



7^{mo}
Congreso de
Medio Ambiente

Actas 7mo Congreso de Medio Ambiente AUGM
22 al 24 de mayo de 2012. UNLP. La Plata Argentina

GESTIÓN DE CUENCAS: ANÁLISIS COMPARATIVO EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL Y USOS DEL SUELO DE DOS PEQUEÑAS CUENCAS URBANAS

**River basins management: comparative analysis according to the quality of surface
water and use of the soil two small urban basins**

Mónica Laura Salvio^{1*}, Gustavo Adrián Colli², Marcos Cipponeri², Gabriela Calvo²

¹Unidad de Investigación, Desarrollo y Docencia Gestión Ambiental (UIDDGA), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Calle 47 N° 200, 1900 La Plata, Argentina. msalvioli@ing.unlp.edu.ar; gustavo.colli@ing.unlp.edu.ar; mcipponeri@ing.unlp.edu.ar

²Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. gcalvo@agro.uba.ar

*Autor para correspondencia: +54 221 451 9404. msalvioli@ing.unlp.edu.ar

Palabras clave: recursos hídricos, gestión integrada, ocupación del territorio

Keywords: water resources, integrated management, territory occupancy

Título abreviado: Calidad del agua superficial en pequeñas cuencas urbanas

ABSTRACT

The quality of surface water is conditioned by a varied group of natural processes and human activities that interact between each other; therefore, it will be affected by the effective use of the basin territory and by the use of such resource. The diagnosis of the quality of surface water is a significant tool to the territory planning and the setting of structural and non-structural measures to minimize the environmental degradation of a basin and to improve the quality of life of its population.

This work analyzes the basins of the Conchitas-Plátanos and Baldovinos streams, in the districts of Florencio Varela and Berazategui, Province of Buenos Aires. The aim of this work is to know the degree of affectation of the quality of surface water according to the use of the soil, to analyze them comparatively on the basis of the results, and to provide useful information to facilitate a correct management/planning of the use of the soil in each basin.

Methodology: multitemporal analysis of interventions by means of interpreting air and satellite images; field survey for effective territory occupation and determination of sampling stations; in-situ measurements, samplings and physical-chemical and microbiological analysis of water and sediment.

Some values exemplifying results of routine parameters, hydrocarbons, pesticides and heavy metals are submitted. Baldovinos stream: Overflow of nitrites (0.386 mg/l), ammonium (2.11 mg/l) and BOD (2.11 mg/l) downstream from the sewage. Conchitas-Plátanos stream: Maximum peaks in urban-industrial areas (ammonium 30 mg/l; BOD 127 mg/l; zinc in water 0.22 mg/l and sediments 629 µg/g).

Marked vinculation between the use of the soil and the quality of the surface in both basins are observed. The results coincide with their morphological and hydrologic characteristics.

A severe control of the sewage will substantially improve the quality of water of both streams and the quality of life of the population.

RESUMEN

La calidad del agua superficial está condicionada por un variado conjunto de procesos naturales y actividades humanas que interaccionan entre sí; por lo tanto, se verá afectada por los usos efectivos del territorio en la cuenca y por el uso que se haga de dicho recurso. El diagnóstico de calidad del agua superficial es una herramienta significativa en la planificación del territorio y el establecimiento de medidas estructurales y no estructurales para minimizar la degradación ambiental de una cuenca y mejorar la calidad de vida de su población.

Este trabajo analiza las cuencas de los Arroyos Conchitas-Plátanos y Baldovinos, partidos de Florencio Varela y Berazategui, Provincia de Buenos Aires, y tiene como objetivos conocer el grado de afectación de la calidad del agua superficial en función de los usos del suelo, analizar comparativamente las mismas a partir de los resultados y

proporcionar información útil para facilitar una correcta gestión/planificación de los usos del suelo en cada cuenca.

Metodología: análisis multitemporal de intervenciones mediante interpretación de imágenes aéreas y satelitales; relevamiento de campo para identificación de ocupación efectiva del territorio y determinación de estaciones de muestreo; mediciones in situ, muestreos y análisis físico-químicos y microbiológicos de agua y sedimento.

Se presentan algunos valores que ejemplifican resultados de parámetros de rutina, hidrocarburos, plaguicidas y metales pesados. Arroyo Baldovinos: exceden nitritos (0.386 mg/l), amonio (2.11 mg/l) y DBO (116 mg/l) aguas abajo descarga cloacal. Arroyo Conchitas-Plátanos: picos máximos en área urbano-industrial (amonio 30 mg/l; DBO 127 mg/l; cinc en agua 0.22 mg/l y sedimentos 629 µg/g).

Se observa marcada vinculación entre los usos del suelo y la calidad del agua superficial en ambas cuencas. Los resultados son acordes con las características morfológicas e hidrológicas de las mismas.

Un riguroso control de descargas mejorará sustancialmente la calidad del agua de ambos arroyos y la calidad de vida de la población.

INTRODUCCIÓN

“Las cuencas constituyen un área en donde interdependen e interactúan, en un proceso permanente y dinámico, el agua con los sistemas físico y biótico” (Dourojeanni, *et al.*, 2002). Se trata de sistemas donde factores naturales como el clima, la geomorfología, el suelo, el agua, la vegetación y la fauna, interactúan para establecer un equilibrio y dinámica propios y a su vez, permitir aprovechamientos y desarrollos productivos diversos por parte del hombre. Por lo tanto, en una cuenca, se identifican componentes o elementos tanto naturales como antrópicos.

En este contexto, la conservación cuali-cuantitativa del recurso hídrico depende del manejo integrado a nivel de cuenca, entendiendo en este caso por manejo integrado

aquella gestión que considere la vinculación de los recursos hídricos con otros componentes, tanto ecológicos como socioeconómicos, del sistema cuenca. La gestión integrada de cuencas se refiere entonces a la intención de conducir procesos de gestión que tomen en cuenta más variables que las usualmente acostumbradas en la gestión del agua (Dourojeanni, *et al.*, 2002). Por lo tanto, los problemas del agua no se pueden resolver exclusivamente a partir del agua, ya que los mismos se relacionan con los usos del territorio, es decir, con decisiones por parte de la sociedad y del estado.

Una herramienta significativa en el proceso de adecuación, planificación y control de los usos del suelo de una cuenca es el diagnóstico de calidad del agua superficial ya que permite, sobre datos concretos, el establecimiento de medidas estructurales y no estructurales que tengan como objetivo minimizar el estado de degradación ambiental y mejorar la calidad de vida de la población asociada. En especial en aquellas cuencas de carácter predominantemente urbano.

El presente trabajo se ha desarrollado en el marco del “plan piloto de gestión de cuencas hídricas de pequeñas dimensiones. Cuencas arroyos Conchitas-Plátanos y Baldovinos”, efectuado en el año 2010 por la Unidad de Investigación, Desarrollo y Docencia Gestión Ambiental (UIDD GA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, a solicitud de la Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires, con financiamiento por parte del Consejo Federal de Inversiones de la República Argentina.

En él se estableció cumplir con los siguientes objetivos:

- Conocer los cambios producidos por el hombre y sus consecuencias durante los últimos cuarenta años en lo que respecta a la ocupación del territorio en las cuencas de los arroyos en estudio.

- Analizar el grado de afectación de la calidad del agua superficial en función de los usos del suelo de una cuenca urbana.
- Proporcionar información útil para facilitar una correcta gestión de los usos del suelo en dichas cuencas.

MARCO TEÓRICO

La calidad del agua superficial se encuentra condicionada por un conjunto variado de procesos naturales y de actividades antrópicas que interaccionan entre sí de manera directa o indirecta; por lo tanto, la misma se vincula o asocia con los diferentes usos del territorio que se desarrollan en una cuenca y del recurso hídrico en sí mismo.

Por otra parte, la calidad del agua superficial se establece o define según un uso definido, establecido o deseado, como puede ser protección de vida acuática, riego, consumo humano con tratamiento convencional, recreación/contacto directo, entre los principales. En este sentido se entiende por calidad del agua como las “características físicas, químicas y biológicas del agua necesarias para sostener los usos deseados” (CEPE, 1995).

El establecimiento de la calidad del agua y de sedimentos de un recurso hídrico se basa en la comparación de los valores obtenidos mediante mediciones, muestreos y determinaciones de parámetros seleccionados, con valores guía o estándar de referencia que permitan detectar cambios en la misma y determinar el grado de calidad del agua superficial. Estos valores pueden corresponder a normas específicas, así como a valores naturales que deberían encontrarse en sistemas acuáticos superficiales de características en lo posible semejantes, no intervenidos por el hombre.

