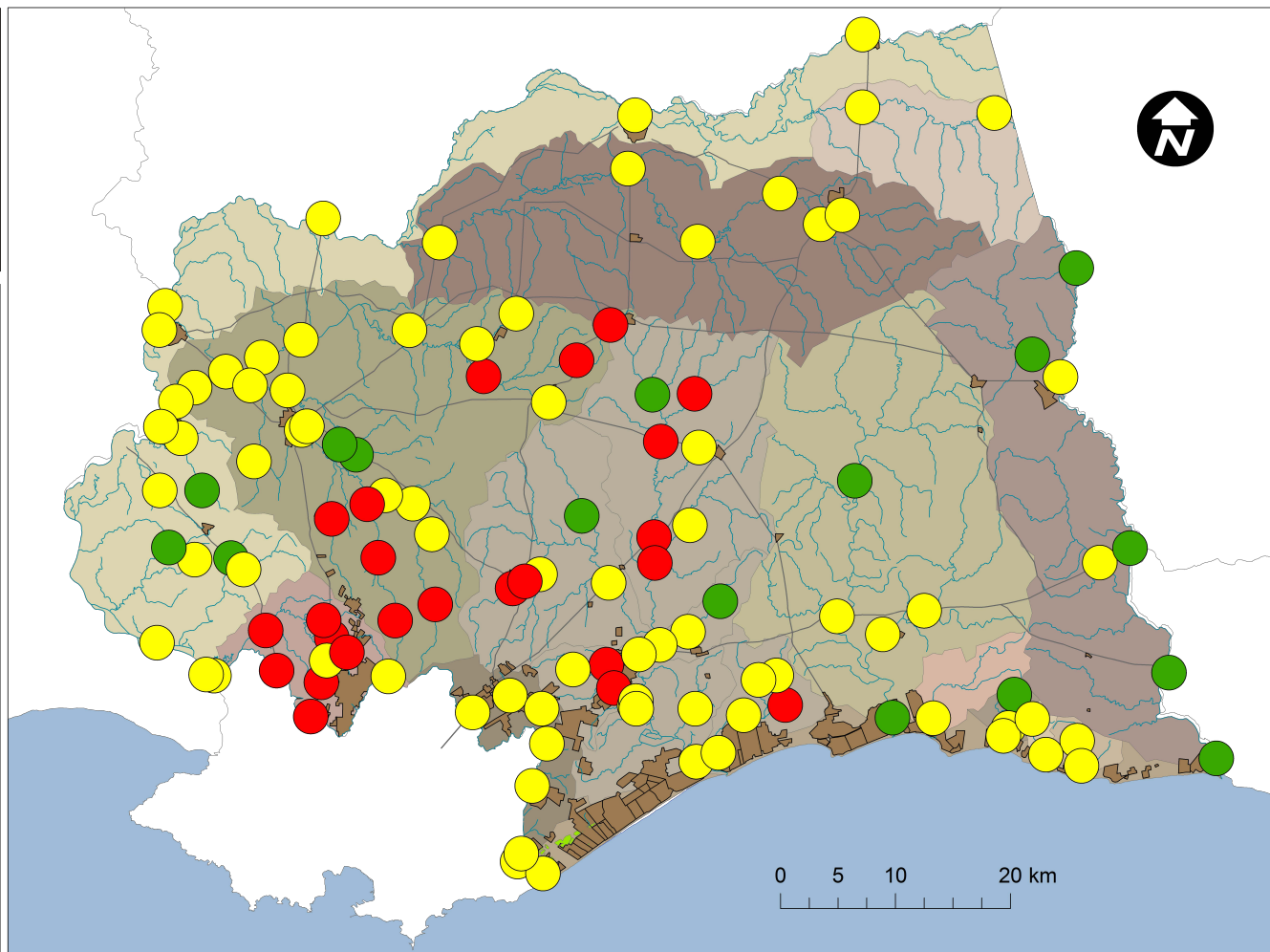
Clasificación de las muestras de agua según su concentración de fósforo total ($\mu\text{g/L-P}$).

Los círculos verdes representan las muestras para las que la concentración cumplió el estándar ambiental (Clase 3, Dec. 253/79, $< 25 \mu\text{g/L-P}$).

Los círculos amarillos representan los valores que sin cumplir con la normativa actual, cumplirían con la propuesta modificativa del Decreto 253/79, aún no aprobada ($< 100 \mu\text{g/L-P}$). Los círculos rojos representan los puntos que exceden los $100 \mu\text{g/L-P}$.

Nivel de incumplimiento Decreto 253/79: 86,4% de las muestras.

Nivel de incumplimiento propuesta modificación: 20,3% de las muestras.



Línea de Base: PEDCA

**Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua
Comuna Canaria**

 Centros Poblados

**Fósforo Total:
($\mu\text{g/L-P}$)**

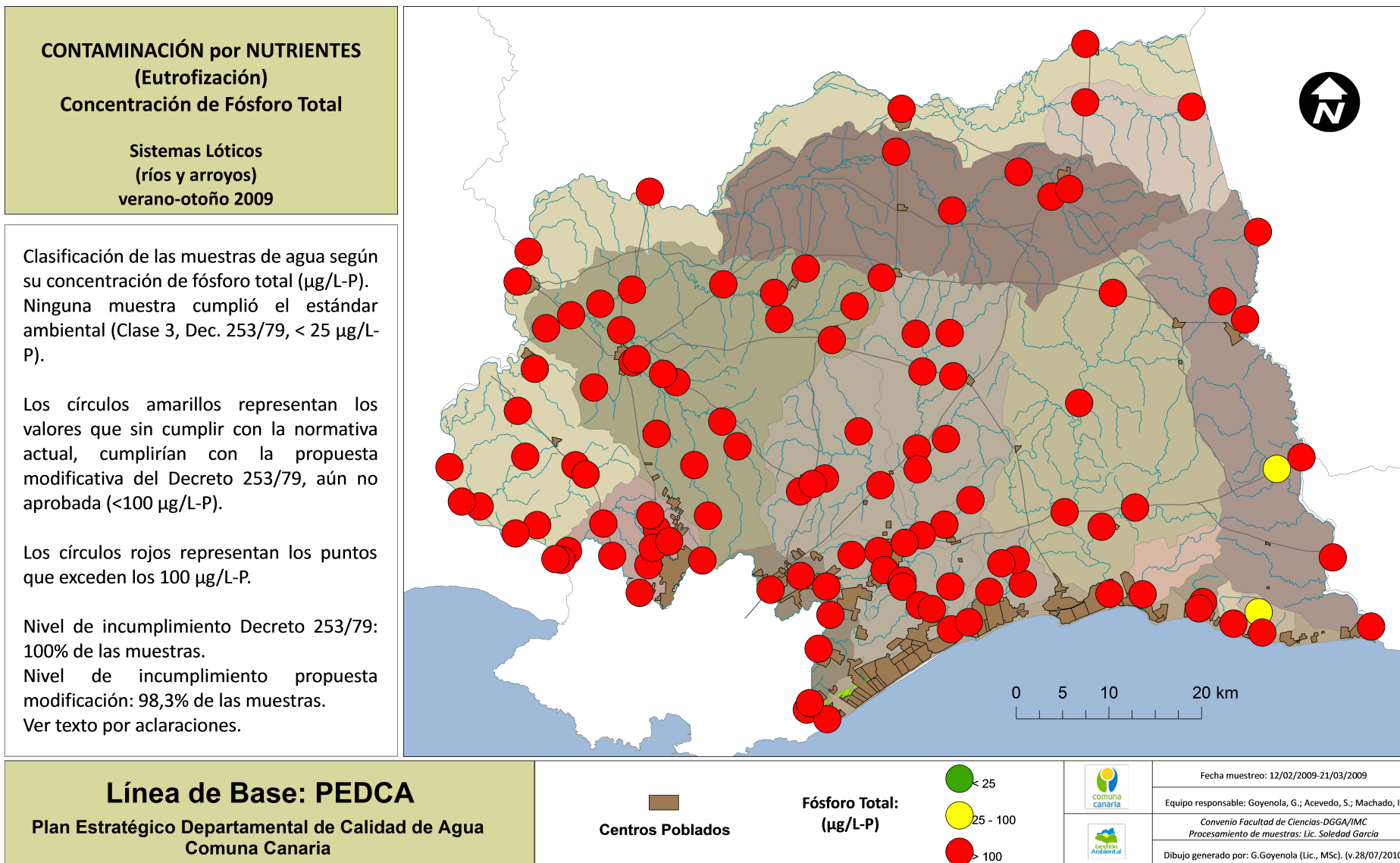


Fecha muestreo: 3/09/2008 - 2/10/2008

Equipo responsable: Goyenola, G.; Acevedo, S.; Machado, I.

Convento Facultad de Ciencias-DGGA/IMC
Procesamiento de muestras: Lic. Soledad García

Dibujo generado por: G.Goyenola (Lic., MSc). (v.28/07/2010)



- **Nitrógeno total –invierno/primavera 2008**

Los niveles de nitrógeno resultaron sumamente variables entre los diferentes sitios muestreados (rango aproximado de 150.000 µg/L), presentando mayores niveles en la zona metropolitana (cuenca del Colorado, cabecera de la cuenca del Canelón Chico -zona de influencia de La Paz-Las Piedras-Progreso- y sectores de la Cuenca del Pando). ($[NT]_{máx.} = 149800 \mu\text{g-N/L}$, $[NT]_{media} = 4563 \mu\text{g-N/L}$, $[NT]_{mediana} = 2075 \mu\text{g-N/L}$).

- **Nitrógeno total –verano/otoño 2009**

Las concentraciones veraniegas de nitrógeno total resultaron sistemáticamente más bajas que las de invierno ($[NT]_{máx.} = 14560 \mu\text{g-N/L}$, $[NT]_{media} = 668 \mu\text{g-N/L}$, $[NT]_{mediana} = 231 \mu\text{g-N/L}$), lo que se asocia a la pérdida hacia la atmósfera por desnitrificación. Nuevamente, las mayores concentraciones se registraron en la región metropolitana (cuenca del a° Colorado, cuenca media y baja del Canelón Chico, cuenca alta del Canelón Grande y sectores de la cuenca del a° Pando).

