

# Estudio y caracterización del Agua del Río Cosquín, Córdoba

*Mariela Andreu, Andrea Fernandez, Elida Viera, Fernanda Pacharoni, Luciana Rocha, Natalia Crema, Sandra Gomez, Soledad Miralles, Yamila Chagra.*

Centro de Excelencia en Productos y Procesos (CEPROCOR)

E-mail: marielaandrew@gmail.com

**RESUMEN:** El valle de Punilla constituye la mayor oferta de turismo de la provincia de Córdoba, donde el Río Cosquín es uno de los principales atractivos. El presente trabajo tiene por objetivos la caracterización fisicoquímica y bacteriológica del Río, analizar el efecto del turismo en la contaminación del mismo y relacionarlo con las variaciones estacionales.

Se definieron cuatro puntos de muestreo: Casa Grande, La Juntura, Centro de Cosquín y Biale Massé. Se realizaron ocho campañas desde diciembre de 2012 hasta marzo de 2014 y se analizaron los siguientes parámetros: Alcalinidad Total, de Carbonatos y Bicarbonatos, Amoníaco, Cloruros, Color, Conductividad, Dureza Total, Fluoruros, Nitritos, pH, Sulfatos, Turbiedad, Nitratos, Cromo Hexavalente, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Fósforo Total, Sustancias Solubles en Éter (SEE), Detergentes Aniónicos, Oxígeno Disuelto, Determinación de Bacterias Coliformes Totales (BCT), Fecales (BCF) y *Escherichia coli*.

En los análisis realizados se observa que en “Casa Grande”, primer punto de muestreo, la concentración de Amoníaco supera en todos los casos a los valores hallados aguas abajo, relacionándose esto con el alto contenido de BCT encontradas. En la época estival, especialmente en Diciembre de 2013 y Enero de 2014, se observó un aumento de la concentración de BCT con respecto al resto del año en casi todos los puntos de muestreo, principalmente en “La Juntura”. En “Centro de Cosquín” este aumento fue menos marcado, lo que se relacionaría con la presencia, entre otros contaminantes, de Detergentes Aniónicos (0,43 mg/l en diciembre de 2013). En los meses de verano también se encontró presencia de SEE.

Lo expuesto anteriormente evidenciaría la existencia de volcamientos al río, lo cual se correlaciona con la mayor afluencia turística en la región en ese período.

## INTRODUCCION

El Valle de Punilla se ubica en el centro oeste de la provincia de Córdoba, Argentina y constituye una de las mayores ofertas turísticas de la región.

Numerosos cursos de agua enriquecen el paisaje de este valle, el cual está recorrido en su tramo norte, por el Río San Francisco o Grande que al unirse con el Río Yuspe (en la región se conoce a este punto como La Juntura) dan origen al Río Cosquín. El Río Yuspe que nace en la Pampa de Achala es el principal afluente del Río Cosquín debido a que su caudal es ampliamente superior al del Río San Francisco.

En su recorrido, el Río Cosquín, recibe el aporte de varios arroyos y riachuelos, que no modifican su curso ni caudal, fluye de norte a sur, pasando por las siguientes localidades: Cosquín, Villa Bustos, Santa María de Punilla, Villa Caeiro y Biale Massé.

Por el sur del Valle de Punilla desciende el Río San Antonio, éste junto con el Río Cosquín son los principales aportes para la formación del Embalse San Roque; siendo los secundarios los arroyos Los Chorrillos y Las Mojarras, a partir de este embalse nace el Río Suquía. El Embalse San Roque y sus tributarios son fuente de agua potable para 1,5 millones de habitantes de la región (Rodríguez et al., 2000).

Los problemas ambientales de nuestras cuencas hídricas y su nivel de deterioro dependen de la incidencia de algunos factores naturales, pero fundamentalmente de variables sujetas a la acción del hombre.

Una de las causas fundamentales del deterioro ambiental está ligada directamente con ciertas deficiencias en la planificación urbana, que no siempre tiene en cuenta la necesidad de atender a la conservación y protección del recurso hídrico. Esto se evidencia por ejemplo, en el avance sin control de las construcciones sobre los recursos naturales o en la actividad turística intensiva, sin la adecuada preservación de las riquezas ambientales, que justamente, son las que atraen a los turistas.