Respecto de normas específicas, los valores guía varían según el tipo de recurso hídrico (agua dulce o mar, por ejemplo) y el uso que se adopte, como se indicó en párrafos anteriores; por lo tanto, es importante establecer el/los usos de referencia para poder determinar la calidad del recurso hídrico bajo estudio.

Dadas las características de las cuencas bajo análisis, para este estudio se ha establecido como uso principal “la protección de la vida acuática”, así como para algunos parámetros el uso “recreación/contacto directo”.

METODOLOGÍA

Se efectuó un estudio multitemporal de intervenciones a través del análisis visual de fotos aéreas e imágenes satelitales pancromáticas, a partir de parámetros de referencias formados por “elementos fotográficos” y por “elementos patrón”. Los elementos fotográficos más utilizados en este estudio fueron: tamaño del objeto, forma, tono y textura; mientras que los elementos patrón fueron: paisaje, drenaje (diseño, integración, longitud, etc.), vegetación y ocupación del territorio. Este estudio se basó en el análisis de cuatro momentos temporales diferentes, considerándolos como cuatro décadas distintas (1970, 1980, 1990, 2000), para la determinación de tipos de ocupación de suelo característicos de la región: urbano, residencial, barrios cerrados, rural intensivo, rural extensivo, industrial, forestación, parque, vías de comunicación terrestre (ruta 2), autopista, cementerios, campos de golf, canteras y loteos.

Para esto se procesaron fotos aéreas (de la Dirección Provincial de Geodesia), e imágenes satelitales C-Bers correlacionando finalmente resultados con imágenes Google EarthTM (2010), consistiendo la secuencia metodológica en geo-posicionar cada foto con la consecutiva, debido a que presentan superposición en el dato observado y, obteniéndose así, mosaicos de aprox. 25 fotos para cada año estudiado (Figura 1).

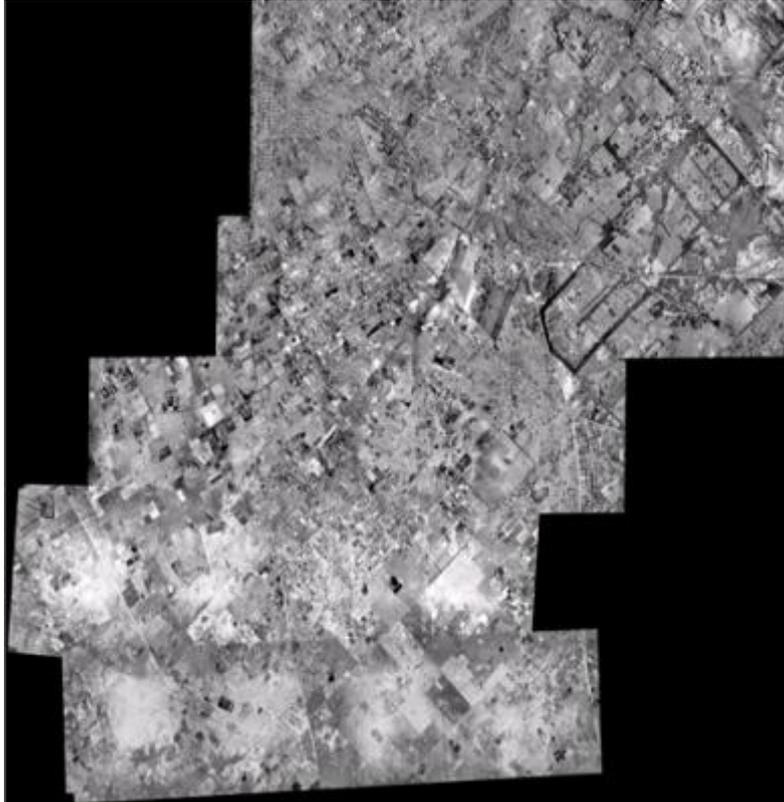


Figura 1. Mosaico de fotos aéreas.

Figure 1. Mosaic of air photographs.

Este procedimiento se repitió para las imágenes satelitales, obteniéndose más de 20 mosaicos, logrando obtener cuatro años o décadas perfectamente geo-posicionadas entre sí bajo el mismo sistema de referencia (POSGAR 94 – faja 5).

El análisis multi-temporal se efectuó a través del software gcSIG, que permitió digitalizar sobre los mosaicos las áreas correspondientes a cada ocupación del territorio y determinar su superficie para cada año analizado (Figura 2).

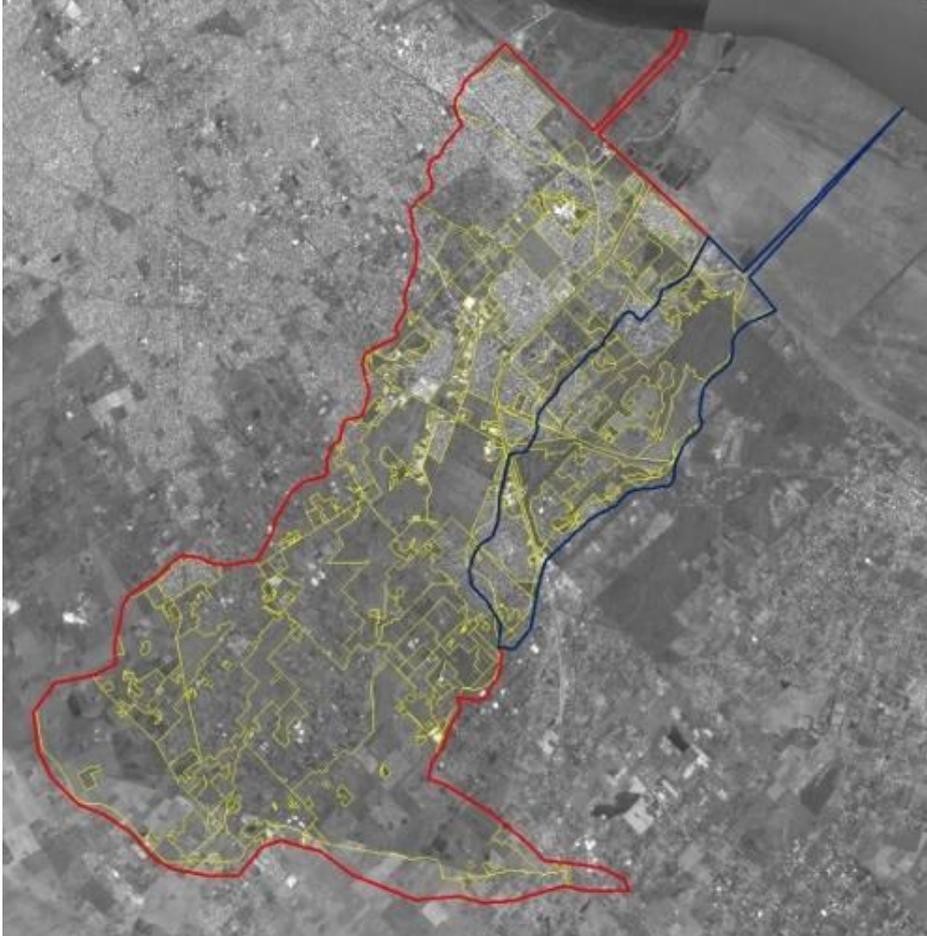


Figura 2. Límites de áreas con distinto uso del suelo.

Figure 2. Limits of areas with different land use

Por otra parte, se efectuaron varias campañas de relevamiento con el objeto de identificar *in situ* y actualizar la ocupación efectiva del territorio y determinar estaciones de medición y muestreo de agua superficial y sedimento. Se trabajó con planillas de campo que permitieron georreferenciar los diferentes usos, así como caracterizar basurales, puntos de descarga sobre los arroyos, particularidades macroscópicas de diferentes tramos de los arroyos y vegetación acuática y palustre.

La determinación de la calidad del agua superficial se efectuó en base a muestreos y análisis de laboratorio de diversos parámetros físico-químicos y microbiológicos, así como mediciones *in situ*.

La identificación de estaciones de muestreo y de parámetros a analizar se efectuó en base a: morfología de la cuenca, usos y ocupación efectiva dominante del suelo y accesibilidad.

Se seleccionaron en total 32 estaciones: 10 en el arroyo Baldovinos y 22 en el arroyo Conchitas-Plátanos, tal como se aprecia en la Figura 3. En todas se procedió a medir parámetros *in situ*, mientras que en un total de 8 estaciones (3 en Baldovinos y 5 en Conchitas-Plátanos) se tomaron muestras de agua y sedimento para determinaciones en laboratorio.