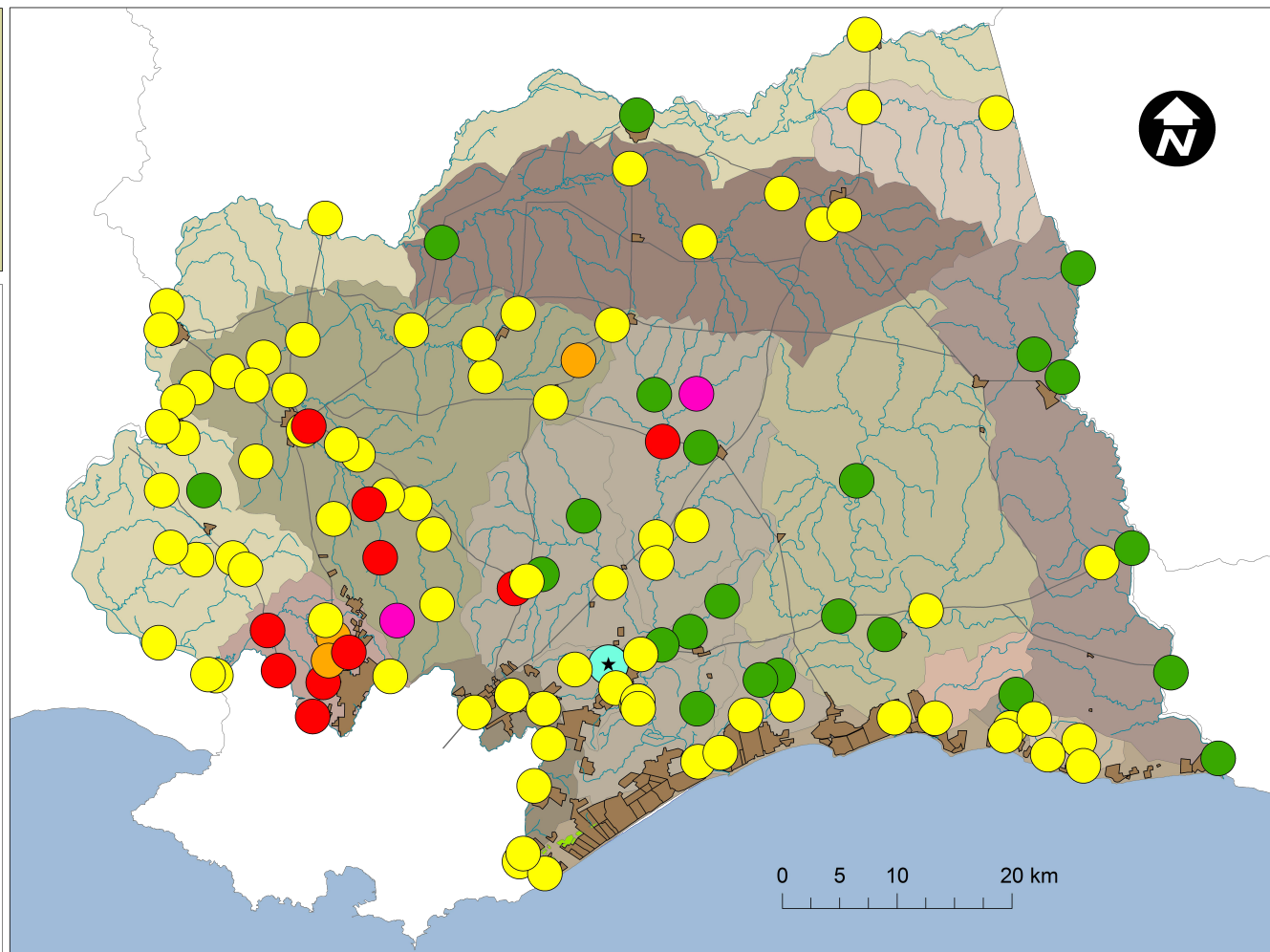
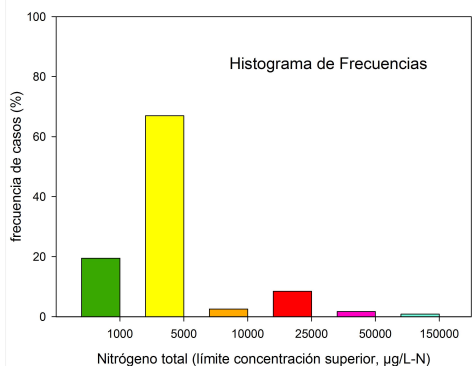
- **Cociente Nitrógeno total /Fósforo total (NT/PT)**

Para el muestreo invernal, el nutriente limitante fue sistemáticamente el fósforo, con el 97,4% de los sitios muestreados con cociente NT/PT ≥ 10 , y un valor máximo de 186. Contrariamente, para el muestreo estival el nutriente limitante fue el nitrógeno, con un valor máximo registrado del cociente NT/PT de solamente 2,2.

**CONTAMINACIÓN por NUTRIENTES
(Eutrofización)
Concentración de Nitrógeno Total**

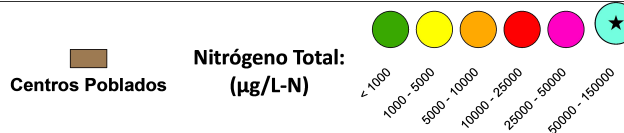
**Sistemas Lóticos
(ríos y arroyos)
invierno-primavera 2008**

Clasificación de las muestras de agua según su concentración de nitrógeno total ($\mu\text{g/L-N}$). Para sistemas acuáticos no impactados de la región cabría esperar valores en el entorno de los $1000 \mu\text{g/L-N}$ y difícilmente superiores a 5000 . Este parámetro, no se encuentra incluido en la normativa vigente (Dec. 253/79).



Línea de Base: PEDCA

**Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua
Comuna Canaria**

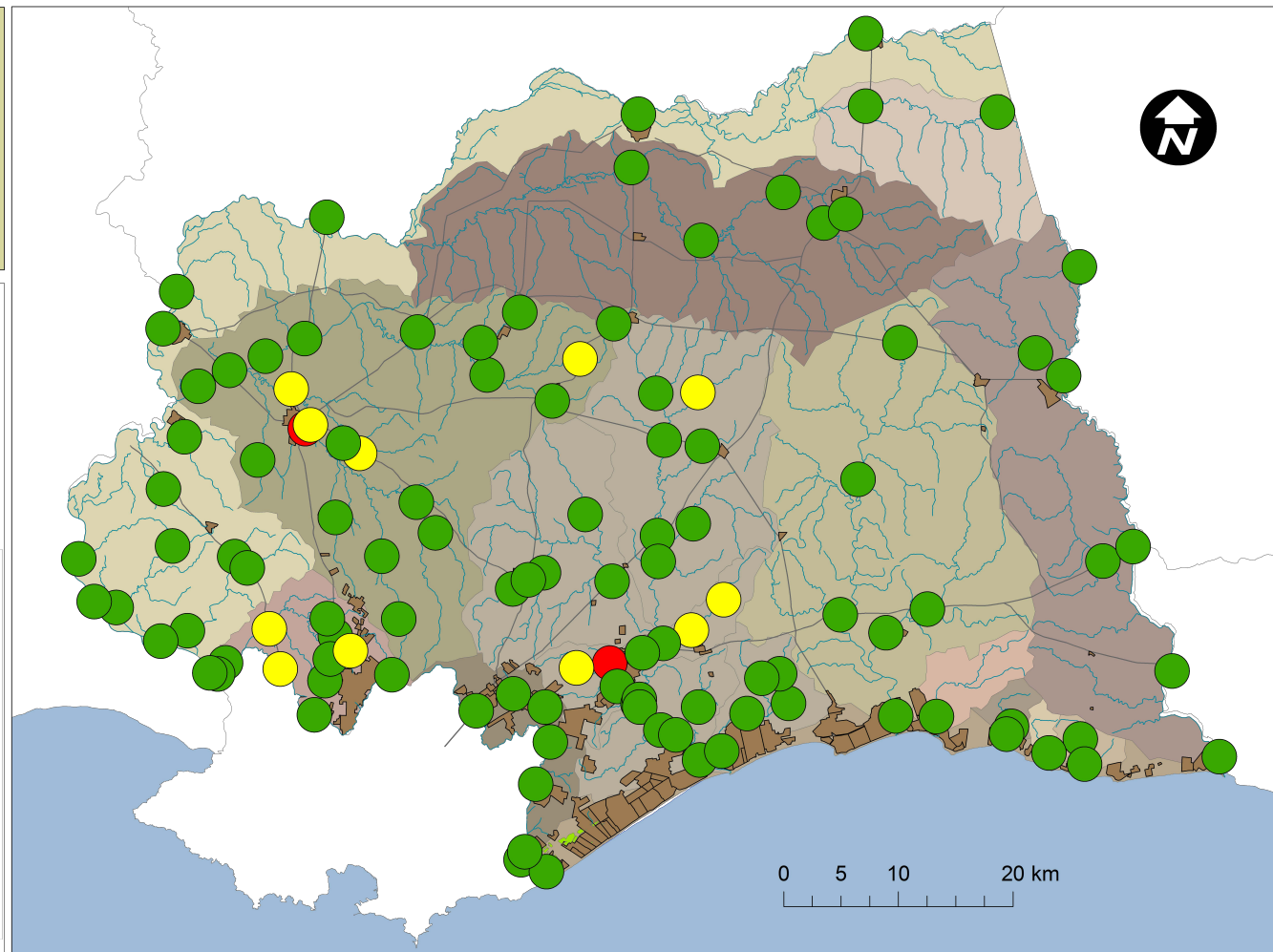
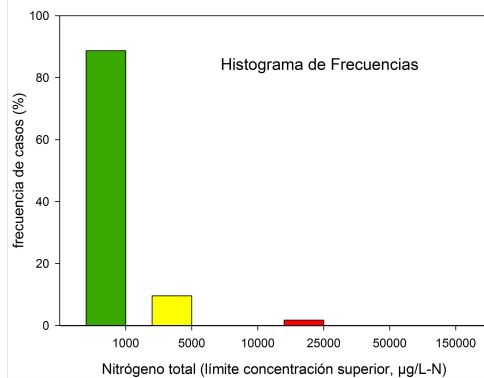


	Fecha muestreo: 3/09/2008 - 2/10/2008
	Equipo responsable: Goyenola, G.; Acevedo, S.; Machado, I.
	Convenio Facultad de Ciencias-DGGA/IMC Procesamiento de muestras: Lic. Soledad García
	Dibujo generado por: G.Goyenola (Lic., MSc). (v.7/05/2010) Chequeado por: S. Acevedo (Ing. Qca)

**CONTAMINACIÓN por NUTRIENTES
(Eutrofización)
Concentración de Nitrógeno Total**

**Sistemas Lóticos
(ríos y arroyos)
verano-otoño 2009**

Clasificación de las muestras de agua según su concentración de nitrógeno total ($\mu\text{g/L-N}$). Para sistemas acuáticos no impactados de la región cabría esperar valores en el entorno de los $1000 \mu\text{g/L-N}$ y difícilmente superiores a 5000 . Este parámetro, no se encuentra incluido en la normativa vigente (Dec. 253/79).



Línea de Base: PEDCA

**Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua
Comuna Canaria**

Centros Poblados

**Nitrógeno Total:
($\mu\text{g/L-N}$)**



Fecha muestreo: 12/02/2009-21/03/2009

Equipo responsable: Goyenola, G.; Acevedo, S.; Machado, I.



Convenio Facultad de Ciencias-DGGA/IMC
Procesamiento de muestras: Lic. Soledad García

Dibujo generado por: G. Goyenola (Lic., MSc). (v.7/05/2010)
Chequeado por: S. Acevedo (Ing. Qca)

pH

En invierno-primavera de 2008 todas las determinaciones de pH se ajustaron a los estándares ambientales, mientras en verano-otoño de 2009 únicamente se registraron 2 valores de pH menor a 6,5 y 1 mayor a 8,5. El valor elevado del sector del Río Santa Lucía (8,5) es tentativamente adjudicado a las consecuencias del metabolismo autotrófico en ese sector del río en condiciones de bajo caudal y elevada irradiancia. En otras palabras, el consumo del anhídrido carbónico por parte de la comunidad perifítica (organismos fotosintetizadores que viven sobre el sedimento y las rocas), involucra un aumento del pH.

El pH ligeramente ácido (6,24) del agua del canal que conduce el agua del bañado denominado El Estero hacia la Laguna del Cisne (Salinas-Marindia), se vincula al elevado contenido de ácidos orgánicos liberados por las macrófitas (plantas acuáticas). Este fenómeno determina un elevado aporte de sustancias con potenciales efectos alelopáticos (efecto de productos metabólicos de plantas, algas o cianobacterias, entre otros que inhiben el crecimiento y desarrollo de otras especies).

El otro punto con pH ligeramente ácido (6,45) fue el punto del arroyo Pedernal sobre la ruta 7 (inmediaciones de la ciudad de Tala), para el que no se ha encontrado causa probable.

Conductividad

La conductividad fue elevada ($> 1\text{mS/cm}$) para los puntos costeros bajo la influencia de la intrusión salina del Río (Estuario) de la Plata (arroyos Solís Grande y Chico, Pando y Río Santa Lucía). También se presentaron lecturas elevadas asociadas a diversos vertidos de origen urbano e industrial.

ICOFE

Durante invierno/primavera de 2008, las cuencas más afectadas fueron las del a° Colorado, Pando y Canelón Chico- Cañada del Gigante, mientras las muestras de las cuencas de la zona sureste (Solís Chico y Grande, Sarandí, Bagre, La Tuna y Coronilla), y noreste del Departamento (Arroyo Tala y Vejigas) además del canal principal del Río Santa Lucía, no presentaron incumplimientos.

Para el verano/otoño de 2009 la generalización de problemas difusos de oxígeno disuelto y fósforo total, involucraron un importante aumento del ICOFE. Los problemas fueron acentuados en las cuencas del a° Colorado (incumplimiento medio por muestra: 2,8:3), Canelón Chico (2,3:3) y cuenca alta del Canelón Grande (aguas arriba R64: 2,17:3), Carrasco (2,4:3) y Pando (2,1:3).

