

# Línea de tiempo de parámetros físico-químicos del agua del río turbio para la gestión mediante el modelo arcal-rla 010

## **Glexi Adan**

Universidad Politécnica Territorial del estado Lara "Andrés Eloy Blanco"  
Doctorante en Ingeniería Área Ambiente  
Universidad de Carabobo.  
glexiadan@hotmail.com  
Venezuela

## **Magdiel Guédez**

Universidad Politécnica Territorial del estado Lara "Andrés Eloy Blanco"  
glexiadan@hotmail.com  
Venezuela

## **Asuaje Juana**

Decanato de Agronomía, Departamento de Química y Suelos  
Universidad Nacional Lisandro Alvarado- (UCLA)  
glexiadan@hotmail.com  
Venezuela

## **Yngrid Segura**

Decanato de Agronomía, Departamento de Química y Suelos  
Universidad Nacional Lisandro Alvarado- (UCLA)  
glexiadan@hotmail.com  
Venezuela

## **Ronaldo Durán**

Decanato de Agronomía, Departamento de Química y Suelos  
Universidad Nacional Lisandro Alvarado- (UCLA)  
glexiadan@hotmail.com  
Venezuela

## **Lué M. Marcó Parra**

Decanato de Agronomía, Departamento de Química y Suelos  
Universidad Nacional Lisandro Alvarado- (UCLA)  
glexiadan@hotmail.com  
Venezuela

## **Andreína Colmenarez**

Universidad Politécnica Territorial del estado Lara "Andrés Eloy Blanco"  
glexiadan@hotmail.com  
Venezuela

## **Gosmyr G. Torres**

Decanato de Agronomía, Departamento de Química y Suelos  
Universidad Nacional Lisandro Alvarado- (UCLA)  
glexiadan@hotmail.com  
Venezuela

## **Jesús Rojas**

Decanato de Agronomía, Departamento de Química y Suelos  
Universidad Nacional Lisandro Alvarado- (UCLA)  
glexiadan@hotmail.com  
Venezuela

**Fecha de recepción: 03-03-2014**

**Fecha de aceptación: 25-04-2014**

## **Resumen**

El estudio de la problemática ambiental que presenta el Río Turbio ha sido abordado a lo largo de los años por distintos investigadores, por constituir un acuífero importante en la región en la cual se encuentra. Según registros de datos históricos recabados y de estudios propios, se observa que las condiciones y características de dicho acuífero manifiestan deterioro por la intervención del hombre. El propósito de establecer la línea de tiempo de parámetros físico-químicos de calidad del agua del Río Turbio, permite comparar y validar información de la calidad de agua con fines de establecer la gestión de las cuencas basada en los lineamientos del Proyecto ARCAL-RLA 010, referido a la mejo-

ra de masas de aguas superficiales contaminadas con metales. El diseño del estudio, de tipo descriptivo, se estructuró en las siguientes etapas: (a) muestreo; (b) análisis de parámetros físico-químicos; (c) comparación de los resultados. El muestreo y análisis se realizaron considerando los procedimientos establecidos en el Manual de Protocolos Armonizados y Evaluados ARCAL y Normas Convenin 2079:2002. Las estaciones de muestreo seleccionadas fueron: (a) Buena Vista; (b) Quebrada 171; (c) Puente Las Damas; (d) Río Claro; (e) Guardagallo; (e) Matadero; y (f) Santa Rosa. La comparación de los resultados se realizó con los estándares de calidad de los valores máximos permisibles que establece la normativa ambiental, con datos históricos y con los obtenidos bajo el modelo AR-

CAL-RLA010; algunos parámetros presentan variaciones relacionadas con la exposición a fuentes difusas y sus niveles aumentan a medida que el cuerpo de agua atraviesa la ciudad de Barquisimeto. Se observa el aumento de los niveles de algunos de ellos en función del tiempo. Para los metales se observa una disminución de los niveles en el tiempo y variaciones puntuales entre estaciones. La turbidez en todos los casos sobrepasa los valores máximos permisibles. La mayoría de los parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles.

**Palabras clave:** Parámetros físico-químicos; Río Turbio; Proyecto ARCAL-RLA 010.

## Physical parameter time line chemicals of the water of the rio turbio for the management through the arc-al-rla model 010

### Abstract

The study of the environmental problems presented by the Rio Turbio has been addressed over the years by different researchers, as it is an important aquifer in the region in which it is located. According to records of historical data collected and from own studies, it is observed that the conditions and characteristics of said aquifer show deterioration by the intervention of man. The purpose of establishing the timeline of physicochemical parameters of water quality of the Turbio River, allows to compare and validate information on water quality in order to establish the management of the basins based on the guidelines of the ARCAL-RLA

010 Project, referred to to the improvement of surface water masses contaminated with metals. The design of the study, of descriptive type, is structured in the following stages: (a) sampling; (b) analysis of physical-chemical parameters; (c) comparison of results. The sampling and analysis were carried out considering the procedures established in the Manual of Harmonized and Assessed Protocols ARCAL and Norms Covenin 2079: 2002. The sampling stations selected were: (a) Buena Vista; (b) Quebrada 171; (c) Puente Las Damas; (d) Rio Claro; (e) Guard it; (e) Slaughterhouse: and (f) Santa Rosa. The comparison of the results was made with the quality standards of the maximum permissible values

established by environmental regulations, with historical data and with those obtained under the ARCAL-RLA010 model; some parameters present variations related to the exposure to diffuse sources and their levels increase as the body of water crosses the city of Barquismeto. The increase in the levels of some of them is observed as a function of time. For metals, there is a decrease in levels over time and point variations between stations. The turbidity in all cases exceeds the maximum permissible values. Most parameters are within the permissible limits.

