

XXIVº Congreso Nacional del Agua 2013

San Juan, 14 al 18 de Octubre de 2013

GESTIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS EN LA CUENCA DEL RÍO TERCERO (CTLAMOCHITA)

**Ana María Cossavella^{1,2}; Patricia M. Carranza²; Claudia Oroná²; Fernando Monarde¹;
Nancy Larrosa²; Florencia Nadal²; Mariana Roque¹; Carolina Nuño¹; María Laura
Hunziker¹; Marina Ferreyra¹; Ricardo Brito¹; Valeria Saldaño²; Juan Melián¹;
Juan Bresciano¹; Augusto Diaz^{1,2}**

¹Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación (Córdoba)

²Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba
acossav@arnet.com.ar

RESUMEN

La degradación de las fuentes de agua dulce como consecuencia de las actividades antrópicas, se inicia con los asentamientos y se agrava con el crecimiento de las poblaciones y la intensificación industrial y productiva. La provincia de Córdoba tiene una particular situación ya que pertenece a una región semiárida, con manifestaciones de problemas de contaminación de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos en distintos sectores y con diversa intensidad.

El río Tercero (Ctalamochita), además de constituir una importante fuente para el suministro de agua potable en la zona sur y este de la provincia, es utilizado como cuerpo receptor para disposición final de las aguas residuales industriales y de estaciones depuradoras de efluentes cloacales.

Con la finalidad de verificar la situación de los vertidos, en virtud del marco normativo provincial establecido a través del Decreto 415/99, desde la Secretaría de Recursos Hídricos se auditaron establecimientos fabriles y estaciones depuradoras y se llevaron a cabo gestiones a fin de controlar las descargas de efluentes al curso de agua. Estas acciones fueron complementadas con campañas de monitoreo y aforo en el río Tercero (Ctalamochita).

El objetivo del este trabajo es presentar los resultados de las acciones de control y la influencia de las medidas implementadas.

Las descargas constituyen fuentes puntuales que originan la disminución de la capacidad de autodepuración del cauce, deterioro que queda evidenciado por el ascenso de la demanda biológica de oxígeno, disminución del oxígeno disuelto, acompañado por un incremento del contenido de bacterias y nutrientes.

Si bien la construcción de plantas de tratamiento se ha ido incrementando continuamente en los últimos años, su adecuada implementación se encuentra limitada fundamentalmente por factores económicos y las deficiencias de funcionamiento se deben a razones variadas como la inadecuada operación de los sistemas, conductas de los usuarios, necesidades de obras de mantenimiento de sistemas y ampliación de plantas entre otras, con requerimiento de la presencia de la Autoridad de Aplicación. Por otra parte, surge la necesidad de planificar estrategias para la fiscalización de los efluentes líquidos, con un enfoque integral desde las mismas empresas.

Palabras claves: gestión, efluentes líquidos, control

INTRODUCCIÓN

Área de estudio

La subcuenca del río Tercero (Ctalamochita) junto a la del río Saladillo, integran la cuenca del río Carcarañá con desagüe en el río Paraná, del sistema exorreico del río de la Plata. Constituye un sistema de alimentación pluvial y régimen permanente (Figura 1). Además de ser una importante fuente para el suministro de agua potable en la zona sur y este de la provincia, es utilizado como cuerpo receptor para disposición final de las aguas residuales industriales y de estaciones depuradoras de efluentes cloacales.

Se ha constituido en el curso más explotado hidroeléctricamente en relación con el potencial que le otorga su caudal y su topografía. Está regulado por una serie de reservorios artificiales: Por un lado, el Complejo Río Grande, conformado por el embalse Cerro Pelado y el embalse Arroyo Corto. El segundo sistema llamado Río Tercero, está constituido por los embalses: Río Tercero, Ingeniero Cassaffousth, Ing. Benjamín Reolín y Piedras Moras. Este último actúa como regulador además de generar energía, de acuerdo a las necesidades de funcionamiento de la Central Nuclear de Embalse y condiciona su caudal.