Índice de Contaminación Orgánica-Fecal-Eutrófica (ICOFE)

Análisis del nivel de cumplimiento de estándares de calidad de agua

Se incluye la información sobre oxígeno disuelto (OD: indicador de contaminación orgánica), coliformes fecales (CF: indicador de contaminación fecal) y fósforo total (PT: indicador de contaminación por nutrientes o eutrofización).

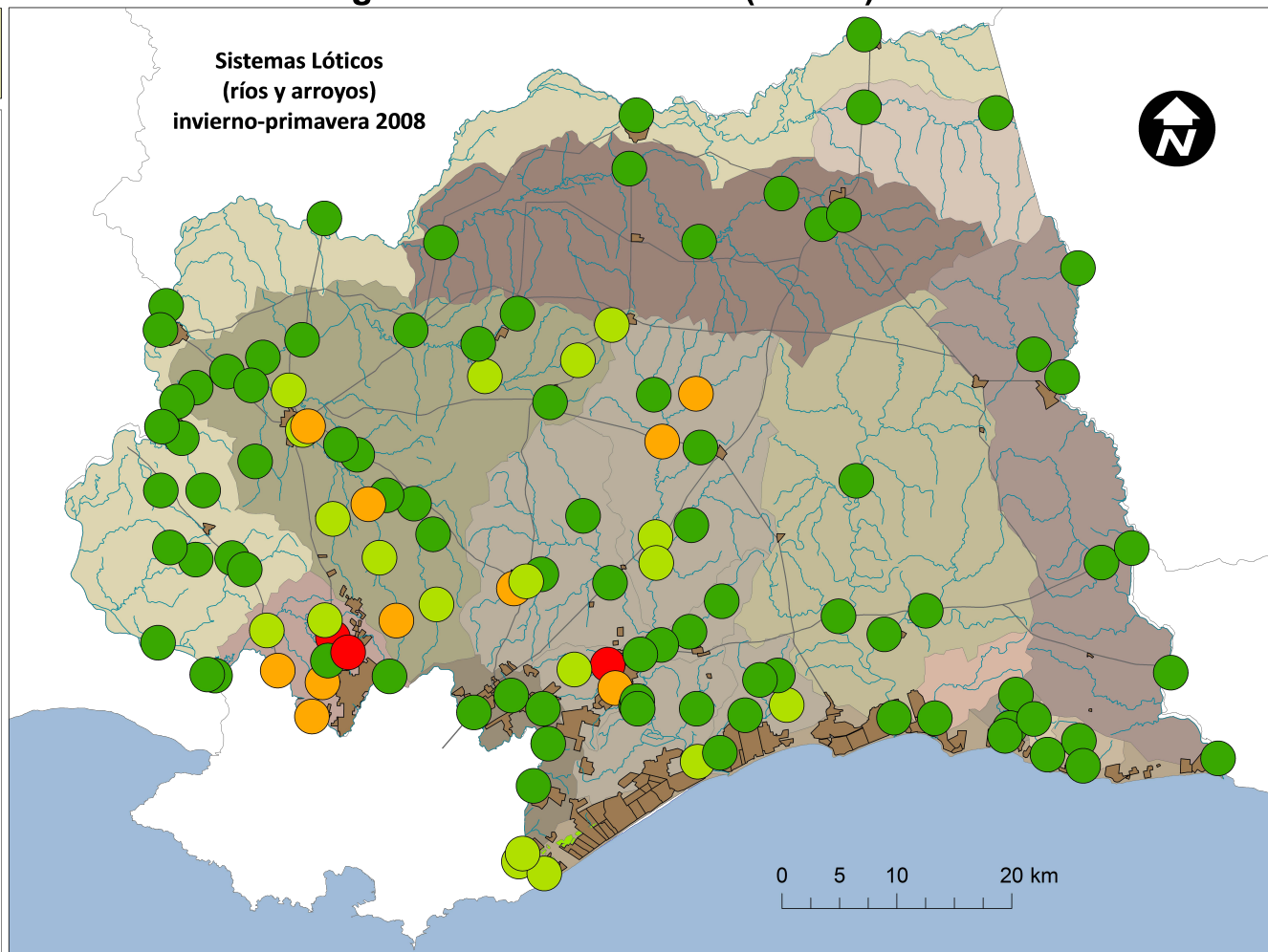
Para los dos primeros parámetros se tomó el estándar establecido en la Clase 3 del Decreto 253/79 y modificaciones: 5 mg/L de OD y 2000 UFC/100mL (sobre la base de muestra puntuales). Debe tenerse en cuenta que se realizaron análisis microbiológicos solamente a 55 de las 118 muestras presentadas aquí.

Para PT se tomó el objetivo de calidad establecido en la propuesta modificativa del Decreto 253/79 aún no aprobada (100 µg/L-P).

Nivel de incumplimiento:

OD: 11,9% - CF: 8,5% del total de los puntos de muestreo; 18,2% de los análisis realizados - PT: 20,3%

Incumplimiento medio por muestra = 0,42 (suma incumplimientos / total puntos de muestreo)



Línea de Base: PEDCA

Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua
Comuna Canaria



Fecha muestreo: 3/09/2008 - 2/10/2008

Equipo responsable: Goyenola, G.; Acevedo, S.; Machado, I.

CF: análisis realizados por Laboratorio IMC

PT: Convenio Fac. de Ciencias/DGGA-IMC

Dibujo generado por: G.Goyenola (Lic., MSc). (v.7/05/2010)

Chequeado por: S. Acevedo (Ing. Qca)

Índice de Contaminación Orgánica-Fecal-Eutrófica (ICOFE)

Análisis del nivel de cumplimiento de estándares de calidad de agua

Se integra la información sobre oxígeno disuelto (OD: indicador de contaminación orgánica), coliformes fecales (CF: indicador de contaminación fecal) y fósforo total (PT: indicador de contaminación por nutrientes o eutrofización).

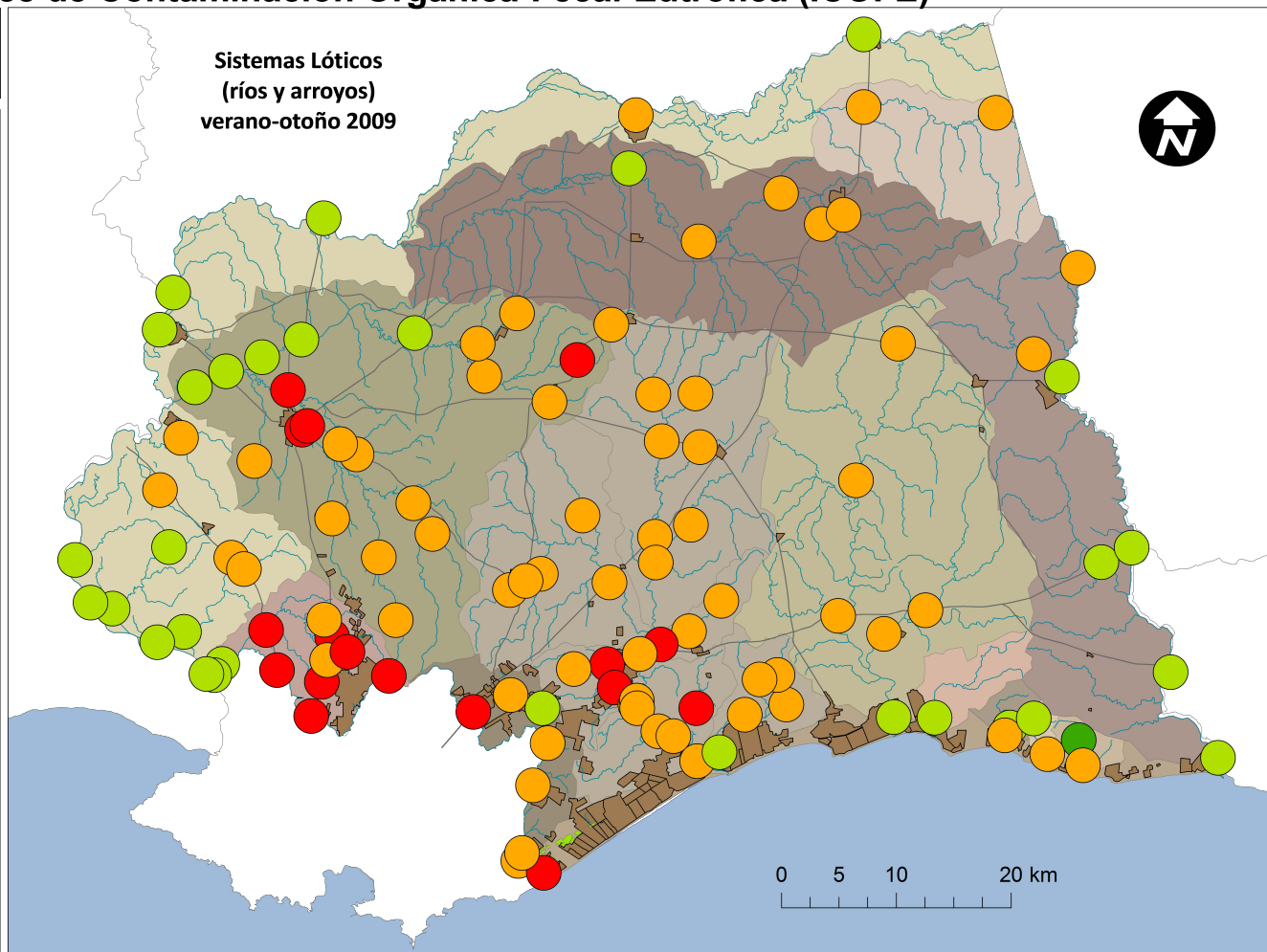
Para los dos primeros parámetros se tomó el estándar establecido en la Clase 3 del Decreto 253/79 y modificaciones: 5 mg/L de OD y 2000 UFC/100mL (sobre la base de muestras puntuales). Debe tenerse en cuenta que se realizaron análisis microbiológicos solamente a 41 de las 116 muestras presentadas aquí.

Para PT se tomó el objetivo de calidad establecido en la propuesta modificativa del Decreto 253/79 aún no aprobada (100 µg/L-P).

Nivel de incumplimiento:

OD: 73,3% - CF: 16,4% del total de los puntos de muestreo; 46,3% de los análisis realizados - PT: 98,3%

Incumplimiento medio por muestra = 1,87 (suma incumplimientos / total puntos de muestreo)

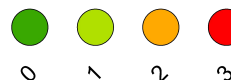


Línea de Base: PEDCA

Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua
Comuna Canaria

Centros Poblados

Nivel de incumplimiento (n° de parámetros)



Fecha muestreo: 12/02/2009-21/03/2009

Equipo responsable: Goyenola, G.; Acevedo, S.; Machado, I.

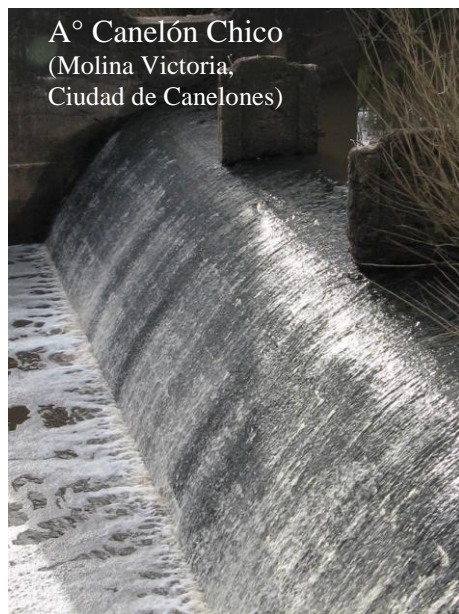
CF: analizado por Laboratorio IMC
PT: convenio Fac. de Ciencias/DGGA-IMC

Dibujo generado por: G.Goyenola (Lic., MSc). (v.4/05/2010)
Chequeado por: S. Acevedo (Ing. Qca)

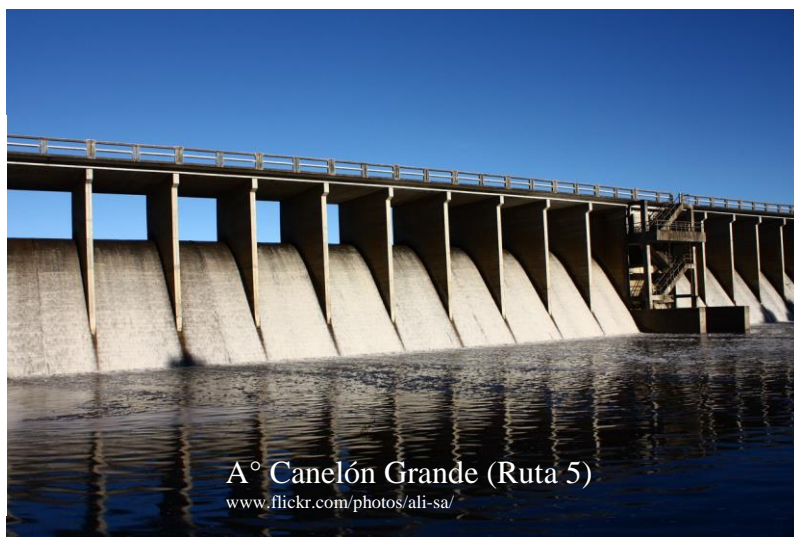
Otras problemáticas

Se detectaron problemas de contaminación de sistemas acuáticos por residuos sólidos urbanos, en varios sectores del Departamento. Otros problemas identificados pero no evaluados en el presente documento son: la disposición de los barros de plantas potabilización de agua y tratamiento de efluentes, la erosión y diversos pasivos ambientales (ej. canteras).