Si la actividad turística y la oferta de servicios que de ella dependen no se realizan teniendo en cuenta algunas pautas de conservación de los recursos naturales, pueden intensificar un proceso de degradación de los cursos de agua y de los lagos, modificando negativamente las características fisicoquímico-bacteriológicas del agua, sus posibilidades de uso y sus efectos sobre el aire, el suelo y el paisaje. Además el deterioro del agua en estado natural obliga a extremar los procesos de potabilización, encareciendo con esto, el servicio. Todos los residuos que se generan en las costas y sus alrededores indefectiblemente terminan en los cursos de agua.

Por ser la industria turística una de las claves del crecimiento regional del Valle de Punilla, se torna indispensable planificar su desarrollo con acciones que tiendan a preservar los recursos hídricos; teniendo como objetivo garantizar que la calidad del agua no se deteriore.

Para lograr lo anteriormente expuesto es necesario asumir responsabilidades desde los diferentes sectores, generando una conciencia ambiental en vecinos y turistas y propiciando una infraestructura adecuada para proteger los cursos de agua (redes cloacales, procesamiento de residuos sólidos, cestos de basura en las costas, entre otros).

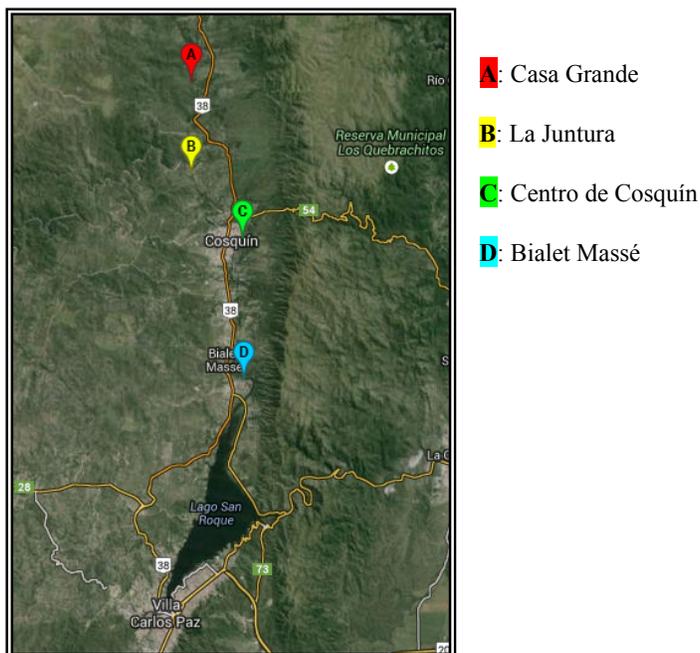
Los objetivos del presente trabajo son la caracterización fisicoquímica y bacteriológica del Río Cosquín, el análisis del efecto del turismo en la contaminación del mismo y su relación con las variaciones estacionales.

## MATERIALES Y METODOS

### *Área de estudio y monitoreo*

Se definieron cuatro puntos de muestreo (Figura 1): en el Río San Francisco, Casa Grande (S 31° 09,150 y W 064° 28,647); y en el Río Cosquín, La Juntura (S 31° 12,591 y W 064° 29,078), Centro de Cosquín (S 31°

15,120 y W 064° 27,692) y Bialeto Massé (S 31° 18,657 y W 064° 27,043). Se realizaron ocho campañas desde diciembre de 2012 hasta marzo de 2014.



**Figura 1:** Localización de los puntos de muestreo

### Metodología

En la Tabla 1 se presentan los parámetros determinados y su correspondiente metodología.

**Tabla 1:** Parámetros y métodos

Parámetros	Métodos
Alcalinidad Total, Alcalinidad de Carbonatos y Bicarbonatos	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 2320 B
Amoniaco (N-NH <sub>3</sub> )	Espectrofotometría – Método de Nessler
Cloruros	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 4500 Cl <sup>-</sup> B, Volumetría- Método de Mohr
Color	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 2120 B, Comparación Visual Cobalto–Cloroplatinato
Conductividad	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 2510 B
Dureza total	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 2340 C
Fluoruros	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 4500 F <sup>-</sup> D, Espectrofotometría – Método SPADNS