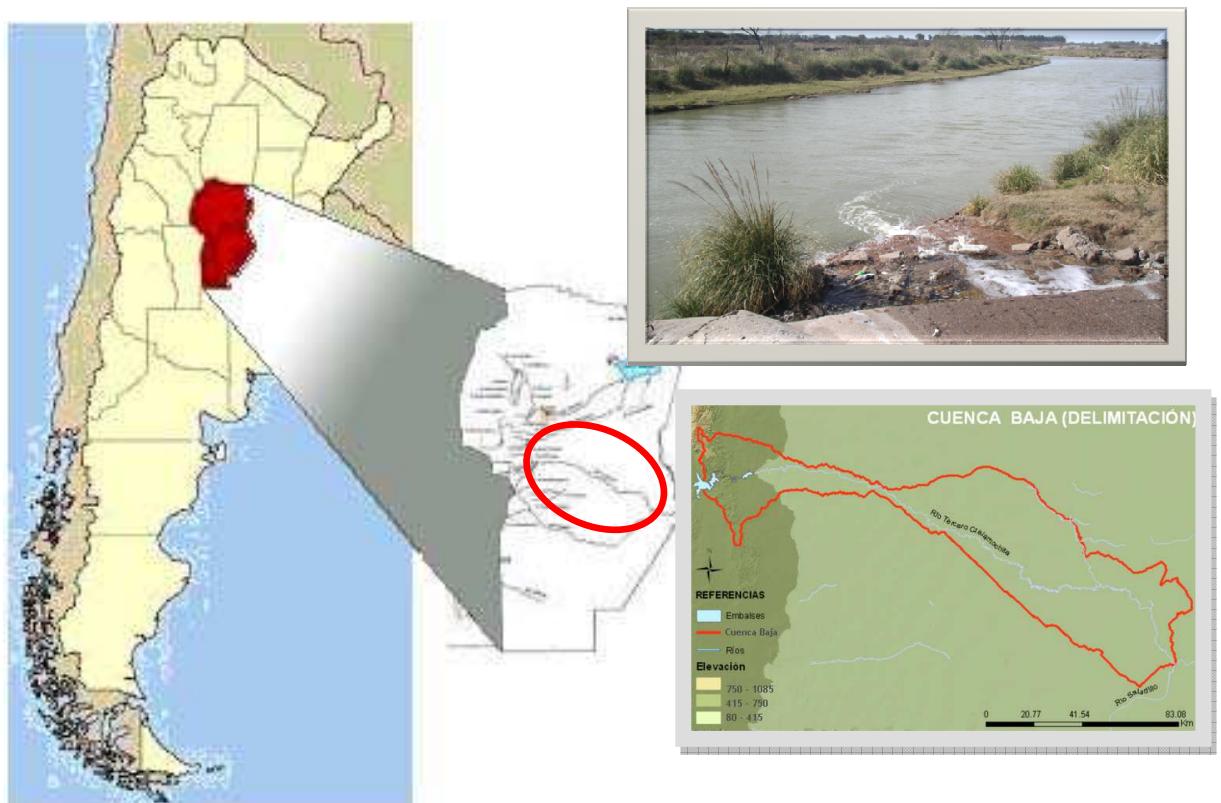


Figura 1: Localización del Río Tercero (Ctalamochita) y área de estudio

En sus márgenes se localizan importantes centros poblados como Almafuerde, Río Tercero, Va. Ascasubi, Pampayasta, Villa María y Bell Ville, entre otras. En la ciudad de Río Tercero existe un complejo de industrias químicas. La producción de estas fábricas abarca desde sustancias elementales tales como ácido nítrico y agua oxigenada, hasta pesticidas y compuestos petroquímicos. Además se localiza una curtiembre, un matadero y en el límite urbano, la estación depuradora de líquidos cloacales de la ciudad, todos ellos con vertido directo al curso del río

Ctalamochita. Luego de esta zona no se detectaron descargas directas al río hasta llegar a la ciudad de Villa María.

En las ciudades de Villa María, Villa Nueva, Bell Ville, Monte Leña, Ballesteros Sur y Monte Buey se producen descargas provenientes de industrias lácteas, de explosivos, una fábrica papelera, un matadero-frigorífico y las estaciones depuradoras de líquidos cloacales (EDAR). A mitad de su recorrido (aproximadamente a los 226 Km desde su inicio), en la localidad de Bell Ville recibe las aguas del Canal Desviador (CD) que lleva el nombre de la ciudad.

La degradación de las fuentes de agua dulce como consecuencia de las actividades antrópicas, se inicia con los asentamientos y se agrava con el crecimiento de las poblaciones y la intensificación industrial y productiva. La provincia de Córdoba tiene una particular situación ya que pertenece a una región semiárida, con manifestaciones de problemas de contaminación de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos en distintos sectores y con diversa intensidad (Carranza, et al., 2007; Oviedo Zabala et al., 2009; Saldaño, 2010, O' Mill, 2012).