Se detectó un elevado nivel de intervención antrópica sobre el régimen de flujo (ej: canalizaciones y represamientos) de los sistemas acuáticos. Entre estos el arroyo del Bagre, Canelón Chico, Canelón Grande, Pando, Sarandí, Solís Grande y el Río Santa Lucía, presentan represamientos con fines principalmente productivos o para potabilización de agua. Estas modificaciones, en algunos casos centenarias, determinan el fragmentación de los sistemas acuáticos, permitiendo en la mayoría de los casos, únicamente el flujo unidireccional de organismos. Este hecho aumenta la probabilidad de eventos de extinción local y disminuye la de recolonización, repercutiendo negativamente sobre la biodiversidad (estructura), el funcionamiento y los servicios ecosistémicos brindados por los ríos y arroyos. En el contexto territorial profundamente intervenido de Canelones, la modificación y fragmentación de hábitat, sería una de las principales presiones sobre las especies acuáticas nativas.



Algunos ejemplos de obras que modifican el régimen de flujo en ríos y arroyos de Canelones



CONCLUSIONES PRIMARIAS

“Niego toda separación entre ciencia y gestión, o la supuesta distinción entre teoría y aplicación. Esta supuesta distinción es con demasiada frecuencia, sólo una excusa. Permite a los teóricos mantener los pies secos y pasar por alto las implicaciones sociales de su trabajo. Al mismo tiempo, proporciona a los administradores una excusa para la falta de familiarización con los principios generales y científicos, que les permite continuar con prácticas de gestión desactualizadas.” (Keddy 2000)

Los sistemas acuáticos canarios se encuentran sometidos a diversos tipos de perturbaciones tales como: **procesos de contaminación asociados a materia orgánica, contaminación patógena-fecal, contaminación por nutrientes (eutrofización), vertimiento de basura sólida y cambios en el régimen de flujo**. Éstos y otros disturbios, conducen a la alteración de la estructura, propiedades, procesos, funciones y servicios ecosistémicos, pudiendo repercutir directa o indirectamente en la salud y **calidad de vida** de la población local.

Se identificaron **4 cuencas fuertemente impactadas** (Canelón Chico, Carrasco, Colorado y Pando), mientras las cuencas del sector este del Departamento presentaron mejores condiciones ambientales en términos generales. El patrón espacial involucra claramente un comportamiento diferencial, con la región con fuerte **influencia metropolitana** (principalmente: eje de la Ruta 5 hasta Canelones, eje de la tura 8 hasta Pando y a° Carrasco), donde se concentra la población, la producción intensiva y la actividad industrial por un lado (problemáticas derivadas mayormente de fuentes puntuales) y por otro, la **zona con énfasis rural-agropecuaria extensiva** (problemáticas derivadas mayormente de fuentes difusas).

Para los ríos y arroyos canarios, la concentración de oxígeno disuelto resultó ser un indicador de contaminación orgánica más sensible que la DBO₅. Adicionalmente, su determinación involucra menores costos y permite mayor capacidad de análisis por unidad de tiempo, lo que posibilita también la replicación. Por otra parte, para el caso de muestras ubicadas aguas abajo de industrias con sistemas de tratamiento de efluentes que incluyan piletas de aireación, resultarían más sensibles los análisis de DBO₅.

Los muy bajos tenores de oxígeno disuelto generalizados durante el período cálido/seco, serían causantes de mortandades masivas de peces y extinciones locales múltiples de diversos organismos acuáticos dependientes de oxígeno y establecen una **elevada vulnerabilidad de los sistemas lóticos canarios frente a la contaminación orgánica**.

La **contaminación fecal** en Canelones, se vinculó a las carencias del sistema de saneamiento y a la actividad industrial. Los sistemas de producción intensiva, parecen ser otra fuente de contaminación fecal a considerar.

El aporte de nutrientes a los sistemas acuáticos (particularmente nitrógeno y fósforo), relacionado con el uso de fertilizantes, detergentes y al vertido directo de materia orgánica entre otros, es la causa del fenómeno denominado **eutrofización antrópica** (Lampert & Sommer 1997). La eutrofización se ha convertido en la problemática más seria y extendida de los sistemas acuáticos tanto a nivel nacional (Conde & Sommaruga 1999, Scasso et al. 2001), como mundial (Hosper 1997) y la realidad canaria no escapa de esta afirmación general, habiéndose registrado **muy elevados niveles de nutrientes**.

Las concentraciones de fósforo registradas, excedieron ampliamente el estándar nacional vigente, así como la modificación prevista. Los niveles de fósforo total fueron comparables a los publicados para arroyos montevideanos (IMM 2005, IMM 2009), pero mucho más elevados que los valores conocidos para sistemas comparables en otros puntos del país. Como ejemplo, para los arroyos de la cuenca de la Laguna del Sauce (Maldonado), en marzo de 2008 se determinaron concentraciones de nutrientes que no superaron en ningún caso los 100 µg-P/L para el fósforo total y los 2015 µg-N/L para el nitrógeno total (Mazzeo, N. et al 2008. Plan de gestión integrado de la Laguna del Sauce, Maldonado-Uruguay. PDT 65/10). Por otra parte, tomando como referencia el Arroyo Tacuarembó Chico y sus tributarios, el valor máximo registrado fue de 607 µg-P/L de fósforo total y 4617 µg-N/L de nitrógeno total (frente al punto de descarga de saneamiento), mientras los restantes 12 registros de la cuenca, nos superaron el límite de 100 µg-P/L para el fósforo total y 1032 µg-N/L para el nitrógeno total (datos de verano e invierno de 2007; M. Meerhoff com. pers.).

Las concentraciones de fósforo total fueron sistemáticamente mayores durante el verano que durante el invierno para todas las comparaciones realizables, mientras el nitrógeno total exhibió el patrón inverso, con concentraciones menores durante el verano para el 96,2% de las comparaciones realizadas. Los patrones inversos de las concentraciones de fósforo y nitrógeno, establecen cambios extremos en la limitación por nutrientes, favoreciendo organismos tolerantes al estrés. Entre estos, cabría esperar el desarrollo de organismos fijadores de nitrógeno durante el verano (ej. cianobacterias).

En concordancia a los resultados obtenidos en las determinaciones químicas, se han registrado intensos efectos de la eutrofización en diversos puntos del Departamento, como lagos completamente cubiertos de plantas, floraciones tóxicas o potencialmente tóxicas, mortandades masivas de peces y hasta un evento de mortandad de 37 terneras en la Localidad de Piedra Sola en enero de 2009. Estas problemáticas se asocian a sistemas con elevado tiempo de residencia del agua. Así mismo se han registrado eventos recurrentes de floraciones cianobacterianas tóxicas en el Río de la Plata. Es esperable un futuro agravamiento relacionado a la contaminación por nutrientes, con el desarrollo económico y el cambio global (Poff et al. 2002, Jeppesen et al. 2005).

Ejemplos de efectos de la eutrofización en sistemas acuáticos canarios



Cianobacterias (Tala 2005)



A° Canelón Chico (Ruta 5)



Lentejas de agua
A° Canelón Chico
(Ruta 5)

El uso sustentable de los recursos hídricos canarios depende fuertemente de que se continúe avanzando en el conocimiento de las problemáticas ambientales asociadas y en la toma de medidas de gestión efectivas.

Resulta imprescindible avanzar en la gestión de los problemas detectados que resultan de competencia directa de la Comuna (ej. residuos sólidos urbanos). Otras problemáticas involucran necesariamente el análisis, coordinación y negociación entre diversas instituciones y actores del ámbito público y privado.

El presente programa de evaluación ambiental, no incluyó la evaluación de contaminación por **metales pesados**¹. Resulta imprescindible el desarrollo de capacidades para poder abarcar esta problemática. Adicionalmente y en función de la extensa matriz agronómica del Departamento, resulta clara la necesidad de evaluar los efectos de residuos de **plaguicidas** en los ecosistemas.

Los **embalses y las canalizaciones** son las modificaciones físicas más frecuentes de los sistemas acuáticos canarios, pero también se han registrado modificaciones del trazado de arroyos. Muchos de los embalses existentes en la actualidad, no cumplen la función para la que fueron construidos (ej. Molino Victoria, Canelones). En la actualidad y frente a las problemáticas de inundaciones derivadas muchas veces de urbanización irregular y falta de previsión, los gestores locales optan por canalizar los arroyos y cañadas, particularmente en entornos urbanos, con el convencimiento que este tipo de intervenciones constituyen una solución. Sin embargo, la canalización aumenta la magnitud del pico de las crecidas y la adelanta en el tiempo. O sea, los arroyos transformados en canales crecen más y más rápido, **magnificando muchas veces las problemáticas por las que fueron realizadas** estas obras. Estas modificaciones sustanciales del régimen hídrico, repercuten directa y negativamente sobre la comunidad biológica establecida, al disminuir la heterogeneidad espacial, arrasar con la vegetación litoral y provocar la desconexión de las planicies de inundación. Estas prácticas clásicas de gestión de inundaciones han sufrido un fuerte redireccionamiento a nivel internacional. Hoy en día los proyectos de modificación de arroyos para prevenir inundaciones, suelen incluir la reconstrucción de meandros y la reconexión con las planicies de inundación (ej. <http://www.therrc.co.uk>). Resulta imprescindible generar normativa que regule este tipo de intervenciones.

La definición de un **Sistema Departamental de Áreas Protegidas** (SDAP), debe construirse sobre la base de un esquema regional de corredores ecológicos, articulado con la estrategia nacional de áreas protegidas (SNAP). Esta visión regional sustentada en corredores implica una conectividad entre zonas relevantes por su biodiversidad, con el fin de contrarrestar la fragmentación de los hábitats, los procesos de extinción local, soportando el establecimiento de un sistema integrado y no de un conjunto vulnerable e inconexo de puntos de interés. En este marco se considera imprescindible

¹ A partir de invierno de 2009, se incluyó en el Plan Permanente de Monitoreo la evaluación de metales pesados a los lixiviados de los vertederos de residuos sólidos.

incluir genéricamente al SDAP, los cursos de agua con sus montes nativos y humedales asociados a forma de conectores entre los más diversos puntos del territorio canario.

Para avanzar en la comprensión de las relaciones causales entre las potenciales fuentes de contaminación y sus consecuencias ambientales, resulta necesario avanzar en el desarrollo del Plan Departamental de Reducción de la Contaminación (Unidad de Gestión de Cuencas, Comuna Canaria).