Asimismo se efectuó una caracterización hidrológica de ambas cuencas a los efectos de analizar su comportamiento ante distintos episodios de crecida. Del análisis hidrológico de las principales características de ambas cuencas surge que no son susceptibles de sufrir crecidas significativas, siendo ambas de forma alargada. Si bien los desniveles topográficos son semejantes, las pendientes se modifican debido a la diferencia entre sus longitudes. Del mismo modo, la ramificación de las cuencas según los relevamientos, determina que la cuenca del arroyo Conchitas – Plátanos es una cuenca con red de drenaje mayor que la del Baldovinos.

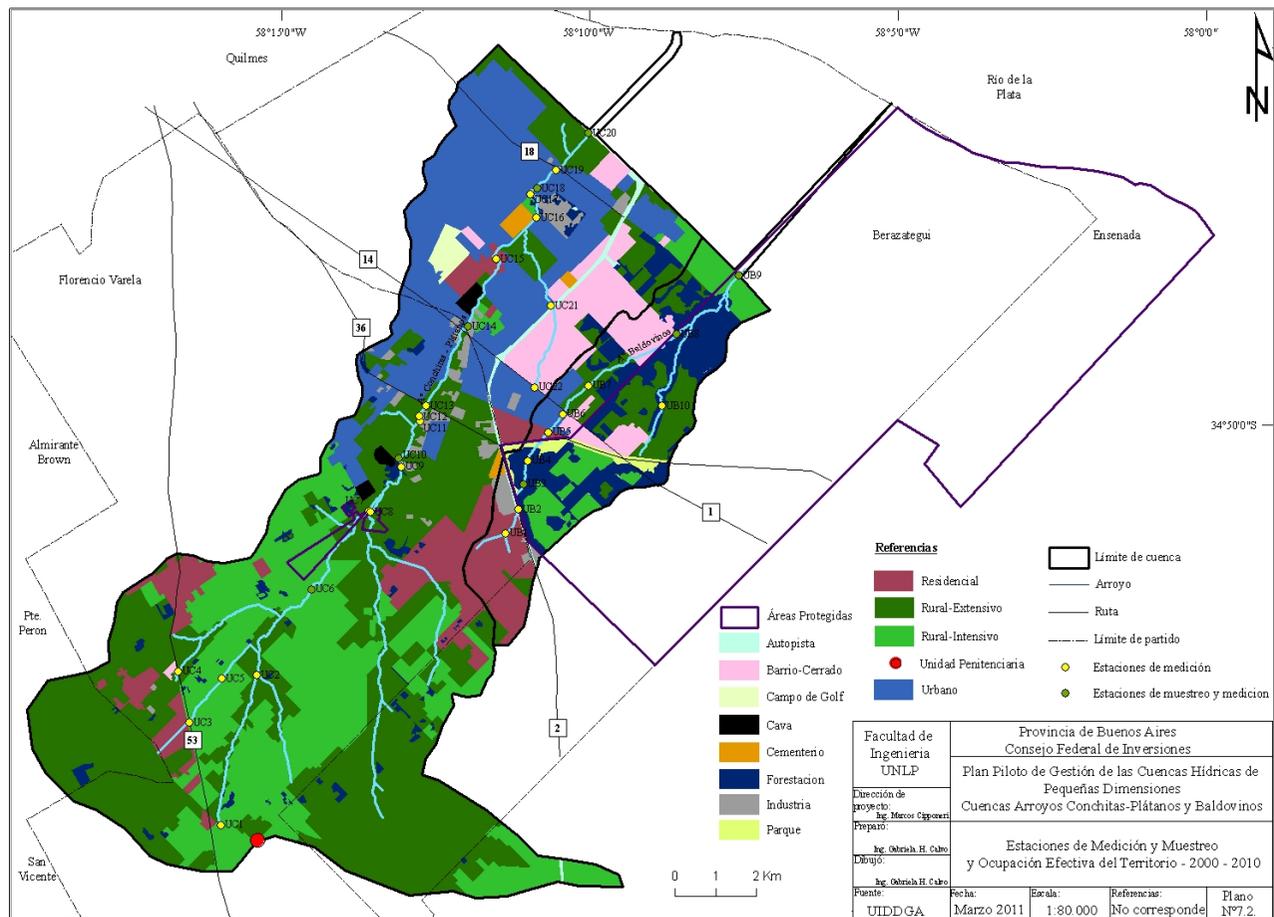


Figura 3. Plano de estaciones de medición y muestreo y ocupación efectiva del territorio – Cuencas Conchitas-Plátanos y Baldovinos.

Figure 3. Map of sampling and measurement sites and effective occupation of the territory - Conchitas-Plátanos and Baldovinos basins.

Se efectuó una única campaña de muestreo en el mes de noviembre. La recolección de muestras de agua fue manual. En todos los casos se tomó una muestra sub-superficial en sectores con agua en circulación, a contracorriente y aguas abajo de puntos conflictivos detectados, evitando remover sedimento.

Las muestras de agua superficial se diferenciaron según los siguientes grupos de compuestos o parámetros a medir: físico-químicos de rutina, microbiológicos, plaguicidas, hidrocarburos y metales pesados.

Las muestras de sedimento, para determinación de metales pesados, se tomaron con draga o manualmente, según las condiciones de cada estación de muestreo, en sector cercano a la ribera del curso.

Las mediciones *in situ* de calidad de agua superficial, se efectuaron en dos campañas (mayo y diciembre) para los siguientes parámetros: pH, OD, conductividad y T°, utilizándose los siguientes equipos portátiles: Dissolved Oxygen Meter – HI 9146 - Hanna Instruments y pH/EC/TDS – Waterproof Family - HI 98129 – Hanna Instruments.

Se efectuó un análisis de los resultados obtenidos en el marco de los usos del suelo en ambas cuencas.

RESULTADOS

Se presentan mediante tablas los resultados de parámetros físico-químicos y microbiológicos de rutina en agua y metales pesados en agua y sedimento de los arroyos Conchitas-Plátanos y Baldovinos, procesados en laboratorio, así como los valores registrados *in situ* (Tablas 1 a 6). No se incluyen resultados de hidrocarburos y plaguicidas en agua, por encontrarse todos por debajo de los límites de detección del instrumental utilizado (el cual es inferior al nivel guía correspondiente a cada compuesto analizado), salvo las sustancias fenólicas que sobrepasan el nivel guía para protección de vida acuática en todas las estaciones. Dichas sustancias podrían estar indicando descargas industriales y cloacales, siendo resistentes a la biodegradación, muy solubles en agua y tóxicas en elevada concentración.

Los resultados presentados corresponden a estaciones ubicadas en cuenca superior, media y límite con la inferior.

Se resaltan en rojo los valores que exceden los niveles guía de referencia utilizados, y en verde los que sobrepasan valores naturales. Se grafican algunos parámetros con resultados relevantes (Figuras 4 a 21).

Cada tabla es acompañada de las referencias utilizadas para establecer el diagnóstico de calidad en función de cada parámetro analizado.

Tabla 1. Parámetros Físico-químicos de rutina. Arroyos Conchitas Plátanos y Baldovinos.**Table 1.** Physical-chemical parameters of routine. Conchitas-Plátanos and Baldovinos streams

PARÁMETRO	UNIDADES	CUENCA CONCHITAS-PLÁTANOS			CUENCA BALDOVINOS			LÍMITE DE DETECCIÓN	NIVELES GUÍA						
		UC6	UC10	UC14	UC18	UC20	UB3		UB8	UB9	Decr. 831 Ley 24051 *	Subs. Rec. Hídricos Nación**	Res. 42/06**	AGOSBA – OSN - SIHN - Tabla A.1****	AGOSBA – OSN - SIHN - Tabla A.2*****
pH	U de pH	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.7	7.3	7.4	0.1			6.5 - 9	6.5 - 8.5	
CE	µmhos/cm	811	874	2400	2280	2160	969	965	909	1					
SST	mg/L	19	34	77	71	34	24	172	17	1					
STS 105°C	mg/L	584	602	1626	1542	1446	736	798	676	1					
STD	mg/L	565	562	1469	1410	1345	711	627	630	1					
Dureza	mg de CaCO3/L	83	91	190	202	197	116	104	102	1					<200
Alcalinidad Total	mg de CaCO3/L	385	429	705	747	720	490	458	423	1					<500
Calcio	mg/L	18	19	43	42	46	25	22	28	1					
Magnesio	mg/L	9	11	20	23	20	13	12	8	1					
Sodio	mg/L	153	148	437	414	387	193	179	161	1					
Potasio	mg/L	12	15	25	25	24	11	14	13	1					
Cloruros	mg/L	28	29	276	267	253	45	52	43	1					<250
Sulfatos	mg/L	10	10	206	140	116	18	20	18	1					
Nitratos	mg/L	14.7	11.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.5	8.5	0.5					<10
Nitritos	mg/L	0.648	0.299	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.386	0.017	0.005	0.06			<0.05	