En Saldaño, 2010, se realizó la modelación de calidad de agua del río Tercero (Ctalamochita) que permitió estimar valores representativos de su comportamiento, frente a los constituyentes oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno y microbiológicos. A su vez se identificó aquellos efluentes que generan mayor impacto en la calidad del agua.

En los últimos años, desde la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación (Ex DiPAS) de la Provincia de Córdoba se llevaron a cabo gestiones a fin de controlar las descargas de efluentes al curso de agua.

El marco normativo para el control de efluentes en la provincia de Córdoba está contenido en las Normas para la Protección de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos (Decreto 415/99 y su Decreto modificatorio 2711/01). Estas normas deben ser cumplimentadas por todas las fuentes emisoras de efluentes líquidos: Establecimientos industriales, comerciales y de servicios (incluyendo las EDAR). Esta normativa establece diferentes parámetros de vertido de acuerdo al destino final del efluente tratado.

Por lo anteriormente mencionado es importante evaluar con un enfoque holístico e integral la evolución de la calidad del agua del río Tercero (Ctalamochita) luego de la aplicación de las medidas de gestión en la cuenca. Además, analizar el comportamiento antes y después del funcionamiento a pleno de las estaciones depuradoras de líquidos cloacales y de las mejoras en los vertidos por obras ejecutadas por las industrias.

El objetivo del este trabajo es presentar los resultados de las acciones de control y la influencia de las medidas implementadas en las descargas puntuales en el curso de agua.

METODOLOGÍA

Con la finalidad de verificar la situación de los vertidos, en virtud del marco normativo provincial, desde la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación se auditaron establecimientos fabriles y estaciones depuradoras de líquidos cloacales. Complementariamente, se llevaron a cabo gestiones técnico-administrativas a fin de controlar las descargas de efluentes al curso de agua. Estas

acciones fueron complementadas con campañas de monitoreo y aforo en el río Tercero (Ctalamochita).

Monitoreo

El estudio incluye treinta (31) campañas estacionales de monitoreo en el Río Tercero (Ctalamochita) (período 2005-2012), desde el balneario Almafuerte hasta llegar a la localidad de Monte Buey. Se establecieron doce (12) sitios de muestreo seleccionados según: fuentes de descargas industriales y cloacales, tomas de agua y balnearios y uno (1) en el Canal Desviador en su punto de descarga en el río (Tabla 1 y Figura 2).

Tabla 1: Nombre y abreviatura de los puntos de muestreo con la progresiva en kilómetros

NOMBRE DEL PUNTO DE MUESTREO	PROGRESIVA DESDE NACIENTE DEL RÍO (km)
Balneario Almafuerte (BA)	1,97
Balneario Río III (BIII)	14,96
Puente Los Potreros (PLP)	25,67
Villa Ascasubi (VA)	39,04
Puente Andino (PA)	113,29
Puente Nestlé (PN)	121,02
Aguas debajo de la colectora cloacal de Villa María (BOSN)	130,90
Altura Ballesteros	161,04
Azud Bell Ville (ABV)	220,42
Aguas abajo colectora cloacal de Bell Ville (AACCBV)	236,00
Azud San Marcos (ASM)	262,52
Altura de Monte Buey (MB)	294,16



Figura 2: Ubicación de los puntos de monitoreo en el Río Tercero (Ctalamochita)

Se realizaron mediciones *in situ* (Temperatura del agua, pH, conductividad y oxígeno disuelto) y determinaciones en laboratorio (Sulfato, cloruro, alcalinidad, dureza total, amonio, nitrito, nitrato, fósforo total, demanda bioquímica de oxígeno, material en suspensión y bacterias

coliformes termorresistentes y *Escherichia coli*). Con algunos de estos parámetros se calcularon índices de calidad de agua (ICA) de acuerdo a la metodología aplicada en Carranza, 2007. El ICA engloba en un solo valor las características más importantes de una muestra de agua.

Los parámetros físico-químicos y biológicos investigados se establecieron en función de las actividades existentes en la zona de influencia de cada estación.

Se tomaron muestras de los efluentes vertidos al río por los establecimientos industriales y cloacales. Las determinaciones analíticas posteriores se seleccionaron de acuerdo a los procesos productivos (UNC, 2008).

La metodología utilizada para la toma de muestras, almacenamiento, preservación y determinación es la indicada en el Standard Methods (APHA, AWWA, WEF, 2005).