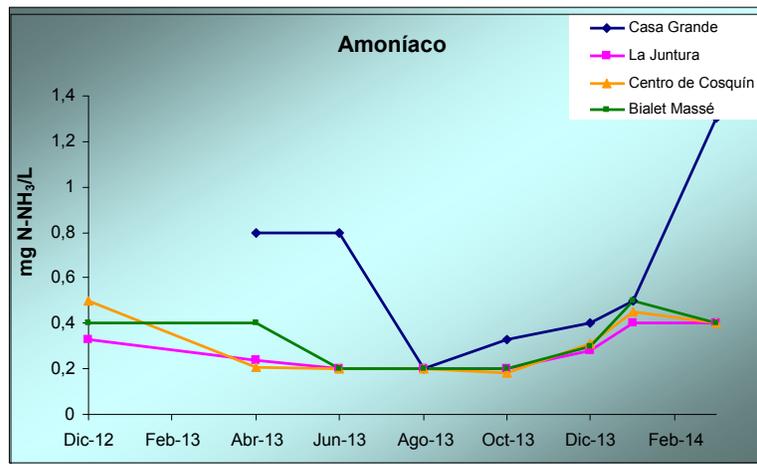
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B, Método Colorimétrico
pH	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 4500 H <sup>+</sup> B, Método Electrométrico. Determinado in situ con pHmetro Metler Toledo MP 120
Sulfatos	Método ASTM (American Section of the International Association for Testing Materials) D 516-90
Turbiedad	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 2130 B, Método Nefelométrico
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 4500 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> C, Método Espectrofotométrico UV de la segunda Derivada
Cromo Hexavalente	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 3500 Cr VI B – Método Colorimétrico
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 5220 D – Método Colorimétrico
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 5210 DBO B
Fósforo Total	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 4500 Fósforo E, Método Ácido Ascórbico
Sustancias Solubles en Éter Etílico (SEE)	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 5520 B, Grasas y Aceites con modificación del Solvente utilizado según Decreto Provincial DIPAS 415/99
Detergentes Aniónicos	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 5540 C
Oxígeno Disuelto	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 4500 O C
Bacterias Coliformes Totales (BCT)	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 9221 B Método Número más Probable
Bacterias Coliformes Fecales (BCF)	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 9221 B Método Número más Probable
<i>Escherichia Coli</i> (EC)	SMEWW 21st ed. 2005 - Part. 9221 B Método Número más Probable

SMEWW 21st ed. 2005 (Standard Methods for the examination of water & wastewater. 21st Edition 2005).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los análisis realizados, se observa que en “Casa Grande”(Río San Francisco), primer punto de muestreo, la concentración de Amoníaco supera, en todos los casos, a los valores hallados aguas abajo, encontrándose valores de 0,8 mg N-NH<sub>3</sub>/L en Junio de 2013 y 1,3 mg N-NH<sub>3</sub>/L en Marzo de 2014, mientras que en el Río Cosquín el valor máximo hallado fue de 0,5 mg N-NH<sub>3</sub>/L en “La Juntura” y “Bialet Massé” en enero de 2014. En la Figura 2 se aprecia una tendencia creciente del contenido de Amoníaco en los meses de verano.

El Amoníaco (N-NH<sub>3</sub>) se encuentra a menudo en las aguas superficiales y se manifiesta por lo general en un proceso de degradación incompleta de la materia orgánica. En general el Amoníaco se transforma con rapidez por oxidación en Nitritos y Nitratos (Rodier J. et al., 2011). Éste puede tener por origen la materia vegetal de los cursos de agua, la materia orgánica animal o humana, los vertidos industriales, los abonos, etc.