PARÁMETRO	UNIDADES	CUENCA CONCHITAS- PLÁTANOS					CUENCA BALDOVINOS			LÍMITE DE DETECCIÓN	NIVELES GUÍA				
		UC6	UC10	UC14	UC18	UC20	UB3	UB8	UB9		Decr. 831 Ley 24051*	Subs. Rec. Hídricos Nación**	Res. 42/06 ***	AGOSBA – OSN - SIHN - Tabla A.1****	AGOSBA – OSN - SIHN - Tabla A.2*****
Nitrógeno Amoniacal	mgN-NH4/L	4.05	9.09	23.09	23.34	22.36	0.57	1.64	<0.08	0.08		<1.5	0.02		
Nitrógeno Orgánico Total	mg/L	1.79	8.93	5.68	6.25	4.77	3.93	8.49	5.22	0.08					
Fósforo Total	mg/L	0,52	1.06	1.07	0.42	1.73	1.24	1.01	1.28	0.01					
Fósforo orgánico	mg/L	0.42	1.06	1.07	0.37	0.83	1	0.8	1.06	0.01					
Carbono Orgánico Total	mg/L	10.9	12.5	27.7	30,3	25.5	11.4	9,2	8.2	0.5					
Carbono Orgánico Disuelto	mg/L	8.6	10,5	25.6	26.5	25	9.8	8,4	7.8	0.5					
Clorofila	mg/m3	43.8	14.5	25	31	41	33	33	15	1					
DBO	mg/L	41	61	109	127	93	10	116	27	1			<3		
DQO	mg/L	42	73	131	162	145	36	297	29	10					
SAAM	mg/L	0.05	0.07	0.49	0.86	1.13	0.05	0.03	0.05	0.02				<0,5	

* LEY 24.051. Residuos Peligrosos. Decreto 831/93. Tabla II - Niveles guía de calidad de agua para la protección de vida acuática. Agua dulce superficial.

^bRío de la Plata. Calidad de las Aguas FRANJA COSTERA SUR. AGOSBA-OSN-SIHN.1992.

**Subsecretaría de Recursos Hídricos de Nación. Niveles Guía de Calidad Agua Ambiente. Uso: Protección de Vida acuática

Densidad habitual de bacterias en agua natural libre de contaminación

*** Resolución 42/06 - FREPLATA, ADA y SPA. Niveles guía para agua dulce - Protección vida acuática

****Río de la Plata. Calidad de las Aguas FRANJA COSTERA SUR. AGOSBA-OSN-SIHN. 1992. Niveles Guía de Calidad del Agua - Uso IV: Protección de la vida acuática

*****Río de la Plata. Calidad de las Aguas FRANJA COSTERA SUR. AGOSBA-OSN-SIHN.1992. Estándares de calidad río Uruguay

En las tres estaciones de muestreo del arroyo Baldovinos varios parámetros se encuentran dentro de los valores normales para este tipo de cuerpo lóxico. Los compuestos de nitrógeno (nitritos, amonio y nitrógeno amoniacal), así como DBO, DQO y fósforo total que sobrepasan los niveles guía establecidos, estarían indicando una influencia de descargas recientes cloacales, así como de lavado de suelos fertilizados con sales de amonio, dados los usos del suelo dominantes de los tramos superior y medio de esta cuenca.

Respecto del arroyo Conchitas-Plátanos, se puede establecer que en cuenca superior (estación UC6), existe afectación del agua a partir de parámetros vinculados principalmente a la actividad agropecuaria: amonio, nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos. Existe moderado incremento de sólidos en suspensión y disueltos, en correspondencia con una moderada conductividad eléctrica. También se corresponde con una alta DBO, pero moderada respecto de las estaciones de muestreo ubicadas aguas abajo.

La cuenca media (UC10, UC14, UC18 y UC20, esta última en el límite con cuenca inferior), donde domina la actividad industrial y urbana, se caracteriza por un marcado incremento, a partir de la UC14, en parámetros tales como conductividad eléctrica, SST, SDT y STS, alcalinidad total, cloruros, sulfatos, amonio, amoníaco, DBO y DQO. La estación UC10 se ubica en una zona donde es incipiente la actividad industrial respecto de las estaciones ubicadas aguas abajo, y persiste la actividad rural intensiva.

Tabla 2. Parámetros Microbiológicos. Arroyos Conchitas Plátanos y Baldovinos**Table 2.** Microbiological parameters. Conchitas Plátanos and Baldovinos streams

PARÁMETRO	UNIDADES	CUENCA CONCHITAS-PLÁTANOS					CUENCA BALDOVINOS				LÍMITE DE DETECCIÓN	Subs. Rec. Hídricos Nación**	NIVEL GUÍA		
		UC6	UC10	UC14	UC18	UC20	UB3	UB8	UB9	AGOSBA – OSN - SIHN - Tabla A.1****			AGOSBA – OSN - SIHN - Tabla A.2*****	Res. 336 Anexo II MAAPBA *****	
Coliformes Totales	NMP/100ml	9.3 x 10 ³	2.3x10 ⁵	2.3x10 ⁸	9.3x10 ⁸	4.3x10 ⁷	2.3x10 ³	4.3x10 ⁴	1.5x10 ³	3		10-100 ^b			
Coliformes Fecales	NMP/100ml	2.3 x 10 ³	2.3x10 ⁴	2.3x10 ⁶	1.5x10 ⁷	2.3x10 ⁶	2.3x10 ²	2.3x10 ⁴	2.3x10 ²	3		<200 ^a	≤2000	≤2000	
Escherichia coli	Pres/Aus/100ml	Pres	Pres	Pres	Pres	Pres	Pres	Pres	Pres	Pres/Aus	126 colonias/100 ml ^a				

*****Resolución 336/03 Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción de la Pcia. de Buenos Aires. Parámetros de calidad de descargas límites admisibles.

^a contacto directo

Tabla 3. Metales Pesados en Agua. Arroyos Conchitas Plátanos y Baldovinos**Table 3.** Heavy metals measured in waters. Conchitas Plátanos and Baldovinos streams.

PARÁMETROS	Unidades	CUENCA CONCHITAS - PLÁTANOS					CUENCA BALDOVINOS			NIVEL GUÍA				
		UC6	UC10	UC14	UC18	UC20	UB3	UB8	UB9	Decr. 831 Ley 24051*	Subs. Rec. Hídricos Nación**	Res. 42/06 ***	CCME (Canadá)****	Res. 336/2003 MAAPBA*****
Plomo	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002			0,001	≤ 0,00159	$e^{1,273(\ln \text{dureza}) - 4,705}$			
Cadmio	mg/L	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006			0,0002	$\leq e^{1,1208 * (\ln \text{dureza}) - 7,3111} \mu\text{g/l}$	$e^{0,1208 (\ln \text{dureza}) - 7,3111} \mu\text{g/l}$			
Cobre	mg/L	0,081	0,1	0,085	0,109	0,01			0,002	0,0023; $\leq e^{0,7625 * (\ln \text{dureza}) - 1,6320} \mu\text{g/l}$	$e^{0,7625 (\ln \text{dureza}) - 1,632} \mu\text{g/l}$			
Cinc	mg/L	0,02	0,22	0,048	0,035	0,015			0,03	0,0097; $\leq e^{1,1096 * (\ln \text{dureza}) - 1,2963} \mu\text{g/l}$	$e^{1,1096 (\ln \text{Dureza}) - 1,2963} \mu\text{g/l}$			
Cromo Total	mg/L	<0,002	0,055	0,038	0,024	<0,002			0,002	≤ 0,0025				
Cromo VI	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005				≤ 0,0025	0,0025	0,001		≤0,2
Mercurio	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002			0,0001	≤ 0,000029	≤ 0,00077			
Níquel	mg/L	<0,006	0,046	0,029	0,035	<0,006			0,025	0,0066; $\leq e^{0,8684 * (\ln \text{dureza}) - 0,9129} \mu\text{g/l}$	$\leq e^{0,8684 * (\ln \text{dureza}) - 0,9129} \mu\text{g/l}$			
Vanadio	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			0,1	< 0,26				

****Canadian Environmental Quality Guidelines - Niveles Guía de Calidad de Agua - Protección de Vida Acuática

Tabla 4. Metales Pesados en Sedimento. Arroyos Conchitas Plátanos y Baldovinos**Table 4.** Heavy metals in sediments. Conchitas Plátanos and Baldovinos streams.