Relevamiento de fuentes puntuales

Se trabajó con el Registro Provincial de Usuarios (R.P.U.) de la Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba, implementado según el artículo tercero de las Normas Provinciales para la Protección de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos (Decreto Provincial N° 415/99 y su modificatorio Decreto N° 2711/01), el cual establece que: mediante el Registro Provincial de Usuarios se asentará la inscripción, renovación y baja de los usuarios industriales, comerciales y de servicios; asimismo se categorizará a los usuarios de acuerdo al grado de peligrosidad de los efluentes que produzcan. Para ello, la normativa establece tres categorías: Categoría I (Muy Contaminante); Categoría II (Contaminante) y Categoría III (Poco Contaminante).

Se analizaron las gestiones realizadas sobre los establecimientos industriales y cloacales que vierten en forma directa al curso del Río Ctalamochita,

Algunas de las medidas implementadas han sido emplazamientos a las empresas para la ejecución de cronogramas de obras, seguimiento del avance de las mismas y aplicación de sanciones.

Con los datos de demanda biológica de oxígeno en 5 días (DBO₅) y de caudales diarios de vertido se calculó la carga orgánica diaria aportada por los establecimientos industriales y las estaciones depuradoras.

RESULTADOS

A lo largo del tramo de estudio se identificaron diecisiete (17) descargas puntuales (Figura 3) de distinta índole (químicas, mataderos, lácteas, papeleras, frigoríficos, lavaderos y cloacales).

Con los resultados de las auditorías llevadas a cabo desde la Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación analizando cada caso en particular, se realizaron actuaciones para que los establecimientos que no cumplieran con los requisitos establecidos en el Decreto 415/99, realicen las gestiones técnico-administrativas para regularizar su situación. Cuando los parámetros de vertido no verificaron con lo establecido en la mencionada normativa, se realizaron intimaciones

para la presentación de una propuesta de mejoras en sus instalaciones y un plan de gestión a fin de su adecuación a la normativa vigente.



Figura 3: Localización de fuentes puntuales que descargan en el Río Tercero (Ctalamochita)

La influencia de las industrias en el estudio de la cuenca es de suma importancia en la calidad de agua del río Tercero (Ctalamochita), ya que muchas de ellas inciden como fuentes puntuales y/o difusas de contaminación del río.

Establecimientos industriales

El complejo de las industrias químicas, emplazado en la ciudad de Río Tercero, es considerado de máxima envergadura no solamente a nivel provincial sino también en el orden nacional como corporación societaria que actúa y desarrolla actividades relevantes y en continua expansión en el ámbito del comercio internacional (PRODIA, 2005).

En el departamento General San Martín, específicamente en las localidades de Villa María y área de influencia, las principales radicaciones agroindustriales se relacionan con la actividad láctea, debido a que el área forma parte de la más importante cuenca lechera de la provincia (cuenca Villa María). En la cuenca existen 50 industrias lácteas dedicadas a la elaboración de quesos, leche en polvo, dulce de leche y manteca. Predominan las pequeñas y medianas fábricas, ya que sólo 3 procesan más de 100.000 litros de leche/ día. En general, estas industrias son de carácter artesanal porque utilizan bajos niveles de automatización y adopción de tecnología. Por este motivo en la zona también se localiza un significativo número de fábricas de productos mecánicos (equipos) y químicos (ácidos y bases) utilizados en la lechería. Además, hay dos frigoríficos (Caballero, 2010).

Los establecimientos industriales que vierten en forma directa al curso del Río Ctalamochita, en total ascienden a 13 (trece). La Figura 4 muestra un resumen de las sanciones aplicadas en el período 2005-2012. Esto es, trece (13) fueron intimadas, en algunos casos en varias ocasiones,

once (11) establecimientos estuvieron sujetos a aplicación de multas y en cuatro (4) se dictaminó el cese de vertido.

El régimen contravencional aplicado fue el establecido en el Código de Aguas de la Provincia de Córdoba (Decreto Ley 5589/73 actualizado mediante el Decreto 8928/01) en cuyos artículos 275 y 276 se establece el monto de las multas y de las sanciones conminatorias en base al importe del canon anual de una hectárea de riego, teniendo en cuenta las circunstancias del caso, las personas del infractor, la entidad del hecho y los perjuicios causados