Anexo I.- Ubicación de los puntos de muestreo para la línea de base del PEDCA

#	Código	Ubicación
1	BAG1	Intersección con camino vecinal en las nacientes del Aº El Bagre
2	BAG2	Intersección de Aº El Bagre con Ruta Interbalnearia
3	BAG3	Aº El Bagre frente represa frente a la ex Casa del Periodista (Balneario San Luis).
4	BRUCh	Aº Brujas chico y Ruta 36
5	BRUGr 1	Aº Brujas Grande y Ruta 36
6	BRUGr 2	desembocadura del Aº Brujas Grande
7	BURRO MUERTO	Cda. Burro muerto y Camino de las Tropas (Pando), aguas abajo del Frigorífico Ontilcor S.A
8	CANAL LAG CISNE	Canal que desemboca en la laguna del Cisne y Camino vecinal, aguas abajo de bañado
9	CAR1	Aº Carrasco, sobre puente, antes de la confluencia con el Aº Toledo
10	CAR2	Aº Carrasco y Camino Carrasco, aguas abajo Frigorífico FRIMACAR S.A
11	CAR3	Desembocadura del Aº Carrasco, sobre Avda. Italia.
12	CCH1	Canelón Chico y Camino vecinal
13	CCH2	Aº Canelón Chico y Ruta 32, luego de confluencia con Aº del Chaná
14	CCH3	Aº Canelón Chico y Camino vecinal, luego de confluencia con Aº Valenzuela
15	CCH4	Aº Canelón chico y Ruta 107 (en paso Calleros), aguas abajo de efluentes Frigorífico Canelones
16	CCH5	Represa sobre el Aº Canelón Chico a la altura del Parque Artigas, Canelones.
17	CCH6	Aº Canelón Chico y Ruta 5, aguas abajo de la Ciudad de Canelones
18	CDAGDE1	Cda Grande y Camino vecinal, aguas arriba del vertedero Cañada Grande
19	CDAGDE2	Cda Grande y Camino vecinal, aguas arriba de Empalme Olmos
20	CDAGDE3	Cda Grade y Camino vecinal, aguas abajo de Empalme Olmos
21	CDG1	Cda del Gigante y Ruta 67, cercano a la naciente
22	CDG2	Cda. Del Gigante y camino vecinal, tramo medio del curso
23	CDG3	Cda. Del Gigante y camino vecinal, tramo inferior del curso, antes de la confluencia con Aº Canelón Chico.
24	CEM	Aº del Cementerio y camino vecinal, aguas arriba de Santa Rosa
25	CG1	Canelón Grande y camino vecinal, aguas abajo de San Bautista
26	CG2	Aº Canelón Grande y Ruta 6

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

27	CG3	Aº Canelón Grande y Ruta 33, aguas abajo de Santa Rosa
28	CG4-i08	Aº Canelón Grande y camino vecinal (continuación Ruta 32)
29	CG4-v09	Aº Canelón Grande y Ruta 64
30	CG5	Aº Canelón Grande y Ruta 5, en el embalse
31	CG6	Aº Canelón Grande y Camino vecinal, antes de confluencia con Canelón Chico
32	CG7	Aº Canelón Grande y Ruta 11 vieja, luego de confluencia con Canelón Chico
33	CG8	Canelón Grande y Ruta 46
34	CG9	Desembocadura del Aº Canelón Grande
35	CHA	Aº del Chaná y camino vecinal, antes de la confluencia con el Aº Canelón Chico
36	COCHENGO	Aº Cochengo y camino vecinal, aguas abajo Frigorífico San Jacinto
37	COL1	Aº Colorado y Ruta 5, aguas abajo de Las Piedras (aprox. 1,5 km)
38	COL2	Aº Colorado y Ruta 36, aguas abajo de Las Piedras (aprox. 10,0 km)
39	COL3	Desembocadura del Aº Colorado en el Río Sta. Lucía
40	COL4	Aº Colorado, aguas arriba de la desembocadura (aprox. 1 km.)
41	CONCHILLAS	Aº de las Conchillas, aguas abajo de La Paz
42	COR1	Aº Coronilla y camino vecinal al norte de la Ruta Interbalnearia.
43	COR2	Aº Coronilla y Ruta Interbalnearia
44	DCOL	Aº Del Colorado y camino vecinal al oeste de Ruta 5, aguas abajo de Progreso
45	DEL CISNE	Afluente de la laguna del Cisne y Camino Chinchilla
46	DEL COLSAUCE	Aº del Colorado del Sauce y camino vecinal, antes de la confluencia con el Aº Del Sauce.
47	DESCARNADO	Aº del Descarnado y Ruta 11 (km 137)
48	DLL	Aº de la Lana y camino vecinal, cerca de Juanicó
49	DLQ	Aº de la Quinta y camino vecinal, zona rural de Los Cerrillos
50	DM	Aº de Montañó y camino vecinal, luego de la confluencia con Aº Pajas Blancas
51	DURAN 1	Aº Durán y camino vecinal, zona rural de Los Cerrillos
52	DURAN 2	desembocadura del Aº Durán
53	ECH1	Cda Echeverría y camino vecinal, aguas arriba de planta tratamiento OSE
54	ECH2	Cda Echeverría en el cruce con vía de tren, aguas abajo de Planta tratamiento OSE
55	FRASQ 1	Aº Frasquito y Ruta 8, aguas arriba de la planta tratamiento OSE y de la confluencia con El Aº Piedritas-Cda Burro Muerto

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

56	FRASQ 2	Aº Frasquito previo a la confluencia con el Aº Pando, aguas abajo de planta de tratamiento de OSE y de la confluencia con Aº Piedritas- Cda Burro Muerto
57	JUNCAL	Aº del Juncal y camino vecinal, con influencia de la zona periurbana de Los Cerrillos (y desagües pluviales de la ciudad)
58	LP1	Aº Las Piedras, aguas arriba de La Paz. Presenta influencia de algunas casas y ladrilleras.
59	LP2	Aº Las Piedras y Ruta 5, aguas abajo de La Paz (aprox. 2,5 km)
60	LP3	Aº Las piedras y Ruta 36, aguas abajo de La Paz (aprox. 9,0 km)
61	MEIR1	Aº Meireles en el cruce con vía de tren, aguas arriba de Suárez
62	MEIR2	Aº Meireles y camino vecinal, aguas abajo de Suárez
63	MOR 1	Aº Moreira y camino vecinal, aguas arriba de San Antonio
64	MOR 2	Aº Moreira y camino vecinal, aguas abajo de San Antonio
65	MOSQ 1	Aº Mosquito y Ruta 8, aguas arriba de Soca
66	MOSQ 2	Aº Mosquito y camino vecinal, aguas abajo de Soca
67	PAN1	Aº Pando y camino vecinal, cuenca alta del Aº Pando
68	PAN2	Aº Pando y Ruta 11, luego de la confluencia del Aº Cochengo
69	PAN3	Aº Pando y Ruta 7, antes de confluencia con Aº La Pedrera
70	PAN4	Aº Pando y Ruta 82 (cruz de los caminos)
71	PAN5	Aº Pando en el cruce de vía de tren, aguas abajo de la represa Manchega y frente a toma de agua de OSE
72	PAN6	Aº Pando previo a la confluencia con Aº Frasquito y aguas abajo de IPUSA
73	PAN7	Aº Pando luego de la confluencia con Aº Frasquito
74	PAN 8	Aº Pando en la represa ubicada entre ciudad de pando y Ruta Interbalnearia (Bañado del Negro)
75	PAN 9	Aº Pando frente al bañado del negro, aguas arriba de la zona urbana de Pinar Norte
76	PAN10	Aº Pando y Ruta inerbalnearia
77	PANTANOSA	Camino vecinal (afluente del Aº Pando)
78	PANTANOSO	Aº Pantanoso y Ruta 86
79	PBL-af1	Afluente de Aº Pajas Blancas, con influencia de zona periurbana de los Cerrillos
80	PEDERNAL	Aº Pedernal y Ruta 7
81	PEDRERA	Aº Pedrera y camino vecinal,
82	PIEDRA DEL TORO	Aº Piedra del Toro y camino a la Chinchilla, afluente de la Laguna del Cisne
83	PIEDRITAS	Aº Piedritas y Camino de las Tropas, antes de la confluencia con Cda Burro Muerto

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

84	PIREZ	Aº Pérez y Ruta 105, aguas abajo de La Paz
85	S ISIDRO	Cda. San Isidro, aguas abajo de Sitio Disposición Final Maritas y Planta tratamiento OSE-Las Piedras
86	SAR	Aº Sarandí y camino vecinal, Cuenca media del Aº Solís Grande
87	SARANDI IB	Aº Sarandí y Ruta Interbalnearia
88	SAU1v	
89	SAU1_afl	Afluente del Aº El Sauce y camino vecinal, aguas arriba de la ciudad de Sauce
90	SAU2	Aº Sauce y camino vecinal. Aguas abajo de la ciudad de Sauce (influencias de bodega La Carolina)
91	SAU3	Aº Sauce y Ruta 7, próximo a su desembocadura en el Aº Pando
92	SCH0	Aº Solís chico y Ruta 81, cercana a la naciente del arroyo
93	SCH1	Aº Solís chico y camino vecinal, cuenca alta
94	SCH2	Aº Solís Chico y Ruta 8, cuenca media
95	SCH3	Aº Solís chico y Ruta Interbalnearia, cuenca baja, cerca de la desembocadura
96	SDS	Sauce del Solís y Ruta 8 (km 74,600)
97	SG1	Aº Solís Grande y camino vecinal, aguas abajo (200 m) de la represa que está cerca de la vía de tren
98	SG2	Aº Solís Grande y Ruta 8
99	SG3	Aº Solís Grande y Ruta 9
100	SG4	Aº Solís Grande y Ruta Interbalnearia
101	SL1	Río Sta. Lucía y Ruta 7 (Bolívar)
102	SL2	Río Sta. Lucía y Ruta 6 (San Ramón)
103	SL3	Río Sta. Lucía y Ruta 5
104	SL4-i08	Río Sta. Lucía, aguas arriba de ciudad de Santa Lucía,
105	SL4-v09	Río Sta. Lucía, aguas arriba de ciudad de Santa Lucía y aguas abajo de 25 de agosto
106	SL5	Río Sta. Lucía, aguas abajo de Santa Lucía
107	SL6	Río Sta. Lucía, aguas abajo de Aguas Corrientes
108	SL6	Río Sta. Lucía, antes de la confluencia con el Río San José
109	SL7 prima	Río Sta. Lucía, luego de confluencia con Río San José, antes de la Isla
110	SL7	Río Sta. Lucía, aguas arriba de confluencia con Aº Durán
111	SL8	Río Sta. Lucía, aguas arriba de la confluencia con Aº Las Brujas Grande
112	SL9	Río Sta. Lucía, aguas abajo de confluencia Las Brujas y aguas arriba del Aº Colorado.
113	SOT	Aº Sotelo y Ruta 107
114	SS	Del Sauce Solo y camino vecinal, después de la confluencia con el Aº de los juncos (Cuenca media del

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

		Solís Grande)
115	TA1	Aº Tala y camino vecinal al este de la Ruta 7, aguas arriba de ciudad de Tala
116	TA2	Aº Tala y camino vecinal al sur de la Ruta 12 (luego de confluencia con el Aº Pedernal y Aº Macana). Aguas abajo de Tala
117	TA3	Aº Tala y camino vecinal al norte de Ruta 65 (luego de confluencia con Aº del Arenal Grande)
118	TA4	Aº Tala y Ruta 6
119	TA5	Aº Tala y Ruta 64
120	TOL1	Aº Toledo y Ruta 6, aguas abajo de Toledo Chico
121	TOL2	Aº Toledo y Ruta 8, frente a Barros Blancos
122	TOL3	Aº Toledo y camino vecinal, aguas arriba Colonia Nicolich
123	TOL4	Aº Toledo, sobre puente, justo antes de la confluencia con el Aº Carrasco
124	TOT	Aº Totoral y Ruta 107
125	TUN1	Aº La Tuna e intersección con camino vecinal, cerca de vía de tren.
126	TUN2	Aº La Tuna y Ruta Interbalnearia, desembocadura en el Río de la Plata
127	TV1	Aº Tropa Vieja y Ruta 87 (km 47),
128	TV2	Aº Tropa vieja y Ruta Interbalnearia, aguas abajo de un asentamiento
129	VE1	Aº Vejigas y Ruta 40, en la naciente
130	VE2	Aº Vejigas y Ruta 7

Anexo II.- Convenio IMC-Facultad de Ciencias

CONVENIO de COLABORACIÓN Entre la Facultad de Ciencias/Universidad de la República y la Intendencia Municipal de Canelones

En la ciudad de Montevideo, el *** del año 2008, entre: POR UNA PARTE: La UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA – Facultad de Ciencias, representada en este acto por el Sr. Rector Dr. Rodrigo Arocena y el Decano de la Facultad de Ciencias, Dr. Julio Fernández, con domicilio en Iguá 4225 de la ciudad de Montevideo. POR OTRA PARTE: La Intendencia Municipal de Canelones, representada en este acto por el Intendente Municipal Dr. Marcos Carámbula, con domicilio en la calle Tomás Berreta 370 de la ciudad de Canelones, a quien en adelante se le denomina "la I.M.C.".