PARÁMETROS	Unidades	CUENCA CONCHITAS-PLÁTANOS					CUENCA BALDOVINOS			LÍMITE DE DETECCIÓN	NIVEL GUÍA	
		UC6	UC10	UC14	UC18	UC20	UB3	UB8	UB9		CCME (Canadá)*	Decr. 831 Ley 24051**
Plomo	µg/g	<0,5	11,4	18,4	11,9	<0,5				0,5	35	375
Cadmio	µg/g	0,266	<0,125	<0,125	0,265	<0,125				0,125	0,6	3
Cobre	µg/g	16	49	41	27	3				1	35,7	100***
Cinc	µg/g	132,45	629	185,1	219,58	40,33				0,075	123	500***
Cromo Total	µg/g	0,8	88,8	212,7	30,4	1,9				0,5	37,3	250***
Cromo VI	µg/g	0,2	2,3	1,8	2,3	1,1				0,1		8
Mercurio	µg/g	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				0,1	0,17	0,8
Níquel	µg/g	7,181	16,94	10	22,751	8,011				1,125	100	100***
Vanadio	µg/g	<20	<20	<20	<20	<20				20	200	200

* Canadian Environmental Quality Guidelines - Niveles Guía de Calidad de Sedimento para Protección de Vida Acuática. 2002

** LEY 24.051. Residuos Peligrosos. Decreto 831/93. Tabla 9: Límites o niveles guía para suelos - uso agrícola

*** LEY 24.051. Residuos Peligrosos. Decreto 831/93. Tabla 9: Límites o niveles guía para suelos - uso residencial

Los metales cobre, cinc y cromo total, que son los que sobrepasan los niveles guía de CCME, se asocian a la metalurgia (galvanoplastia, aleaciones, latón), industria química y electroquímica, así como pinturas y tinturas, actividades que se desarrollan en el sector analizado.

Tabla 5. Parámetros de medición *in situ*. Arroyo Conchitas Plátanos**Table 5.** Measuring *in situ* parameters. Conchitas Plátanos streams.

Est. Muestreo	Parámetros													
	pH		Temp (°C)		OD (mg/l)		Temp (°C)		Saturacion (%)		Conductividad (µs)		Temp (°C)	
	Mayo	Dic	Mayo	Dic	Mayo	Dic	Mayo	Dic	Mayo	Dic	Mayo	Dic	Mayo	Dic
UC 1	7.96	7.8	15.5	25	9.8	3.67	17	25	21	43.5	691	782	15.3	24.7
UC 2	7.90	7.55	16.4	24.2	13.3	0	17.3	25	29	0	749	813	16.4	23.6
UC 3	7.68		18.5		10.3		20		24.9		611		18.6	
UC 4	7.6		19.1		20		9.3		21.4		617		18.9	
UC 5	7.85		13.3		9.8		15		20.2		568		12.4	
UC 6		7.57		19.4		0		23		0		744		19.2
UC 7	8.22	7.76	13.1	26.2	1.5	3.1	14.6	27.3	3	39.4	680	762	14.6	26
UC 8	8.77	7.85	15.6	27.5	1.6	2.83	16.7	27.8	3.5	35.9	745	775	17.3	27
UC 9	9.3	8.37	18.4	29.8	3.8	13.05	18.8	30	8.5	170	692	757	19.3	29.4
UC 10	8.45	7.6	18.4	29	4	1.4	20.4	30.5	9.2	19	811	911	19.3	29.8
UC 11	8.35	7.59	19.2	27.2	3.6	0	19.7	27.8	8.3	0	897	879	20.5	27.2
UC 12	8.14	8.04	21.3	26.3	1.8	0	20.8	29	4.2	0	2230	1533	20.7	26
UC 13	8.15	7.77	19	27	4.7	0	19.1	28.8	10.7	0	1733	1236	19.4	27
UC 14	8.34	7.76	20.47	29.9	9.7	0.53	21.2	29.5	23	7	2490	1830	19.9	29.7
UC 15	8.05	7.53	18.1	28.7	8.2	0	19.4	29.8	18.6	0	2380	1519	18.8	28.6
UC 16	8.06	7.69	19	30.4	9.6	0	19.4	30.9	22	0	2240	1593	18.4	30.4
UC 17	8.02	7.78	18	30.2	8.3	0	20.5	32	18.9	0	2400	1572	18.2	30.7
UC18		7.8		29.9		0		27.7		0		1560		29.9
UC 19	7.98	7.81	19.4	29	7.4	0	20.7	29.5	17	0	1886	1610	20.7	28.9
UC 20	7.9	7.87	17	31	8.2	0	18.5	31	18	0	2060	2128	17	30.8
UC 21	8.40	8.24	17.9	28.1	11.5	4.15	20	28.8	26.5	53.6	865	826	18.4	28
UC 22	7.94	7.53	18.1	24.1	11.6	0	18.6	27.2	26	0	1120	933	18.1	24.1

Tabla 6. Parámetros de medición *in situ*. Arroyo Baldovinos**Table 6.** Measuring *in situ* measured parameters. Baldovinos stream.

Estación Muestreo	Parámetros													
	pH		Temp (°C)		OD (mg/l)		Temp (°C)		Saturación (%)		Conductividad (µs)		Temp (°C)	
	Mayo	Dic	Mayo	Dic	Mayo	Dic	Mayo	Dic	Mayo	Dic	Mayo	Dic	Mayo	Dic
UB 1	9.15	7.44	16.9	21.7	14.8	0	17.5	23.1	32.4	0	817	962	17.2	21.7
UB 2	9.3	7.8	17.5	22.4	15.3	0	17.8	23.6	33.8	0	770	765	18.4	22.2
UB3		7.92		23.2		1.85		24.1		22		811		23.1
UB 4	9.18	8	16	21.6	9	4.69	17	22.3	19	51.1	752	821	17.8	21.5
UB 5	8.42	7.54	14.6	20.7	5.3	0	14.2	21.4	10.9	0	822	587	14.5	20.6
UB6	8.15	7.55	10.9	21.2	10.5	0	11.4	22.2	19.7	0	730	722	10.7	21
UB 7	8.17	7.66	14.7	23.7	6.2	2.15	13.2	25.1	12.5	24.8	814	407	14.3	23.6
UB 8	8.3	8.65	15.3	28.7	6.9	5.04	15.8	27.8	14.4	58.5	795	808	14.5	28.1
UB 9	8.75	8.07	16.5	26.7	10.4	2.08	16.8	27.2	22	24	812	756	17.1	26.4
UB 10	7.2	7.32	14.6	26.8	4.9	2.06	14.8	27	10	27.1	181.5	260	15.2	26.7

Las diferencias registradas para el oxígeno disuelto en ambas campañas en el arroyo Baldovinos, podrían estar indicando una fuerte influencia estacional, dadas las diferencias en las temperaturas registradas. Por otra parte, la ausencia de oxígeno en algunas estaciones, deberá tomarse con precaución. Respecto de la conductividad eléctrica, en el mes de mayo se observa cierta homogeneidad a lo largo del curso principal. La estación UB10, correspondiente a nacientes de tributario, presenta un valor con un rango diferente al resto de las estaciones de medición. En la campaña de diciembre se observa heterogeneidad en los valores a lo largo del curso; manteniéndose la misma situación en la UB10. En ambas campañas los valores no sobrepasan el valor umbral superior establecido dentro del rango establecido para la zona (10-1000 mg/l).

Para el arroyo Conchitas-Plátanos, respecto del oxígeno disuelto puede repetirse la observación efectuada para el Baldovinos, si bien, en el mes de mayo, es notorio el registro de valores por debajo del nivel guía, en estaciones que corresponden a uso industrial y urbano de elevado desarrollo de la cuenca media. La conductividad eléctrica, en ambas campañas, presenta un pico máximo a partir del tramo donde existe desarrollo urbano, industrial y en algunos sectores actividad rural intensiva. En estas estaciones se sobrepasa en exceso el nivel establecido para aguas naturales, sin intervención antrópica.

Por otra parte, se grafican algunos de los resultados más significativos respecto del cambio en la calidad del agua superficial y sedimento de ambos arroyos.