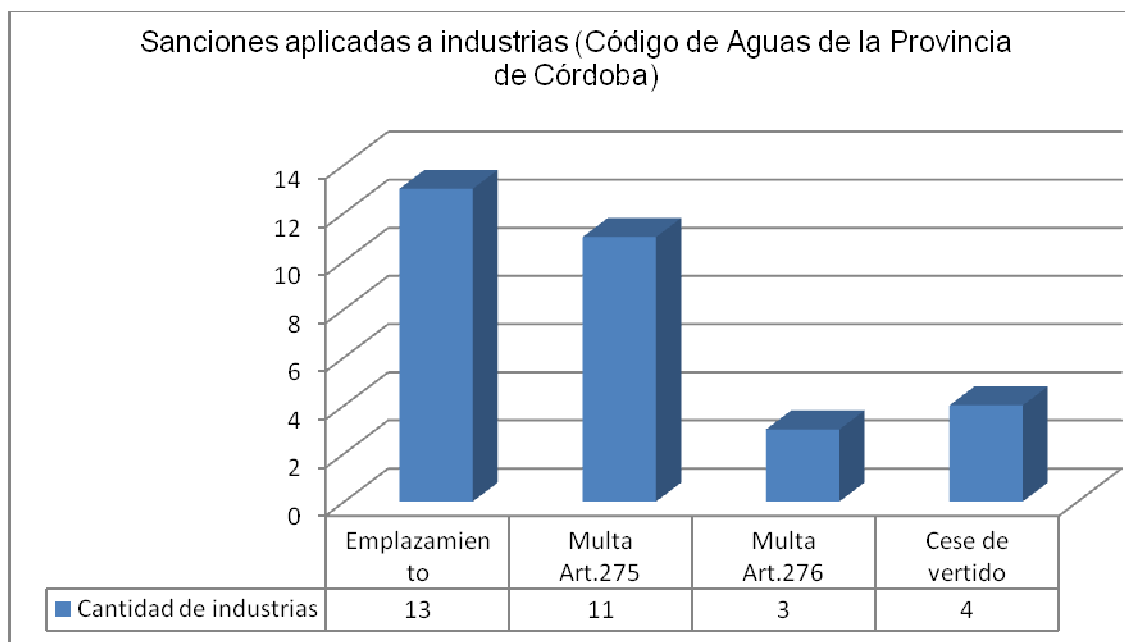


Figura 4: Distribución de las sanciones aplicadas a los establecimientos industriales

Estaciones depuradoras de efluentes cloacales (EDAR)

El relevamiento llevado a cabo en este rubro mostró que de las seis (6) localidades que poseen a la fecha estaciones depuradoras cuatro (4) fueron ejecutadas y puestas en funcionamiento entre fines del año 2010 e inicios del 2011, dos (2) fueron ejecutadas recientemente y se encuentran en la etapa inicial de llenado del sistema de lagunas de tratamiento y una se encuentra en etapa de proyecto.

El sistema de tratamiento adoptado en todos los casos consiste en lagunas facultativas, aeróbicas y de maduración. Si bien las unidades se encuentran en funcionamiento, en algunos casos se observó falta de mantenimiento y en otros, falta de control de los efluentes que reciben. Esta situación genera inconvenientes en el tratamiento.

Carga orgánica diaria aportada por las fuentes puntuales

La evaluación de la carga orgánica (kg. DBO₅/día) aportada por las fuentes puntuales al curso del río Ctalamochita (Tercero) en los períodos comprendidos entre 2005-2009 y 2010-2012 fueron de 12966 kg. DBO₅/día en el primer período y de 7648 kg. DBO₅/día en el segundo.

Los resultados arriba indicados ponen de manifiesto la efectividad de las gestiones realizadas, lo cual arrojó una disminución de aproximadamente el 40 % de aporte de carga orgánica medida a través del indicador demanda biológica de oxígeno a 5 días.

Como se observa en la Figura 5, a partir del año 2010 se produjo una considerable disminución de aporte de carga orgánica, en especial en el tramo comprendido entre Villa María y San Marcos Sur. Esto, es consecuencia del tratamiento de los efluentes cloacales provenientes de dos colectoras de las ciudades de Villa María y Bell Ville y de cuatro industrias, cuyos efluentes eran descargados al curso de agua sin ningún tratamiento, de las cuales dos de ellas ejecutaron el sistema de depuración y las otras dos realizaron las obras para adecuar los efluentes y derivarlos a la red cloacal de la ciudad.