Dentro del Convenio Marco existente entre la Universidad de la República y la Intendencia Municipal de Canelones, con objeto de poner en práctica lo en él contemplado, fundamentalmente en lo concerniente a funciones de asesoramiento y asistencia entre ambas instituciones.

CONVIENEN

PRIMERO: (Antecedentes).

- 1) Que la I.M.C. se encuentra desarrollando un "Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua"(en adelante P.E.D.C.A.) con el objetivo de: **a)** Contribuir al desarrollo de una estrategia departamental de calidad de agua, **b)** Desarrollar un enfoque integral que logre capitalizar la información disponible (bibliográfica y de monitoreo ambiental) y generar la información adicional necesaria, para conocer la estructura y el funcionamiento de los sistemas acuáticos canarios, **c)** Integrar a los ciudadanos en el control y seguimiento de la calidad de agua de los recursos hídricos de su entorno, **d)** Dirigir la gestión ambiental de los sistemas acuáticos del Departamento, con un conocimiento adecuado de las implicancias sociales y ecosistémicas a corto, mediano y largo plazo y **e)** Proveer información que permita aumentar el nivel de control de las actividades que puedan repercutir sobre la calidad de agua, generar mayor capacidad de respuesta y gestión ambiental.
- 2) Que para el desarrollo del P.E.D.C.A. es necesario contar con asistencia y asesoramiento de diversos grupos de investigación, así como de disponer de capacidades analíticas actualmente disponibles en la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República.

SEGUNDO: (Considerando).

- 1) Que según lo establecido en el Artículo 2º de la Ley Orgánica Universitaria, le compete a esta Institución impulsar la investigación científica y contribuir al estudio de los problemas de interés general.
- 2) Que es de interés la integración entre las instituciones, aspirando ambas a reforzar relaciones y acciones de cooperación en áreas de interés y beneficio social.
- 3) Que resulta de interés estratégico la vinculación de los saberes académicos desarrollados en la Universidad de la República a la gestión ambiental canaria.

TERCERO: (Objeto). El objeto del presente Convenio es establecer los mecanismos que hagan factible la ejecución del P.E.D.C.A., estableciendo una vía formal de interacción interinstitucional que permita el trabajo integrado de técnicos municipales y docentes universitarios, complementando capacidades de investigación científica innovadora y gestión ambiental.

CUARTO: (Compromiso mutuo). Ambas partes se comprometen a:

1. Dar acceso mutuo sin costos extras a la infraestructura propia en cuanto sea necesario a los fines del presente, en iguales condiciones que los usuarios e integrantes de dichas instituciones.
2. Vincular sus capacidades logísticas para permitir una gestión más eficiente de los recursos.

3. Dar acceso mutuo a los resultados obtenidos en actividades del P.E.D.C.A.

QUINTO: (Aportes de la Facultad de Ciencias). En el marco del presente Convenio, la Facultad de Ciencias se responsabilizará de:

1. El asesoramiento al personal técnico de la IMC para la ejecución del P.E.D.C.A.
2. La facilitación de infraestructura adicional necesaria para la ejecución del P.E.D.C.A., particularmente el equipamiento para la determinación de parámetros *in situ*, toma y análisis de muestras.

SEXTO: (Aportes de la I.M.C.). En el marco del presente Convenio, la I.M.C., se responsabilizará de:

1. Ejecutar el P.E.D.C.A.
2. Aportar a la Facultad de Ciencias los recursos financieros necesarios para cubrir todos los costos derivados por análisis del P.E.D.C.A., particularmente lo que tiene que ver con: adquisición y reposición de reactivos e insumos para el análisis de concentraciones totales y disueltas de nitrógeno y fósforo, determinaciones de clorofila a, sólidos totales en suspensión, materia orgánica en suspensión, patrones, insumos para el análisis de biomarcadores, bioindicadores y reposición de material de vidrio.
 - a. Primera etapa (enero 2009): \$55.000 (cincuenta y cinco mil pesos uruguayos)
 - b. Segunda etapa (marzo 2009): \$45.000 (treinta y cinco mil pesos uruguayos)
3. Generar posibilidades de desarrollo de proyectos científicos y/o educativos como pasantías de grado o tesis de posgrado, desarrollo de publicaciones conjuntas, etc.
4. Profundizar en la medida de lo posible y según las necesidades existentes, la inserción de científicos por medio del programa de pasantías de estudiantes o egresados de la Facultad de Ciencias, así como la contratación de personal científico altamente capacitado.

SÉPTIMO: (Plazo). El presente convenio tendrá un plazo de un año contado a partir de la fecha de la firma del mismo, pudiendo renovarse de común acuerdo hasta la finalización del período de gobierno municipal. Sin perjuicio de ello, cualquiera de las partes podrá dejar sin efecto el presente, mediante la comunicación fehaciente de su voluntad a la otra, con un preaviso de 45 (cuarenta y cinco) días corridos. En ese caso, quedarán sin efecto las actividades en curso, sin perjuicio de los derechos y obligaciones de terceros.

OCTAVO: (Incumplimiento). El incumplimiento de cualquiera de las partes a las obligaciones que por este convenio asume habilitará a la otra, previa intimación para que la incumplidora rectifique su conducta y siempre que no lo hiciera, a revocar el mismo sin responsabilidad alguna.

NOVENO: (Coordinación). Por la Facultad de Ciencias, la coordinación del presente convenio la realizarán los docentes responsables de los Laboratorios de Físicoquímica Biológica, Instituto de Química Biológica y del Grupo de Investigación en Ecología y Rehabilitación de Sistemas Acuáticos, Instituto de Biología de la Facultad de Ciencias. Por la I.M.C. se designará oportunamente un representante de la Dirección General de Gestión Ambiental, quién coordinará con las demás Direcciones comunales que integran el grupo de trabajo de agua y saneamiento.

En prueba de conformidad, se firman 3 ejemplares del mismo tenor en el lugar y fecha indicados en el acápite.

Anexo III.- Convenio IMM-IMC

CONVENIO
Intendencia Municipal de Canelones
Intendencia Municipal de Montevideo
MONITOREO DE CURSOS DE AGUA DEL DPTO. DE CANELONES

ACUERDO: En Montevideo, a los 14 días del mes abril del año dos mil ocho comparecen: **POR UNA PARTE:** la Intendencia Municipal de Canelones, en adelante la IMC, representada por el Sr. Intendente Municipal Marcos Carámbula, con domicilio en Tomás Berreta No. 370 de la ciudad de Canelones, inscrita en el Registro Único de Contribuyentes con el No. 020071360012 y **POR OTRA PARTE,** la Intendencia Municipal de Montevideo, en adelante la IMM, representada por el Sr. Intendente Municipal, Dr. Ricardo Ehrlich, con domicilio en la Av. 18 de Julio 1360, inscrita en el Registro Único de Contribuyentes con el No. 211763350018, quienes convienen lo siguiente: **PRIMERO-ANTECEDENTES:** I) Con fecha 14 de julio del año 2005, (Resolución IMM 3231/05 (Exp. 1002 013717-05), las Intendencias comparecientes suscribieron un acuerdo metropolitano expresando la voluntad de implementar un programa interinstitucional en procura del desarrollo municipal en forma integrada a través de la “Agenda Metropolitana”, como proyecto de gestión compartida. II) En dicho Marco fueron planteados varios objetivos, entre ellos la de diseñar propuestas de gestión a través de la participación de instituciones gubernamentales y no gubernamentales orientadas a promover el desarrollo regional, integral y particular, social y ambientalmente sustentable en procura de la mejora de la calidad ambiental y proponer acciones orientadas a proteger el ambiente en general. III) En ese sentido se definieron un conjunto de acciones y prioridades, entre ellos un Plan regional de desarrollo ambiental que abarque los componentes de saneamiento, drenajes, residuos sólidos, áreas naturales protegidas, agua, etc. IV) La IMM a través del Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental del Departamento de Desarrollo Ambiental (en adelante LCA y DDA) viene desarrollando desde el año 1997, un Programa de Monitoreo de Cursos de Agua de Montevideo, realizando los correspondientes muestreos y sus análisis con equipamiento propio. 2) La IMC no dispone de un programa de monitoreo de calidad de agua de los recursos hídricos, no obstante se han formalizado anteriormente algunos acuerdos de calidad de agua en regiones específicas del Departamento con otras instituciones. **SEGUNDO- OBJETO.** El objeto del presente Convenio es la implementación y ejecución de un programa de monitoreo de los cursos de agua principales de Canelones, y el intercambio de información relevante para realizar una adecuada evaluación ambiental en el Área Metropolitana. En “Anexo I” se presenta la descripción del programa, el cual forma parte del presente Convenio. **TERCERO- OBLIGACIONES DE LAS PARTES.** 1) La IMM, a través del Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental, se compromete a: A) Entrenar a personal técnico de la IMC para la realización de los muestreos de agua descritos en “Anexo I”; B) Analizar las muestras extraídas con frecuencia semestral; C) Controlar la calidad de los análisis que se realicen; D) Comunicar a la IMC sobre los resultados obtenidos, a través de reportes semestrales. 2) La IMC a través de la Dirección de Gestión Ambiental se compromete a: A) Realizar los muestreos semestrales de agua en los puntos seleccionados, siguiendo el programa de monitoreo presentado en “Anexo I”; B) Aportar los materiales necesarios para los muestreos: frascos, conservadoras y termómetro, en base a las indicaciones del LCA; C) Transferir al Laboratorio de Calidad Ambiental de la IMM la suma de setenta mil pesos uruguayos (\$U 70.000), dentro de los 30 días de firmado el presente convenio, con el fin de cubrir materiales y reactivos utilizados en la ejecución de los análisis de las muestras extraídas durante el plazo estipulado; D) Trasladar las muestras extraídas al Servicio Laboratorio de Calidad

Ambiental de la IMM en condiciones adecuadas para su posterior análisis; E) Comunicar la ubicación de los puntos de muestreo (descripción y ubicación en mapa), las posibles fuentes contaminantes, así como eventuales modificaciones de las localizaciones de las estaciones previstas de muestreo, y observaciones realizadas al momento del muestreo. **CUARTO- PLAZO.** El presente convenio tendrá un plazo de dos años, contado a partir de su firma pudiendo renovarse de común acuerdo por un período similar. **QUINTOSEGUIMIENTO Y EVALUACIONES:** Las Intendencias comparecientes, a través de los Técnicos que designe, supervisarán y evaluarán la ejecución del presente Convenio. Transcurrido un año de su firma, se evaluará en forma conjunta el desarrollo del programa de monitoreo. **SEXTO - MORA AUTOMÁTICA:** La mora se producirá para cualquiera de las partes de pleno derecho, sin necesidad de acto judicial o extrajudicial alguno, por el solo vencimiento de los términos establecidos, así como por la realización u omisión de cualquier acto y hecho que se traduzca en hacer o no hacer algo contrario a lo estipulado. **SEPTIMO - RESCISIÓN DEL CONVENIO:** 1) RESCISIÓN UNILATERAL. Si alguna de las partes quisiera rescindir el presente en forma unilateral durante el plazo estipulado o su renovación, deberá comunicarlo a la otra en forma fehaciente, la que contará con un plazo de 45 (cuarenta y cinco) días corridos para su aceptación. 2) RESCISIÓN POR INCUMPLIMIENTO. El incumplimiento de todas o cualesquiera de las obligaciones a cargo de las partes dará lugar, previa constatación del mismo, de los trámites tendientes a la rescisión del convenio. Se considerará que se ha incurrido en incumplimiento que amerite la rescisión del presente, cuando la parte notificada por escrito de la constatación del mismo, dentro de los 15 días siguientes, no lo rectificara, salvo que la conducta verificada, implique una acción u omisión no susceptible de rectificación. **OCTAVO - DOMICILIOS ESPECIALES:** Las partes constituyen domicilios especiales a todos los efectos de este convenio, en los indicados como respectivamente suyos en la comparecencia. **NOVENO – COMUNICACIONES:** Cualquier notificación que deban realizarse las partes, se tendrá por válidamente efectuada, si la misma es hecha a los domicilios constituidos en este documento por medio de carta con aviso de retorno, fax, telegrama colacionado o cualquier otro medio que diera certeza a su realización. **DECIMO - COORDINACIÓN.** Las partes acordarán mecanismos de coordinación permanente a los efectos de facilitar la ejecución del presente convenio. En constancia y señal de conformidad se firman 3 (tres) ejemplares de igual tenor en el lugar arriba indicado.