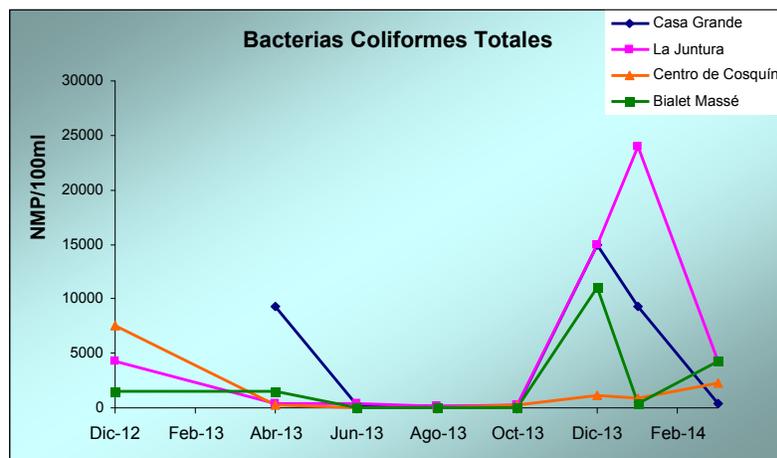


**Figura 2:** Concentración de Amoníaco

Casa Grande es una localidad totalmente serrana y su principal fuente de ingresos son los turistas que llegan a la zona, atraídos por el paisaje natural y saludable. La localidad no posee ningún sistema de tratamiento de residuos cloacales, por lo que ésta sería una de las causas del elevado contenido de Amoníaco, especialmente durante el verano. El Río San Francisco, antes de pasar por Casa Grande también lo hace por otras localidades, entre ellas La Falda, Huerta Grande, Villa Giardino.

En los residuos de origen doméstico, la carga contaminante está representada por altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos.

En todas las campañas, se llevó a cabo la determinación de Bacterias Coliformes Totales y se observó un aumento de la concentración de BCT en los meses de verano (Figura 3). Este aumento fue menos marcado en “Centro de Cosquín”.



**Figura 3:** Bacterias Coliformes Totales

Las Bacterias Coliformes Totales pueden ser de origen humano, animal y ambiental; mientras que las Bacterias Coliformes Fecales y *Escherichia Coli*, subgrupos de los Coliformes Totales, tienen su origen en las heces de humanos y de animales de sangre caliente. Por lo tanto, el aumento observado de BCT en los meses de verano se puede deber a los fenómenos climatológicos como la lluvia, que en este período es abundante y arrastra tierra y/o vegetales por erosión, y también por aporte de materia fecal humana o animal.

En la Tabla 2 se muestran todos los valores de BCT, BCF y EC expresados como NMP/100ml. En los meses de Diciembre y Enero de 2013 y Marzo de 2014 la concentración de BCT fue superior a la de BCF y EC, lo que tendría su origen en las intensas lluvias producidas a partir de Noviembre de 2013.

Las lluvias hacen que aumente el material en suspensión en río, por lo que también se han encontrado valores altos de Turbiedad y Color durante el verano. Se destacan valores de Turbiedad tales como 9,3 NTU en Casa Grande y 7,1 NTU en Bialeto Massé en Diciembre de 2013; y en el mes de Marzo de 2014 se hallaron valores de 21,5 NTU en Casa Grande y de 3,4 NTU en Bialeto Massé. En cuanto al Color se pueden citar valores entre 40 U.C. y 50 U.C. en diciembre de 2013 y enero de 2014 en todos los sitios de muestreo.

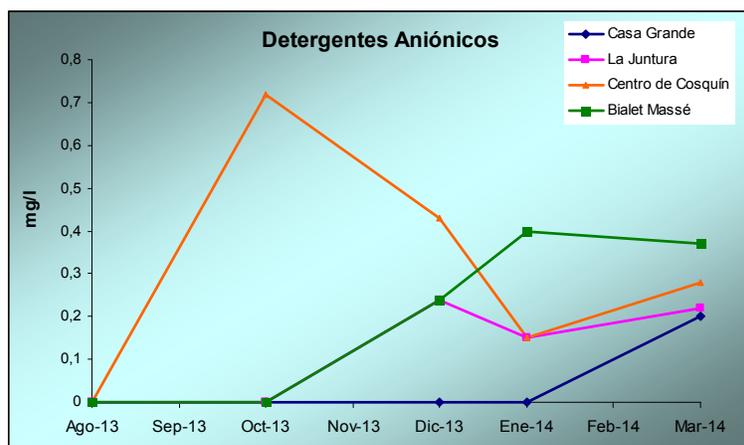
La disminución de la concentración de BCT en “Centro de Cosquín”, podría relacionarse con la presencia de Detergentes Aniónicos en este punto (Figura 4). Éstos son nocivos por su acción bactericida y a su vez atenúan los fenómenos de óxido reducción indispensables para la dispersión de materia orgánica en solución (Castro de Esparza et al., 1985). Los detergentes también dificultan la renovación del oxígeno disuelto en la interfase aire-agua, y tornan más lento el proceso de autodepuración de las corrientes de agua.

En “Centro de Cosquín” también se encontró presencia de Sustancias Solubles en Éter en reiteradas oportunidades.