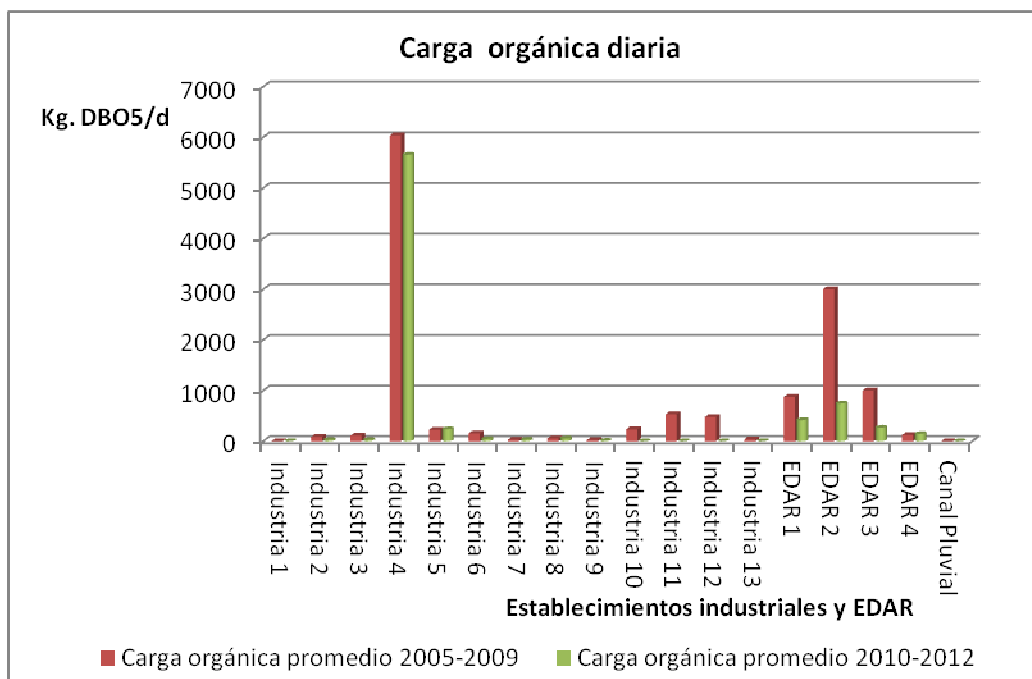


Figura 5: Carga orgánica aportada al río Tercero (Ctalamochita) por las fuentes puntuales

Las colectoras de líquidos cloacales de Villa María y BellVille fueron reportadas como de mayor incidencia en la calidad de agua del río (Oviedo Zabala, 2009).

Índice de calidad de agua del Río Tercero (Ctalamochita)

El río Tercero (Ctalamochita) disminuye su calidad luego de atravesar las ciudades de Río Tercero, Villa María y Bell Ville. En el período 2005-2009 los índices de calidad de agua (ICA) variaron entre 91 (calidad de agua muy buena) en el primer sitio de monitoreo, el balneario Almafuerte, y 65 (calidad de agua regular) luego de la descarga de líquidos cloacales en la ciudad de Villa María y Bell Ville (Figura 6). Estos rangos de valores fueron reportados por O´ Mill, 2012.

En el período 2010-2012 se observa una mejora en la calidad de agua, puesta de manifiesto en un ascenso en el ICA en los puntos de monitoreo localizados entre las ciudades de Bell Ville y Azud San Marcos.

Es importante destacar las implicancias en estas mejoras observadas, teniendo en cuenta que en Azud Bell Ville y Azud San Marcos se localizan las tomas de agua para las plantas potabilizadoras que abastecen a las ciudades mencionadas y alrededor de cuarenta localidades del sureste de la provincia.

En la zona correspondiente al último punto de muestreo, próximo a la unión con el río Saladillo, el suelo posee alta salinidad, en este lugar se detectaron los valores más altos de sulfato, cloruro, dureza, sólidos disueltos totales y por lo tanto, conductividad, con incidencia directa en los valores del ICA.