Anexo IV.- Normativa vigente

Los estándares vigentes a nivel nacional sobre calidad del agua están establecidos por el Decreto 253/79 y sus modificaciones. La Ordenanza de Desagües industriales de la IMC (09/07/2003) está sujeta al Decreto mencionado, el que clasifica a los sistemas acuáticos según los usos actuales y potenciales del agua de los mismos:

Clase 1	Abastecimiento de agua potable a poblaciones con tratamiento convencional.
Clase 2a	Riego de hortalizas o plantas frutícolas u otros cultivos destinados al consumo humano en su forma natural, cuando éstas son usadas a través de sistemas de riego que provocan el mojado del producto.
Clase 2b	recreación por contacto directo con el cuerpo humano
Clase 3	preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica , o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyo producto no se consume en forma natural o en aquellos casos que siendo consumidos en forma natural se apliquen sistemas de riego que no provocan el mojado del producto.
Clase 4	cursos o tramos de cursos que atraviesan zonas urbanas o suburbanas que deban mantener una armonía con el medio, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyos productos no son destinados al consumo humano en ninguna forma.

En febrero de 2005 el MVOTMA resolvió clasificar como clase 3, todos los cursos de agua cuya cuenca tributaria fuese mayor a 10 km² (excluido Laguna del Sauce, Maldonado). Si bien la mencionada resolución establece un estándar único para todos los cuerpos acuáticos canarios, los usos más exigentes como ser potabilización (ej. Laguna del Cisne, Aº Pando, Aguas Corrientes, Aº Vejigas) o recreación, no son considerados.

Estándares nacionales de calidad de agua según uso o actividad (Dec. 253/79).

Parámetro \ Clase	Clase 1	Clase 2a	Clase 2b	Clase 3	Clase 4
Olor	No perceptible	No perceptible	No perceptible	No perceptible	-
Materiales flotantes y espumas no naturales	Ausentes	No perceptible	Ausentes	Ausentes	Virtualmente ausentes
Color no natural	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	No objetable
Turbiedad	Máx 50 UNT	Máx 50 UNT	Máx 50 UNT	Máx 50 UNT	Máx 100 UNT
pH	Entre 6,5 y 8,5	Entre 6,5 y 9	Entre 6,5 y 8,5	Entre 6,5 y 8,5	Entre 6,0 y 9,0
Oxígeno disuelto	Mín 5 mg/L	Mín 5 mg/L	Mín 5 mg/L	Mín 5 mg/L	Mín 2,5 mg/L
DBO ₅	Máx 5 mg/L	Máx 10 mg/L	Máx 10 mg/L	Máx 10 mg/L	Máx 15 mg/L
Aceites y grasas	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Máx 10mg/L
Detergentes	Máx 0,5 mg/L en LAS	Máx 1 mg/L en LAS	Máx 1 mg/L en LAS	Máx 1 mg/L en LAS	Máx 2 mg/L
Sustancias fenolicas	Máx 0,001 mg/L en C ₆ H ₅ OH	Máx 0,2 mg/L en C ₆ H ₅ OH	Máx 0,2 mg/L en C ₆ H ₅ OH	Máx 0,2 mg/L en C ₆ H ₅ OH	-
Amoniaco libre	Máx 0,02 mg/L	Máx 0,02 mg/L	Máx 0,02 mg/L	Máx 0,02 mg/L	-
Nitratos	Máx 10 mg/L en N	Máx 10 mg/L en N	Máx 10 mg/L en N	Máx 10 mg/L en N	-
Fosforo total	Máx 0,025 mg/L en P	Máx 0,025 mg/L en P	Máx 0,025 mg/L en P	Máx 0,025 mg/L en P	-
Coliformes fecales ^(#)	A= 2000 B= 1000	A= 2000 B= 1000	A= 1000 B= 500	A= 2000 B= 1000	A= 5000 (en 80% de 5)
Sólidos suspensidos totales	-	Máx. 700 mg/L	-	-	-
Cianuro	Máx 0,005 Bmg/L	Máx 0,005 Bmg/L	Máx 0,005 Bmg/L	Máx 0,005 Bmg/L	Máx 0,05 Bmg/L
Arsenico	Máx 0,005 mg/L	Máx 0,05 mg/L	Máx 0,005 mg/L	Máx 0,005 mg/L	Máx 0,1 mg/L
Boro	-	Máx 0,5 mg/L	-	-	-
Cadmio	Máx 0,001 mg/L	Máx 0,001 mg/L	Máx 0,005 mg/L	Máx 0,001 mg/L	Máx 0,01 mg/L
Cobre	Máx 0,2 mg/L	Máx 0,2 mg/L	Máx 0,2 mg/L	Máx 0,2 mg/L	Máx 1 mg/L
Cromo total	Máx 0,05 mg/L	Máx 0,05 mg/L	Máx 0,05 mg/L	Máx 0,05 mg/L	Máx 0,5 mg/L
Mercurio	Máx 0,0002 mg/L	Máx 0,0002 mg/L	Máx 0,0002 mg/L	Máx 0,0002 mg/L	Máx 0,002 mg/L
Niquel	Máx 0,02 mg/L	Máx 0,002 mg/L	Máx 0,02 mg/L	Máx 0,02 mg/L	Máx 0,2 mg/L
Plomo	Máx 0,03 mg/L	Máx 0,03 mg/L	Máx 0,03 mg/L	Máx 0,03 mg/L	Máx 0,05 mg/L
Zinc	Máx 0,03 mg/L	Máx 0,03 mg/L	Máx 0,03 mg/L	Máx 0,03 mg/L	Máx 0,3 mg/L

^(#) No se deberá exceder el límite de "A" CF/100 mL en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las mismas estar por debajo de "B" CF/100 mL

Anexo IV (cont.)- Propuesta sustitutiva del Decreto 253/79 y modificativos (versión 2008)

**ANEXO PRESENTACIÓN
PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DECRETO 253/079 y modificativos**

I. Objetivo de calidad

Se entenderá por objetivo de calidad, el nivel de calidad que se pretende alcanzar y preservar para los cuerpos de agua superficiales y que pautará los planes, programas y acciones que se desarrollen en torno a la evaluación y control de las fuentes de contaminación de las aguas.

Adicionalmente a los parámetros que figuran en la tabla adjunta, se establece una lista de sustancias orgánicas tóxicas prioritarias para el ecosistema acuático, que integrarán el objetivo de calidad y se revisará y actualizarán por la DINAMA cada dos años, pudiéndose modificar los valores aquí establecidos o agregar nuevos parámetros.

Tabla 1: Objetivo de calidad

Parámetro	Objetivo de calidad	Actual clase 3
Olor	No perceptible	Igual
Material flotante y espumas no naturales	Ausentes	Igual
Color	Colorantes no naturales ausentes Color verdadero: no significativamente diferente al natural del cuerpo para la estación considerada	Similar
Turbiedad	Incremento de valores históricos en un 10% valor natural o en su defecto 50 UNT	Similar
PH	6,5-8,5	Igual
OD	Mín. 5 mg/L	Igual
DBO ₅	≤10 mg/L	Igual
Aceites y grasas	Ausentes	Igual
Sólidos suspendidos totales	Pendiente de revisión	
Sustancias fenólicas	≤ 5 µg/L	0,2, mg/l
Detergentes	Pendiente	
Amonio libre	≤ 0,02 mg/l en nitrógeno	Igual
Nitritos	≤ 0,1 mg/l como nitrógeno	-
Nitratos	≤ 10 mg/l como nitrógeno	Igual
Fósforo total	Lenticos ≤ 30 µg/L como fósforo Lóticos ≤ 100 µg/l como fósforo	25 µg/L
Cloruros	Pendiente	
Coliformes termotolerantes	≤ 1000 ufc/100 ml, valor de media geométrica móvil de 5 muestras consecutivas.	Se elimina límite de muestra individual
Cianuro total	≤ 20 µg/L	
Cianuros libre	≤ 5 µg/L	5 µg/L
Arsénico	≤ 5 µg/L	Igual
Cadmio	≤ 0,1 µg/L	1 µg/L
Cobre	≤ 10 µg/L	200 µg/L
Cromo Total	≤ 30 µg/L	50 µg/L
Cromo Hexavalente	≤ 1 µg/L	-
Mercurio	≤ 0,1 µg/L	0,2 µg/L
Níquel	≤ 20 µg/L	igual
Plomo	≤ 3 µg/L	30 µg/L
Cinc	≤ 30 µg/L	igual
Aluminio	≤ 50 µg/L	-
Selenio	≤ 1 µg/L	-
AOX	≤ 60 µg/L	-
Plata	≤ 0.1 µg/L	-
Nonilfenol y nonilfenoletoxilado	≤ 1 TEQ NF	-

Anexo V.- Resolución de creación de la Unidad de Gestión de Cuencas



Resolución
Nº 09/07882

Expediente
2009-81-1070-00345

Acta Nº
09/00531

Canelones, 29 de diciembre de 2009

VISTO: que de acuerdo a la Ley Orgánica Municipal son competencias municipales "la vigilancia y demás medidas necesarias para evitar la contaminación de las aguas" (Art. 35, Ley nº 9.615 del 28/10/1935);

RESULTANDO:

I) que la ley 18.610 Política Nacional de Agua (del 2/10/2009) reglamentaria del Art. 47 de la Constitución de la República, establece la formulación obligatoria de planes que contengan los lineamientos generales de la actuación pública y privada en materia de aguas tanto a nivel nacional como regional y local;

II) que la mencionada la Ley establece que los planes mencionados tomarán en cuenta los criterios de cuenca hidrográfica y de acuífero, los múltiples usos del agua y los diferentes requerimientos para cada uso;

CONSIDERANDO:

I) que a partir de mayo de 2008 se viene desarrollando un Plan Estratégico Departamental de Calidad de Agua (PEDCA), del cual se ha logrado un diagnóstico primario de la situación.

II) que asociar los objetivos estratégicos, sociales, económicos y ambientales a escala de cuenca, es la vía para establecer un modelo de gestión ambiental que promueva el desarrollo, sin comprometer la conservación de los sistemas acuáticos y la calidad de vida de los pobladores locales;

III) que la estrategia departamental en materia de agua debe surgir de la consolidación y generación de capacidades básicas, el desarrollo de una estructura colaborativa a escala departamental con baja redundancia pero elevado nivel de complementariedad, el soporte y coordinación inter-institucional y el soporte técnico científico del más alto nivel posible;

IV) que es necesaria una nueva institucionalidad que responda a un marco coherente con la naturaleza de los sistemas y problemas a gestionar;

ATENCIÓN: a lo precedentemente expuesto y a lo previsto en el Art. 35 de la Ley Orgánica Municipal Nº 9615 del 28.10.935;

EN ACUERDO CON LA DIRECCION GENERAL DE GESTION AMBIENTAL

EL INTENDENTE MUNICIPAL DE CANELONES

RESUELVE:

1.- CREAR la Unidad de Gestión de Cuencas (UGC)

2.- ASIGNAR, las competencias:

- desde la perspectiva de cuenca hidrográfica y acuífero, la UGC tendrá como objetivo desarrollar las capacidades de evaluación estratégica, seguimiento de emprendimientos, contralor, desarrollo de proyectos, interacción frente a terceros y gestión en la temática del agua, entre otras que se establezcan oportunamente.
- la UGC estará a cargo de:
 - La ejecución y profundización del PEDCA, lo que incluye entre otros:
 - el desarrollo del Plan Permanente de Monitoreo (PPM)
 - el programa de monitoreo de balneabilidad de playas
 - ser contraparte de los planes interinstitucionales de monitoreo (je. JICA-DINAMA, FREPLATA, etc.), logrando darles utilidad a la información recabada en los mismos
 - la profundización del plan de trabajo en monitoreo ciudadano
 - La formulación y desarrollo de un Plan Departamental de Reducción de la Contaminación.