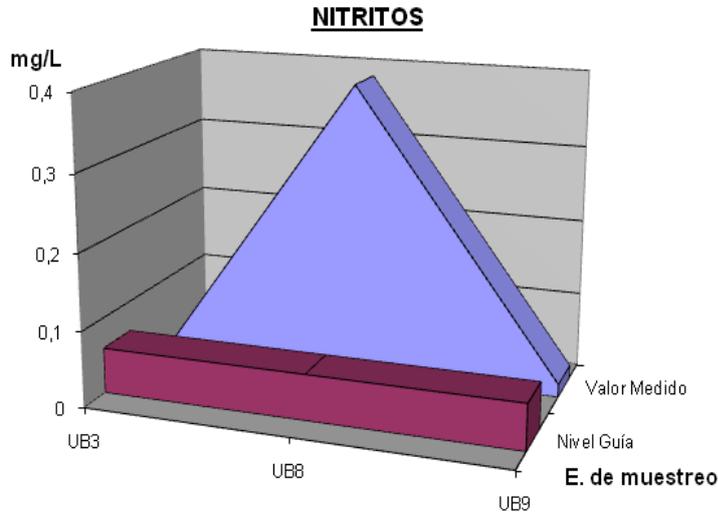


Figura 4. Evolución de Nitritos - Arroyo Baldovinos

Figure 4. Change in Nitrites among sites – Baldovinos stream

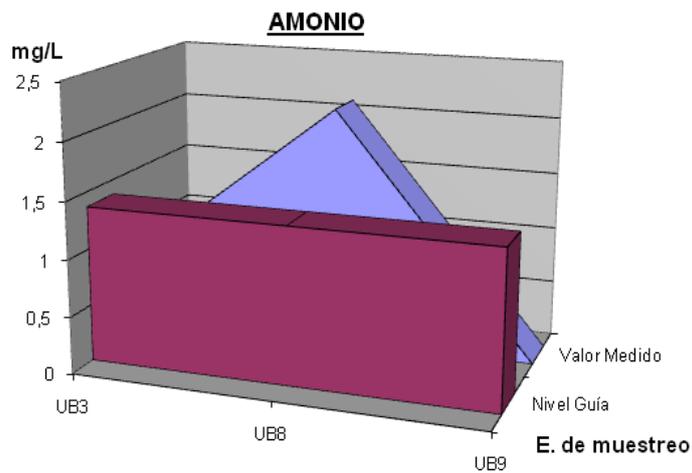


Figura 5. Evolución de Amonio – Arroyo Baldovinos

Figure 5. Change in Ammonia among sites – Baldovinos stream

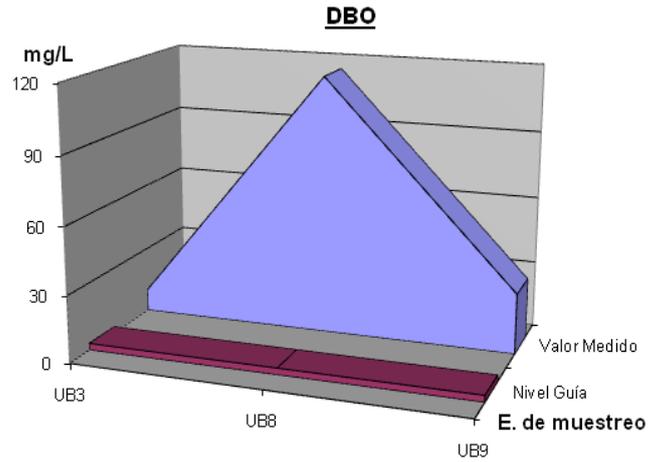


Figura 6. Evolución DBO – Arroyo Baldovinos

Figure 6. Change in BOD among sites – Baldovinos stream

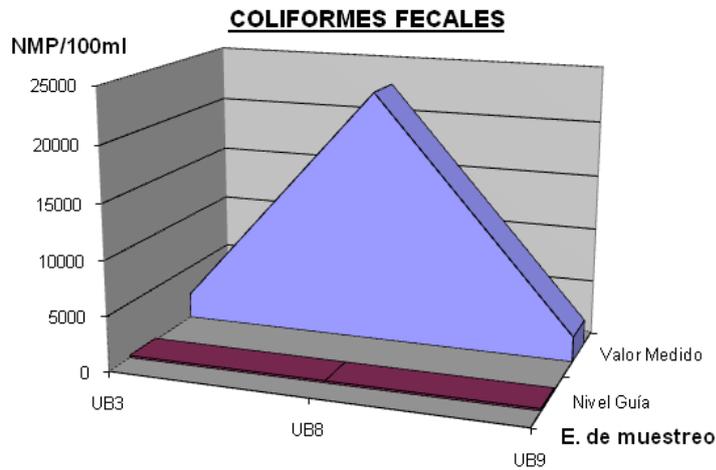


Figura 7. Evolución de Coliformes Fecales – Arroyo Baldovinos

Figure 7. Change in faecal coliforms among sites – Baldovinos stream

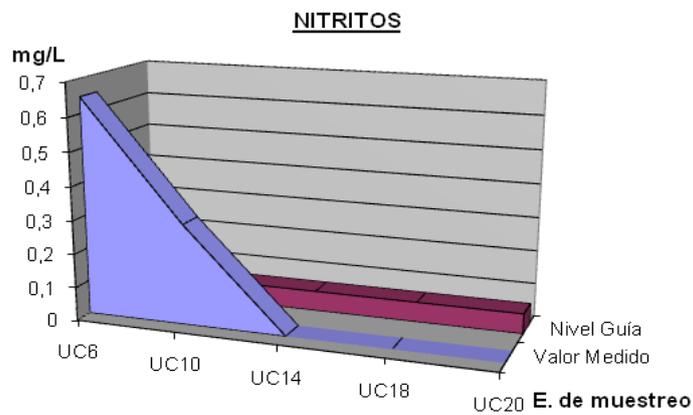
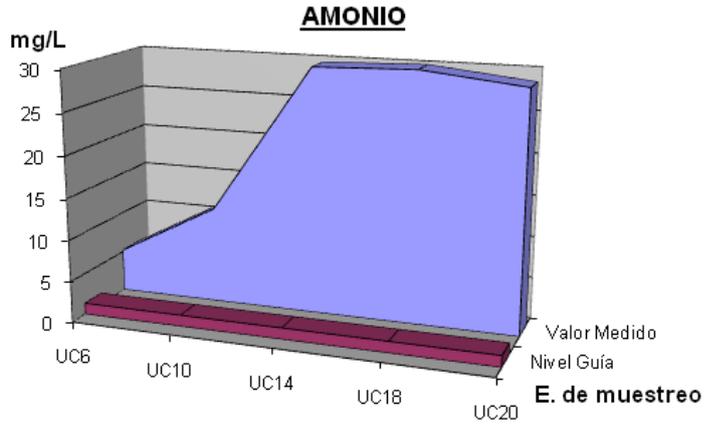


Figura 8. Evolución Nitritos – Arroyo Conchitas Plátanos

Figure 8. Change in Nitrites among sites – Conchitas Plátanos stream



Figura

9. Evolución de Amonio – Arroyo Conchitas Plátanos

Figure 9. Change in Ammonia among sites – Conchitas Plátanos stream

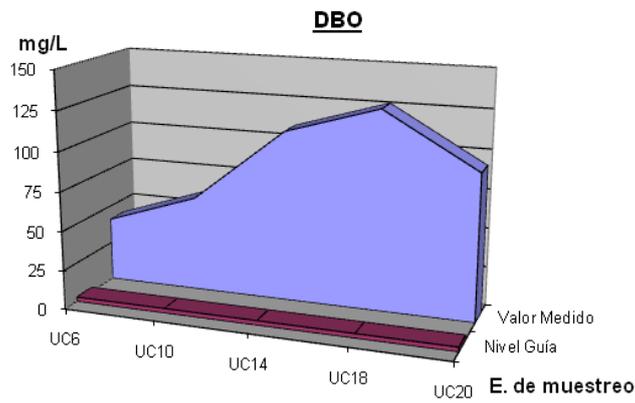


Figura 10. Evolución DBO – Arroyo Conchitas Plátanos

Figure 10. Change in BOD among sites – Conchitas Plátanos stream

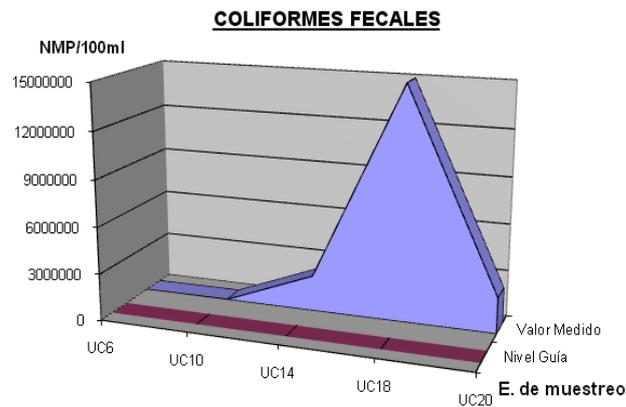


Figura 11. Evolución de Coliformes Fecales – Arroyo Conchitas Plátanos.