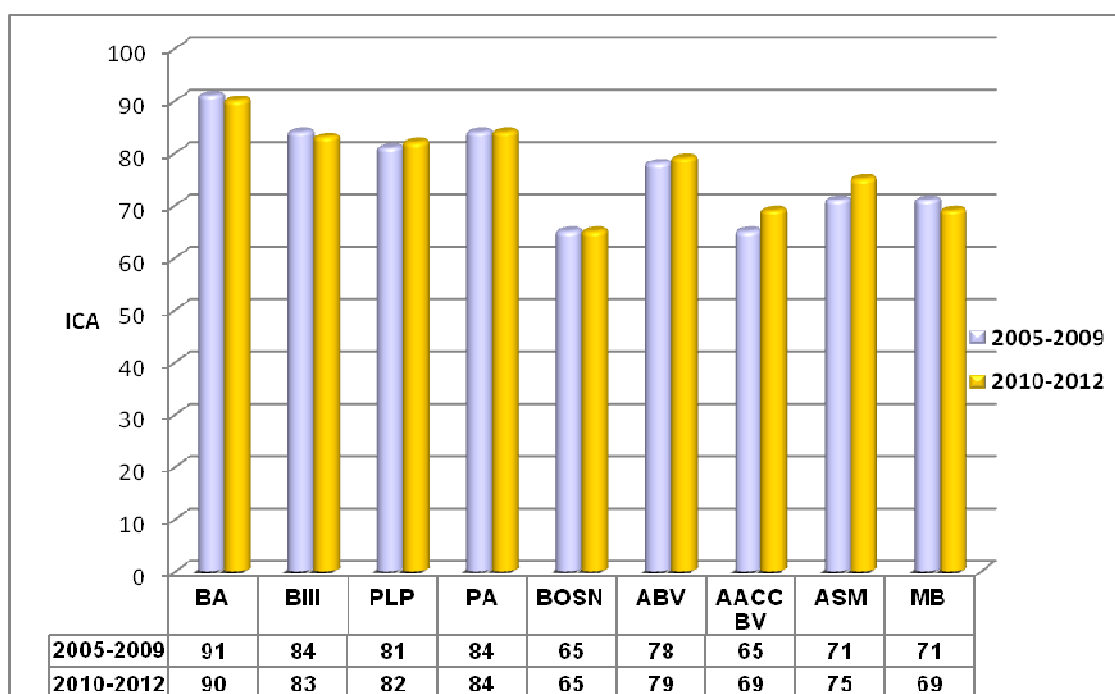


Figura 6: Comparación del ICA en los períodos 2005-2009 y 2010-2012

Variación espacial y temporal de la DBO₅ y Bacterias Coliformes Termoresistentes

La Figura 7 muestra la notable disminución de la DBO₅ media anual después de pasar por centros poblados en los dos últimos años, como resultado del tratamiento efectuado a los vertidos por parte de las industrias y el saneamiento a través de la ejecución de las estaciones depuradoras de líquidos cloacales.

En la Figura 8 se observa el NMP/100 ml de Bacterias Coliformes Termoresistentes promedio por año antes y después de pasar por centros poblados. En el año 2012 disminuye en los puntos aguas abajo de las Ciudades de Río Tercero, Villa María y Bell Ville.

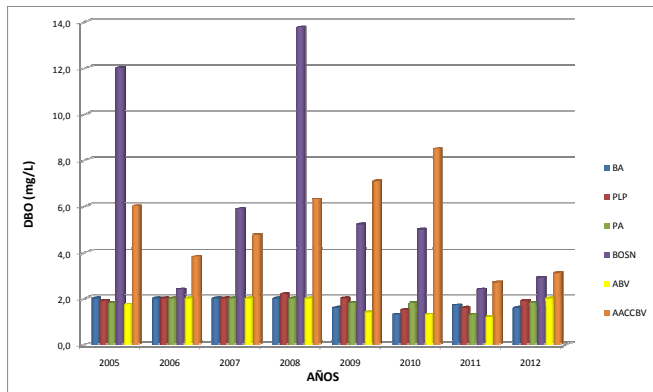


Figura 7: Gráfico de DBO₅ promedio por año antes y después de pasar por centros poblado