En la Provincia de Córdoba no existe ninguna normativa que regule la calidad de las aguas superficiales, pero sí existen las “Normas para la Protección de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos de la Provincia de Córdoba, Decreto 415/99”, que regulan, entre otras, las descargas de efluentes a Aguas Superficiales y fijan, por ejemplo, que la máxima concentración en SEE que puede tener un efluente que es volcado a un Agua Superficial es de igual o menor a 20 mg/l. En el punto de muestreo “Centro de Cosquín”, se encontraron valores de 43 mg/l y 24 mg/l de SEE en Enero y Marzo de 2014, respectivamente. Estos valores encontrados en el agua del Río Cosquín estarían confirmando no sólo la existencia de vertidos al mismo, sino también que dichas descargas no cumplen con la normativa vigente en la provincia. Las Normas anteriormente citadas además fijan como valor límite para descarga de efluentes igual o menor a 0,5 mg/l de Detergentes. De la Figura 4 se desprende que los valores de detergentes encontrados en el río se hallan muy cerca del valor máximo permitido para las descargas, principalmente en “Centro de Cosquín” y “Bialeto Massé”. Un pico muy marcado se puede ver en agosto de 2013, el que se puede atribuir a los volcamientos de residuos al río y al bajo caudal que presentaba en ese momento a causa de la temporada de escasas precipitaciones.

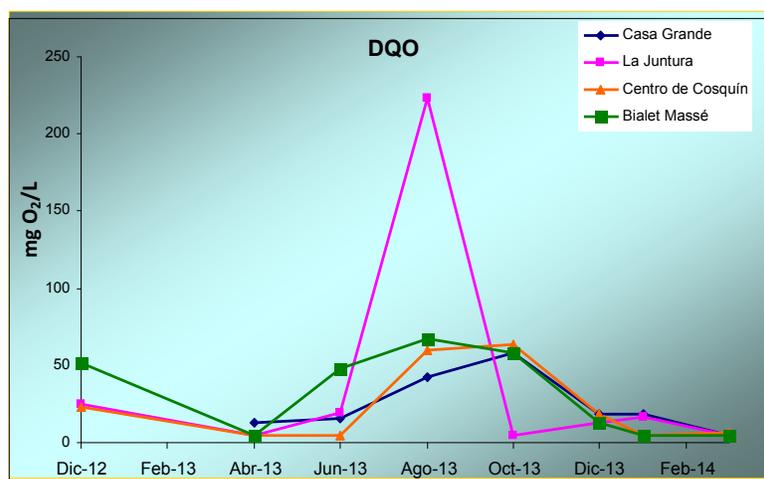
**Tabla 2:** Bacterias (NMP/100ml)

	Casa grande			La Juntura			Cosquín			Bialet Massé		
	BCT	BCF	EC	BCT	BCF	EC	BCT	BCF	EC	BCT	BCF	EC
<b>Dic-2012</b>	-	-	-	4300	2300	930	7500	2300	2300	1500	930	930
<b>Abril-2013</b>	9300	9300	9300	430	430	430	230	230	230	1500	1500	1500
<b>Junio-13</b>	230	230	230	430	430	430	43	43	43	23	23	23
<b>Agosto-2013</b>	150	75	75	93	4	4	43	3	3	43	43	43
<b>Octubre-2013</b>	93	93	93	230	230	230	230	230	93	15	9	9
<b>Dici-2013</b>	15000	750	750	15000	4600	4600	1100	240	240	11000	460	460
<b>Enero-2014</b>	9300	430	430	24000	390	390	930	230	93	430	43	43
<b>Marzo-2014</b>	430	430	430	4300	230	230	2300	430	430	4300	430	430



**Figura 4:** Concentración de Detergentes Aniónicos

La Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO<sub>5</sub>) permite estimar la cantidad de materia orgánica oxidable presente en el agua, tanto de origen orgánico como mineral (Morábito J. et al., 2012). De los sucesivos monitoreos se obtuvieron como resultado elevados valores de DQO en los meses de Agosto y Octubre de 2013 (Figura 5), lo que coincide con un bajo caudal del río, a causa de la falta de lluvia en esa época del año. Se destacan también valores relativamente bajos de DBO<sub>5</sub>, entre ellos 14 mg O<sub>2</sub> /L en “Casa Grande” en enero de 2014, lo que indica que la mayor cantidad de materia orgánica presente es no biodegradable.