Figure 11. Change in faecal coliforms among sites – Conchitas Plátanos stream

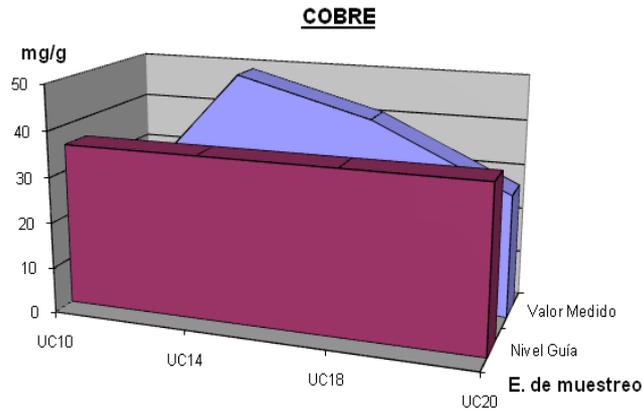


Figura 12. Evolución de Cobre en sedimento – Arroyo Conchitas Plátanos

Figure 12. Change in Cooper in sediments among sites – Conchitas Plátanos stream

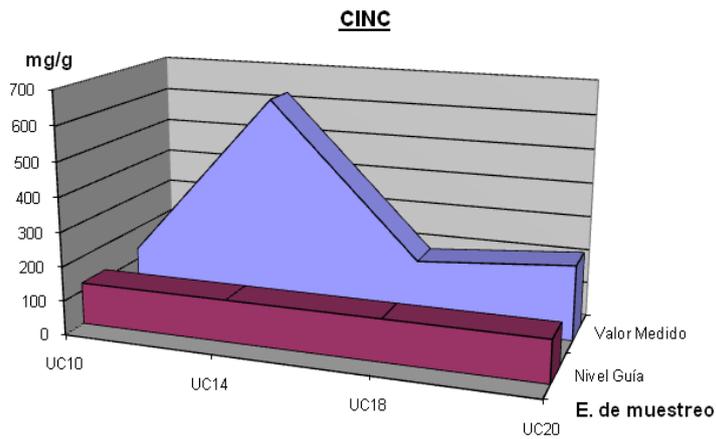


Figura 13. Evolución Cinc en sedimento – Arroyo Conchitas Plátanos

Figure 13. Change in Zinc in sediments among sites – Conchitas Plátanos stream

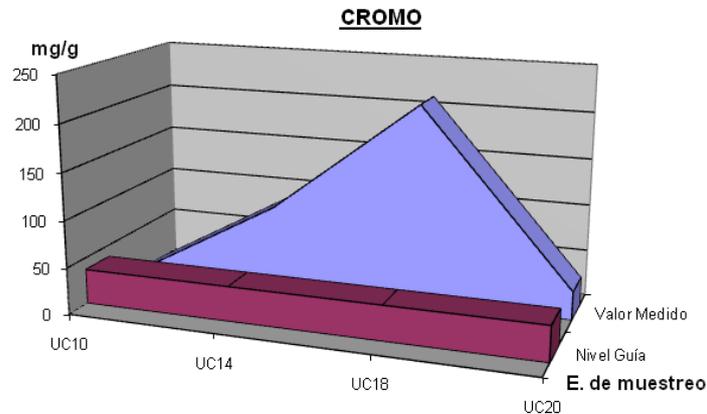


Figura 14. Evolución de Cromo en sedimento – Arroyo Conchitas Plátanos

Figure 14. Change in Chromium in sediments among sites – Conchitas Plátanos stream

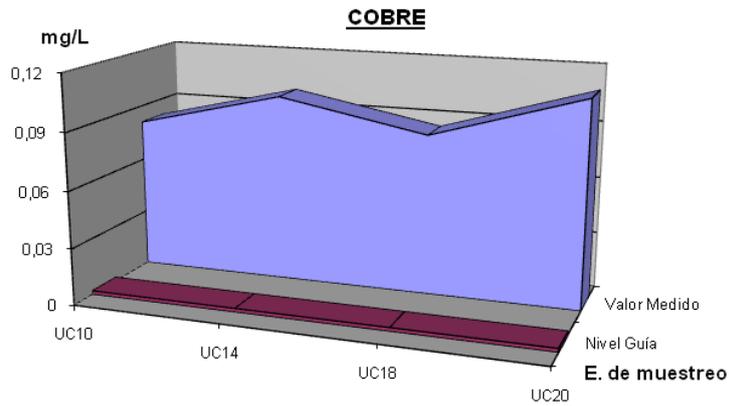


Figura 15. Evolución de Cobre en agua – Arroyo Conchitas Plátanos

Figure 15. Change in Cooper in water among sites – Conchitas Plátanos stream

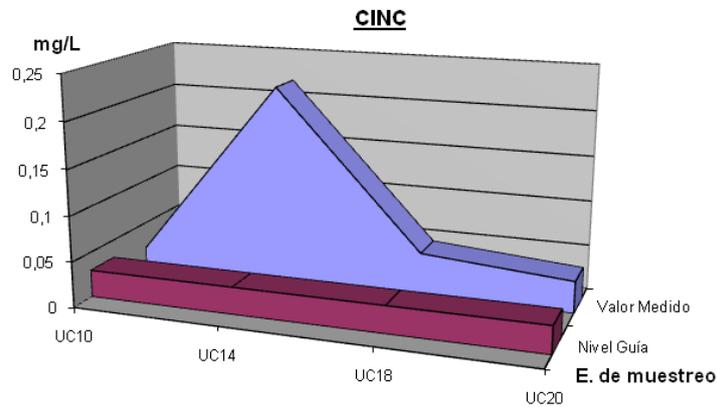


Figura 16. Evolución Cinc en agua – Arroyo Conchitas Plátanos

Figure 16. Change in Zinc in water among sites – Conchitas Plátanos stream

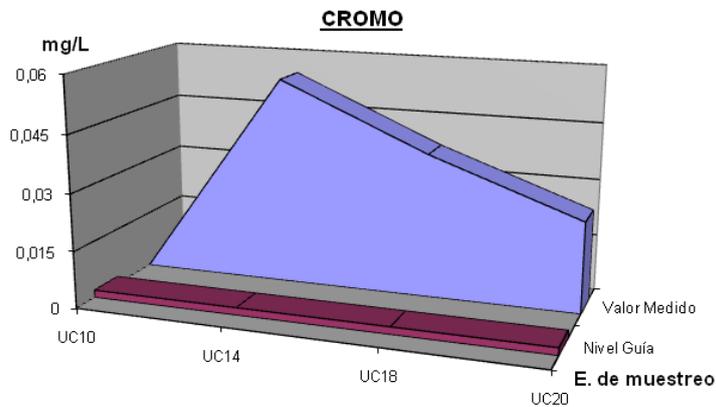


Figura 17. Evolución de Cromo en agua – Arroyo Conchitas Plátanos

Figure 17. Change in Chromium in water among sites – Conchitas Plátanos stream

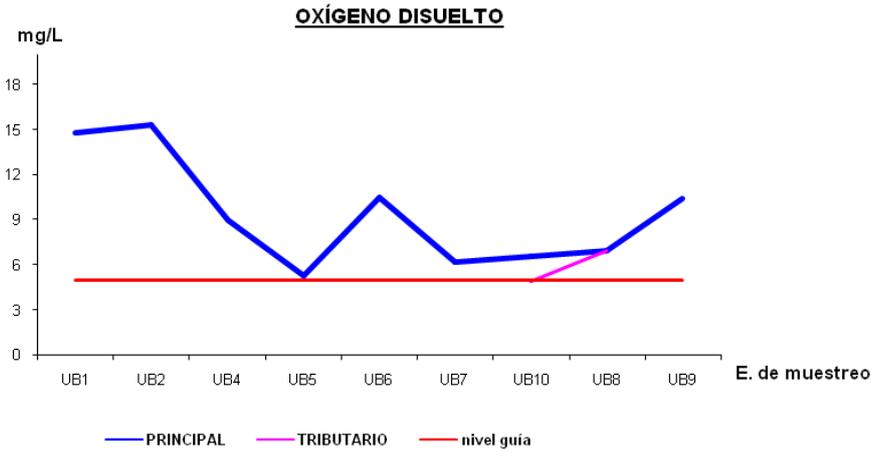


Figura 18. Evolución de Oxígeno Disuelto – mayo - Arroyo Baldovinos

Figure 18. Change in Dissolved Oxygen –May- Baldovinos stream.