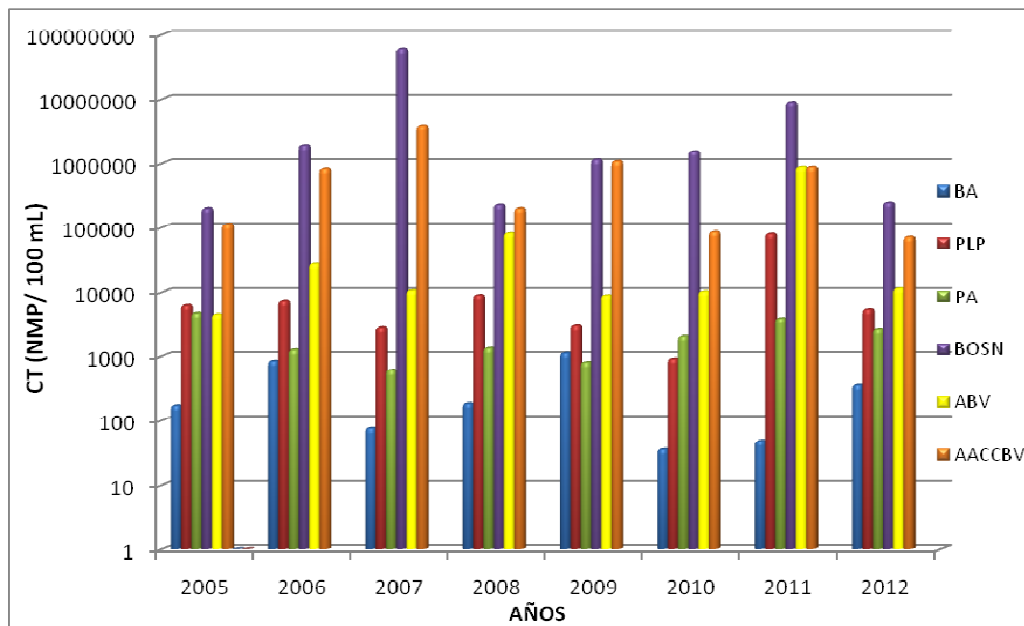


Figura 8: Gráfico de Bacterias Coliformes Termoresistentes promedio por año antes y después de pasar por centros poblados

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las descargas constituyen fuentes puntuales que originan la disminución de la capacidad de autodepuración del cauce, deterioro que queda evidenciado por el ascenso de la demanda biológica de oxígeno, disminución del oxígeno disuelto, acompañado por un incremento del contenido de bacterias y nutrientes. Los ICAs muestran una mejora en la calidad del agua del río Tercero (Ctalamochita) en el período 2010-2012 respecto del período 2005-2009.

Si bien la construcción de plantas de tratamiento se ha ido incrementando continuamente en los últimos años, su adecuada implementación se encuentra limitada fundamentalmente por factores económicos y las deficiencias de funcionamiento se deben a razones variadas como la inadecuada operación de los sistemas, conductas de los usuarios, necesidades de obras de mantenimiento de sistemas y ampliación de plantas entre otras, con requerimiento de la presencia de la Autoridad de Aplicación.

Por otra parte, surge la necesidad de planificar estrategias para dar continuidad a la fiscalización de los efluentes líquidos, con un enfoque integral desde las mismas empresas y titulares de los servicios de recolección y tratamiento de efluentes cloacales. En el último caso, mediante la ampliación de las unidades de tratamiento, incorporación de nuevas conexiones y regulación de la calidad de los efluentes vertidos a las redes colectoras.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Laboratorio de Aguas de la Secretaria de Recursos Hídricos y Coordinación y al Laboratorio de Microbiología del Departamento de Química Industrial y Aplicada del la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC, por la disponibilidad en brindar colaboración en la ejecución de determinaciones analíticas para la realización de presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- APHA, AWWA, WEF** (2005) *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 21th edition, Washington, D.C.
- Caballero, Luis** (2010) Propuesta para el tratamiento de efluentes de elaboración de productos lácteos bovinos en la cuenca lechera sureste (Provincia de Córdoba). Trabajo Final de carrera Licenciatura en Gestión Ambiental. Universidad Blas Pascal.
- Carranza, et al.**, (2009) *Estudio de la calidad del agua del Río Tercero (Ctalamochita) y su relación con las actividades antropogénicas*. XXII Congreso Nacional del Agua 2009. Trelew, Chubut. Argentina
- Dirección Provincial de Agua y Saneamiento de la Provincia de Córdoba** (1999) *Normas para la Protección de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos*. Decretos N° 415 y N° 2711/01.
- Moreyra F.**, (2008) *Aspectos Medioambientales de la cuenca del Río Tercero y su relación con la calidad de agua*. Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Civil de Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- O'Mill, Patricia**, (2012) *Evaluación de la calidad del agua del rio Tercero (Ctalamochita, utilizando biomarcadores en Limnoperna fortunei*. Tesis de la Maestría en Ciencias Químicas, Facultad de Ciencias Químicas de la UNC.
- Oviedo Zabala, et al.** (2009) *Impacto de vertidos industriales y cloacales en el Río Tercero (Ctalamochita)* XXII Congreso Nacional del Agua 2009. Trelew, Chubut. Argentina.
- PRODIA** (2005) *Desarrollo Sostenible. Situación Ambiental Argentina*. Programa PRODIA. Capítulo IV Situación a Nivel Provincial Córdoba www.dsostenible.com.ar
- Saldaño, V.** (2010) *Modelación Hidrológica y de calidad de agua del Río Tercero (Ctalamochita)*. Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Civil de Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Na

Saldaño, V et al. (2011): Modelación hidrológica y de calidad de agua del Río Tercero (Ctalamochita); XXII Congreso Nacional del Agua; Resistencia (Chaco).
turales de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

UNC (2008) *Estudio de Contaminación del Río Tercero (Ctalamochita) y Control de Vertidos*.
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Departamento de Hidráulica. Córdoba.
Arge