**Figura 5:** Demanda Química de Oxígeno

En cuanto al resto de parámetros analizados, algunos se mantuvieron estables a lo largo de todas las campañas y en todos los sitios de muestreo como se muestra en la Tabla 3. El pH siempre osciló entre 7,2 y 9,1, valores normales para el agua de un río. El valor máximo de Nitratos medido se encontró en “Casa Grande”, en abril de 2013 (33 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L), en coincidencia con el mayor contenido de Amoníaco (Figura 1), en el resto de los puntos de muestreo nunca superó los 10 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L. El Nitrito siguió esta misma tendencia, en “Casa Grande” se encontraron valores entre 0,15 y 0,8 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/L, mientras que en los restantes puntos siempre fue menor al límite de detección de la técnica (0,08 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/L). No se encontraron altas concentraciones de Fósforo Total (valor máximo 0,4 mg/L en Enero de 2014 en Casa Grande), ni Dureza Total (máximo 230 mg/l en abril de 2013 en Casa Grande), por lo que se concluye que el río no se vio afectado directamente por los incendios producidos en la zona en octubre de 2013. Tampoco se detectó según la técnica de análisis utilizada la presencia de Cromo Hexavalente, lo que estaría indicando que no hay descargas de industrias que utilizan este metal.

**Tabla 3:** Valores promedio

Parámetros	Valor promedio*
Alcalinidad	136 mg CaCO <sub>3</sub> /L
Cloruros	25 mg Cl <sup>-</sup> /L
Conductividad	450 μS/cm
Flúor	1,15 mg F <sup>-</sup> /L
Sulfatos	33 mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L
Oxígeno Disuelto	9 mg O <sub>2</sub> /L

\*: Valor promedio de las ocho campañas

## CONCLUSIONES

El relevamiento y análisis de los datos del Río Cosquín, demuestran que está siendo afectado por volcamientos de origen doméstico y fuentes difusas como son las escorrentías. Esto se evidencia en “Casa Grande”, en donde hay altos niveles de Amoníaco y Bacterias Coliformes Totales. También en el sitio de muestreo “Centro de Cosquín”, en donde se encontró presencia de Detergentes Aniónicos y Sustancias Solubles en Éter. Estos hechos se tornan más evidentes durante el verano en donde se acentúa la actividad turística en el Valle de Punilla.

Si bien el Río San Francisco, que pasa por la localidad de Casa Grande, presenta un elevado nivel de contaminación, aunque debido a su escaso caudal, no altera de manera significativa la calidad del agua del Río Cosquín.

Los fenómenos climatológicos, como la lluvia afectan a la calidad del agua del río, poniéndose en evidencia a través de elevados valores de Bacterias Coliformes Totales, DQO y Turbiedad, en coincidencia con los meses de lluvia.

## REFERENCIAS

Castro de Esparza María Luisa, Chunga Carmen Susana, 1988. El problema de los detergentes en el reuso de aguas residuales tratadas en lagunas de estabilización. *XIV Congreso Peruano de Química*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Universidad Mayor de San Marcos.

Morábito J, Salatino S, Medina R, Miralles S, Dediol C, Nacif N, Mastrantonio L, Ortíz N y Burgos, 2012. Indicadores de Calidad de las Aguas del Río Tunuyán Superior (Mendoza, Argentina). *CLICAP*. 28 al 30 de marzo al 2012. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria – UNCuyo, San Rafael, Mendoza.

“Normas para la protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos”, Anexo I al Decreto 415/99; Poder Ejecutivo Córdoba – Ministerio de Obras Servicios Públicos y Vivienda.

Rodier Jean, Legube Bernard, Merlet Nicole y colaboradores, 2011. *Análisis del Agua*. 9ª edición.

Rodríguez María I., Cossavella Ana, Oroná Claudia, Larrossa Nancy, Avena Marcelo, Rodriguez Andrés, Del Olmo Susana, Bertucci César, Muñoz Adrián, Castelló Edgar, Bazán Raquel y Martínez Marcela, 2000. Estudios Preliminares de la Calidad de Agua y Sedimentos del Embalse San Roque Relacionados al Proceso de Eutroficación. *XVIII Congreso Nacional del Agua*. Santiago del Estero, Argentina.