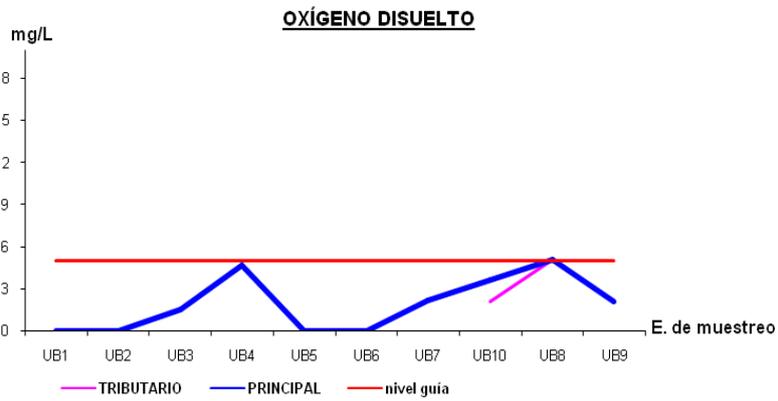


Figura 19. Evolución de Oxígeno Disuelto – diciembre - Arroyo Baldovinos

Figure 19. Change in Dissolved Oxygen –December- Baldovinos stream.

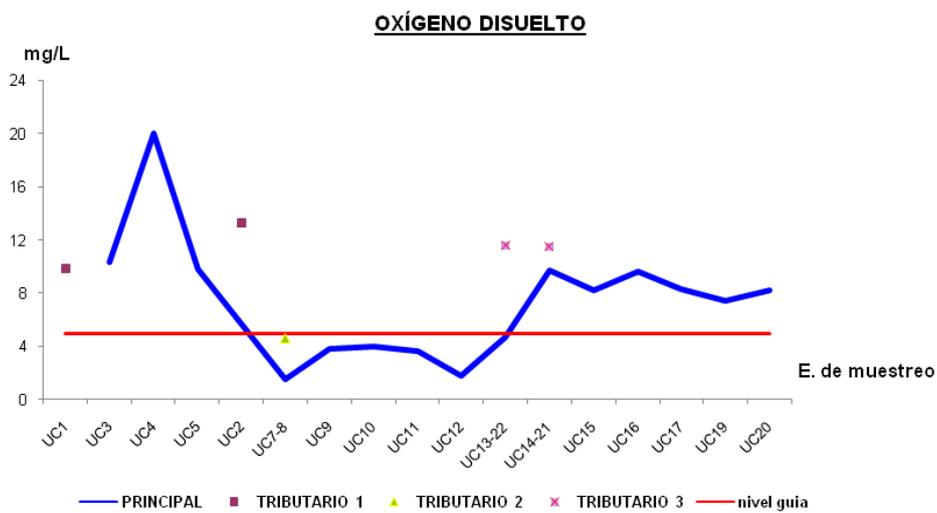


Figura 20. Evolución Oxígeno Disuelto – mayo - Arroyo Conchitas Plátanos

Figure 20. Change in Dissolved Oxygen –May- Conchitas Plátanos stream.

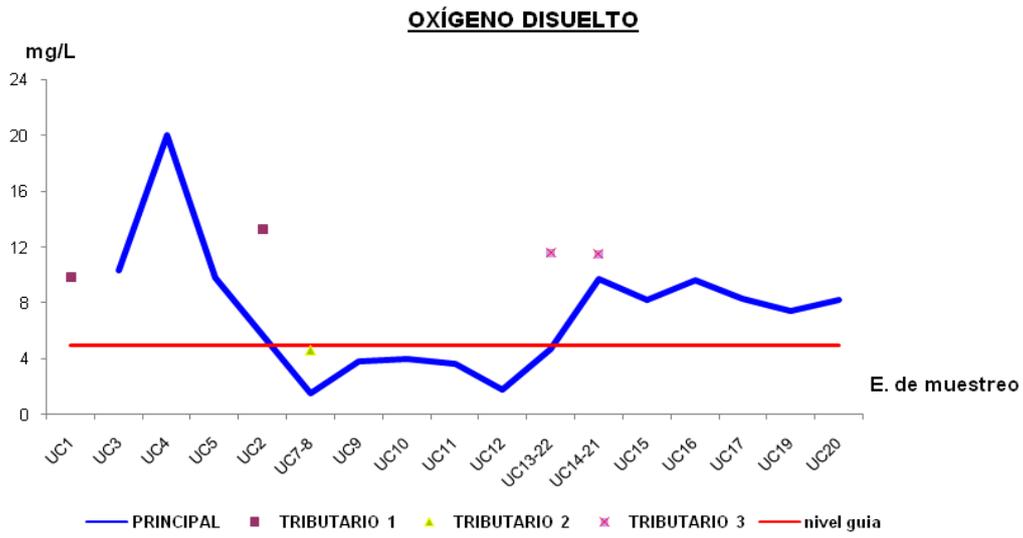


Figura 21. Evolución de Oxígeno Disuelto – diciembre - Arroyo Conchitas Plátanos

Figure 21. Change in Dissolved Oxygen – December- Conchitas Plátanos stream.

CONCLUSIONES

En ambas cuencas se observa una marcada vinculación entre los usos del suelo dominantes y la calidad del agua superficial.

En la cuenca Conchitas-Plátanos se observa un incremento significativo en el deterioro de la calidad del agua, a partir de la cuenca media donde se concentra la actividad industrial y urbana. Los picos máximos detectados corresponden a parámetros vinculados con descargas cloacales e industriales.

La calidad del agua superficial en el tramo superior de la cuenca Conchitas-Plátanos respondería a la actividad rural intensiva dominante en este sector.

En el arroyo Baldovinos se observa un incremento significativo en el deterioro de la calidad del agua a partir del sector de la cuenca media donde se localizan barrios cerrados. Los picos máximos detectados corresponden a parámetros vinculados a descargas cloacales.

En la cuenca Baldovinos no se detectaron metales pesados ni en agua ni sedimentos en la estación de muestreo seleccionada, lo cual indica una menor presión industrial sobre este cuerpo de agua superficial.

Se observan condiciones de eutrofización en la mayor parte de las estaciones de muestreo de ambas cuencas.

Todas las estaciones de muestreo de ambas cuencas presentan elevado riesgo sanitario microbiológico por contacto directo.

Se considera que estos datos aportan elementos suficientes para incorporar medidas tendientes a controlar las diferentes actividades desarrolladas en los distintos tramos de ambas cuencas, así como para establecer mecanismos tendientes a la planificación de los usos del suelo en el marco de la gestión integrada de cuencas.

Se puede establecer que un riguroso control de los niveles de calidad y tipo de descargas tanto industriales como cloacales presentes en ambas cuencas, mejorará sustancialmente la calidad del agua superficial de ambos arroyos.

Se recomienda organizar y efectuar un monitoreo periódico y sistemático de calidad de agua y sedimentos, en las estaciones de muestreo establecidas para este trabajo, a fin de contar con valores que permitan registrar la evolución de los parámetros medidos y su vinculación con los usos del suelo de ambas cuencas. Asimismo, organizar un muestreo al menos por estación climática, permitiría analizar la variación estacional que ya se vislumbra en los resultados presentados precedentemente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSBA – OSN – SIHN. 1992. Río de la Plata. *Calidad de las aguas Franja Costera Sur* (San Isidro – Magdalena). Informe de Avance: 53 p
- CCME . 1999. Canadian Environmental Quality Guidelines. Niveles Guía de Calidad de Agua. Protección de Vida Acuática.
- CCME . 2002. Canadian Environmental Quality Guidelines. Niveles Guía de Calidad de Sedimento. Protección de Vida Acuática.
- Carsen A, Perdomo A & Arriola M. 2002. Contaminación de sedimentos del Río de la Plata y su frente marítimo. FREPLATA-Proyecto Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo: Prevención y Control de la Contaminación y Restauración de Hábitats. Casa de los Ximénez, Montevideo, Uruguay
- CEPE (Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa). 1995. *Protection and Sustainable Use of Waters: Recommendations to ECE Government*. Naciones Unidas, Comisión Económica para Europa, Nueva York – Ginebra, ECE/CEP/10, Water Series N° 2
- Dourojeanni A, Jouravlev, A & Chavez G. 2002. *Gestión del agua a nivel cuencas: teoría y práctica*. Naciones Unidas, CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Santiago de Chile, Serie 47: 83 p