- La UGC deberá estar conformada por profesionales con sólida formación en ciencias ambientales, perfil multidisciplinario y capacidad de trabajo en equipo.
- La UGC integrará competencias de la Dirección General de Contralor Sanitario, Gestión Ambiental, Desarrollo Productivo y del Cuerpo Inspectivo Municipal, dependencias municipales que integrarán permanentemente la UGC.
- La UGC deberá articular con las diferentes Direcciones Municipales, constituyendo un ámbito de trabajo colectivo para la atención de las temáticas vinculadas a la gestión del agua.
- Para cumplir con sus cometidos, la UGC integrará competencias de la Dirección General de Contralor Sanitario, Gestión Ambiental, Desarrollo Productivo y del Cuerpo Inspectivo Municipal, dependencias municipales que deberán integrar permanentemente la UGC.
- Será también función de la UGC el análisis de los problemas de gestión del agua a escala metropolitana y de las cuencas compartidas con departamentos limítrofes.

3.- DISPONER que la Dirección General de Gestión Ambiental oficie como coordinadora de la UGC.

4.- LAS DIRECCIONES GENERALES involucradas designarán los representantes idóneos en la materia correspondiente, para la formación de la referida Unidad.

5.- POR SECTOR DESPACHOS Y ACUERDOS, incorpórese al Registro de Resoluciones, circúlese y siga a la Dirección General de Gestión Ambiental a todos sus efectos. (FDO.) DR. MÁRCOS CARAMBULA, Intendente Municipal, PROF. YAMANDÚ ORSÍ, Secretario General, SR. LEONARDO HEROU, Director General de Gestión Ambiental.

Anexo VI.- Glosario

Alcalinidad: La alcalinidad total se define como la capacidad del agua para neutralizar ácidos y representa la suma de las bases que pueden ser tituladas. Dado que la alcalinidad de aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas.

No sólo representa el principal sistema amortiguador (tampón, buffer) del agua dulce, sino que también desempeña un rol principal en la productividad de cuerpos de agua naturales, sirviendo como una fuente de reserva de CO₂ para la fotosíntesis.

Internacionalmente es aceptada una alcalinidad mínima de 20 mg de CaCO₃/L para mantener la vida acuática. Cuando las aguas tienen alcalinidades inferiores se vuelven muy sensibles a la contaminación, ya que no tienen capacidad para oponerse a las modificaciones que generen disminuciones del pH (acidificación).

Coliformes fecales: La mayoría de las enfermedades infecciosas transmitidas a través del agua, están causadas por microorganismos eliminados al medio con las excretas de personas o animales. Estos microorganismos llegan al tracto intestinal a través del agua, los alimentos o las manos sucias, donde se multiplican y vuelven a ser eliminados.

Los coliformes fecales se utilizan como indicador de contaminación de microorganismos patógenos. Los coliformes son microorganismos que están presentes en el intestino de los animales de sangre caliente. Aunque no todos son perjudiciales para la salud, su presencia en el agua es un indicador de que podría haber microorganismos patógenos.

Valores máximo de CF que pueden presentar los sistemas acuáticos según decreto 253/79 y modificaciones en cada categoría de uso.

Clase 1	Clase 2a	Clase 2b	Clase 3	Clase 4
No se deberá exceder el límite de 2000 CF/100 mL en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las mismas estar por debajo de 1000 CF/100 mL	No se deberá exceder el límite de 2000 CF/100 mL en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las de las mismas estar por debajo de 1000 CF/100 mL	No se deberá exceder el límite de 1000 CF/100 mL en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las mismas estar por debajo de 500 CF/100 mL	No se deberá exceder el límite de 2000 CF/100 mL en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las mismas estar por debajo de 1000 CF/100 mL	No se deberá exceder el límite de 5000 CF/100 mL en al menos el 80% de por lo menos 5 muestras.

Conductividad: Es la capacidad de un medio para conducir la corriente eléctrica. En el agua, la conductividad es una medida indirecta de la cantidad de iones en solución. La conductividad en los cuerpos de agua dulce está determinada fundamentalmente por la geología del área por donde corre el agua. Descargas de aguas residuales suelen aumentar la conductividad debido al aumento de la concentración de Cl⁻, NO₃⁻ y SO₄⁻², u otros iones. Debe tenerse en cuenta que derrames de hidrocarburos (aceites, petróleo), compuestos orgánicos como aceites, fenol, alcohol, azúcar y otros compuestos no ionizables (aunque contaminantes), no modifican mayormente la conductividad.

Cada cuerpo de agua tiene un rango relativamente constante de conductividad, que una vez conocido, puede ser utilizado como línea de base para comparaciones con otras determinaciones puntuales. Cambios significativos pueden ser indicadores eventos puntuales de contaminación.

Demanda biológica de oxígeno (DBO₅): Es la cantidad de oxígeno consumida para la degradación por parte de los microorganismos de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se determina por diferencia en la concentración de oxígeno disuelto de la muestra medida antes y después de haber sido incubada durante 5 días a 20°C.

Valor máximo de DBO₅ requerido según decreto 253/79 y modificaciones para cada clase de los sistemas acuáticos.

Clase 1	Clase 2a	Clase 2b	Clase 3	Clase 4
5 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L	15 mg/L

Demanda química de oxígeno (DQO): Es la cantidad de oxígeno consumido por la oxidación química de sustancias orgánicas (y algunas inorgánicas) contenidas en el agua analizada. Normalmente, se utiliza un agente químico fuertemente oxidante, dicromato potásico (K₂Cr₂O₇), en medio ácido durante dos horas de digestión. Se expresa en mg O₂/l.

Dado que el compuesto químico oxidante es mucho menos selectivo que los microorganismos, toda la materia oxidable presente se oxidará (incluso aquella que no sería descompuesta por microorganismos). Por lo tanto, los valores obtenidos de DQO serán superiores (o como mínimo iguales) a los valores correspondientes de DBO.

Metales pesados: Los metales están de forma natural en el ambiente, aportados por la erosión de las rocas al suelo y al agua. Se atribuye el término metales pesados a un conjunto de elementos metálicos (y también a algunos de sus compuestos) que presentan determinados efectos de contaminación ambiental y toxicidad. Plomo, cromo, mercurio y arsénico son algunos ejemplos de metales pesados, aunque el arsénico no es estrictamente un metal.

Oxígeno disuelto: En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno. La producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas. También puede intercambiarse oxígeno con la atmósfera por difusión o mezcla turbulenta. La concentración total de oxígeno disuelto ([OD]) dependerá del balance entre todos estos fenómenos.

El oxígeno disuelto es fundamental para el metabolismo respiratorio de la mayor parte de los organismos acuáticos. Afecta la solubilidad y disponibilidad de nutrientes y, por lo tanto, la productividad de los ecosistemas acuáticos. Los bajos niveles de oxígeno disuelto facilitan la liberación de nutrientes de los sedimentos.

Tabla 1.- Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes.

[OD] mg/L	Condición	Consecuencias
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios
0-5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles
5-8	Aceptable	[OD] adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
8-12	Buena	
>12	Sobresaturada	Sistemas en plena producción fotosintética.

Durante el día suelen encontrarse concentraciones mayores de OD cuando la fotosíntesis llega a sus mayores niveles luego del mediodía, mientras más bajas se registran durante la noche. También es posible observar variaciones estacionales.

Así mismo la [OD] será dependiente de la temperatura (tabla 2). Aguas más cálidas son capaces de disolver menores cantidades de oxígeno. Por esto, una descarga de agua caliente puede significar la disminución del OD a niveles por debajo del límite necesario para algunas formas de vida.

El oxígeno disuelto es fundamental para el metabolismo respiratorio de la mayor parte de los organismos acuáticos. Afecta la solubilidad y disponibilidad de nutrientes y, por lo tanto, la productividad de los ecosistemas acuáticos. Los bajos niveles de oxígeno disuelto facilitan la liberación de nutrientes de los sedimentos.

Valor mínimo de oxígeno disuelto (OD) requerido según decreto 253/79 y modificaciones.

Clase 1	Clase 2a	Clase 2b	Clase 3	Clase 4
5 mg/L	5 mg/L	5 mg/L	5 mg/L	2.5 mg/L

pH: El pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra.

Los cambios en la acidez pueden ser causados por la actividad propia de los organismos, deposición atmosférica (lluvia ácida), características geológicas de la cuenca y descargas de aguas de desecho.

El pH afecta procesos químicos y biológicos en el agua. La mayor parte de los organismos acuáticos prefieren un rango entre 6,5 y 8,5. pHs por fuera de este rango suele determinar disminución en la diversidad, debido al estrés generado en los organismos no adaptados. Bajos pHs también pueden hacer que sustancias tóxicas se movilicen o hagan disponibles para los animales.

UFC/100mL: Unidades Formadoras de Colonias cada 100 mL. Unidad utilizada para la cuantificación de bacterias en el agua.

Bibliografía específica:

Cartillas para talleres de monitoreo ambiental ciudadano – DGGA
DINAMA. Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes

Agradecimientos

Al Prefecto de Canelones, CF (CP) Carlos Alonso y a Subprefecto del Puerto de Santiago Vázquez, CC (CP) Fernando Martínez, por su indispensable y desinteresada colaboración. A Gabriela Feola y Beatriz Brena y demás colegas del Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental de la Intendencia de Montevideo. A la Asociación sin fines de lucro Investigación y Desarrollo, por el apoyo logístico desinteresado.

Referencias

- APHA. 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA-AWWA-WPCF, Washington. 1265 pp.
- APHA. 1989. Standard methods for the examination of water and wastewater (17th edition). American Public Health Association, Washington.
- Conde, D. & Sommaruga. 1999. A review of the state of limnology in Uruguay. pp. 1-31. *In*: R.G. Wetzel & B. Gopal (ed.) *Limnology in developing countries*, SIL, New Dehli.
- Hosper, H. 1997. *Clearing Lakes: an ecosystem approach to the restoration and management of shallow lakes in the Netherlands*. Ministry of Transport, Public Works and Water Management. Institute of Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA). Lelystad.
- IMM. 2005. Programa de cuencas menores de Montevideo. Informe 2005. pp. 22, Laboratorio de Calidad Ambiental, Intendencia Municipal de Montevideo, Montevideo.
- IMM. 2009. Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua. Informe año 2009. pp. 113, Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental, Intendencia Municipal de Montevideo.
- Jeppesen, E., M. Søndergaard, N. Mazzeo, M. Meerhoff, C.C. Branco, V. Huszar & F. Scasso. 2005. Lake restoration and biomanipulation in temperate lakes: relevance for subtropical and tropical lakes. pp. 331-349. *In*: V. Reddy (ed.) *Restoration and management of tropical eutrophic lakes*, Science Publishers, Inc., New Hampshire.
- Keddy, P.A. 2000. *Wetland ecology: principles and conservation*. Cambridge University Press.
- Lampert, W. & U. Sommer. 1997. *Limnoecology: The ecology of lakes and streams*. Oxford University Press, NY.
- Nusch, E. 1980. Comparisons of different methods for chlorophyll and phaeopigments determination. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 14: 14-36.
- Poff, N.L., M.M. Brinson & J. Day, John W. 2002. Aquatic ecosystems and global climate change: Potential impacts on inland freshwater and coastal wetland ecosystems in the United States. *Pew Center on Global Climate Change*. 45 pp.
- Scasso, F., N. Mazzeo, J. Gorga, C. Kruk, G. Lacerot, J. Clemente, D. Fabian & S. Bonilla. 2001. Limnological changes in a sub-tropical shallow hypertrophic lake during its restoration: two years of a whole-lake experiment. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 11: 31-44.
- Valderrama, J.C. 1981. The simultaneous analysis of total Nitrogen and total Phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.* 10: 109-122.