**Key words:** physicochemical parameters, Rio Turbio, ARCAL-RLA Project 010.

## Introducción

La declaración del acceso al agua segura, como derecho humano, establecido por las Naciones Unidas orienta la universalidad de ésta y su importancia para la calidad de vida del ser humano (ONU, 2010).

En este sentido, la relevancia de promover su conservación y preservación es vital ante el auge y el incremento de la problemática sobre el mal uso, manejo y contaminación del recurso agua; además de la falta de gestión administrativa de ella.

Considerando el agua como un bien universal e indispensable para el desarrollo de la vida; se ha establecido, desde el campo legal, la protección y gestión ambiental de este recurso vital a través de convenios, tratados, leyes tanto nacionales como internacionales [Decreto 883, (1995); OMS, (2006); Avila *et al.*, (2011)].

En Venezuela, la legislación ambiental aborda diferentes aspectos hacia la protección y administración de este recurso sea de manera directa o indirecta. Existiendo dentro de la jerarquía legal la constitución, leyes (orgánicas, especiales y ordinarias) y decretos, reglamentos y normas técnicas.

Entre el amplio repertorio de normativas que se relacionan con el ambiente, y específicamente el agua, se encuentran: (a) Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2000); (b) Ley Orgánica del

Ambiente (2006); (c) Ley Penal del Ambiente (2012); (d) Ley de Aguas (2007); (e) Decreto 883 (1995) referido a las Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Afluentes Líquidos; (f) Normas Convenin 2079:2002 (que contemplan técnicas de muestreo de aguas naturales, industriales y residuales, entre otras), (FONDONORMA, 2002).

Es importante y pertinente destacar, que en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela se evidencia el carácter ambientalista mediante los principios insertos en ella: (a) concepción del ambiente como bien jurídico; (b) enfoque y transversalidad axiológica del ambiente; (c) conservación y daño ambiental permisible; (d) derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado; (e) desarrollo sustentable; (f) ambiente como objeto de integración latinoamericana y caribeña; entre otros (Mendoza, 2010).

Este último principio constitucional señalado, de la integración latinoamericana y caribeña, se tipifica específicamente en el artículo 153 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2000), donde impulsa la promoción e integración de defensas de intereses, entre ellas la del ambiente.

Es de señalar, que siendo América Latina y el Caribe una región donde se concentra la tercera parte de los recursos hídricos renovables, satisface la demanda de consumo de agua para la población de dicha re-

gión, constituyéndose ésta el 9% de la población mundial. De acá, la importancia y relevancia en atención de la disponibilidad del agua como su calidad [Alberro *et al.*, (2011)].

Con este argumento, Ávila, *et al.*, (2011) puntualizan que el reto de los países de la región Latinoamericana y el Caribe es enfrentar el desafío de gestionar adecuadamente este recurso.

En aras de contribuir con a la mejora de gestión de los recursos hídricos, en la región de América Latina y el Caribe, la Agencia Internacional de Energía Atómica -con las recomendaciones de la Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la salud (OMS/OPS) desarrolló el Proyecto ARCAL RLA-010 titulado “Mejora de la gestión de las masas de agua que están contaminadas por metales” cuyo propósito se orientó en la armonización de protocolos de muestreo, análisis de agua y sedimentos, y capacitación de evaluación de la calidad del agua [Alberro *et al.*, (2011)].

En términos de la calidad de agua, Garbagnati *et al.*, (2003) plantean que se basa en la comparación de indicadores o parámetros comunes con relación a los requerimientos de uso del agua; además de la consideración de estudio de la tendencia en la evolución de la calidad de ella con fines de planificar una gestión sostenible.

Aunado a esto, la importancia del monitoreo de aguas superficiales o

subterráneas con el establecimiento de línea base o de referencia de los parámetros de calidad de agua, conlleva a establecer la información sobre los procesos ambientales inherentes necesarias para desarrollar y estructurar un plan de gestión adecuada.

Con este enfoque, se desarrolló la línea de tiempo de parámetros fisicoquímicos del agua del Río Turbio para la gestión mediante el modelo ARCAL-RLA 010, evaluando de acuerdo a la armonización los parámetros fisicoquímicos según los protocolos y lineamientos establecidos para ello; comparando con los datos históricos y los valores establecidos en la normativa que determina la calidad del agua en el país, el Decreto 883 (1995) y los valores exigidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006).

## Materiales y Métodos

La secuencia metodológica en este estudio se constituyó en tres etapas: (a) muestreo, (b) análisis fisicoquímico y (c) comparación de los resultados.

### Muestreo

Siguiendo los lineamientos del Manual de Protocolos armonizados y evaluados para la toma de muestra y el análisis de agua y sedimentos para la Región de Latinoamérica y del Caribe del Proyecto ARCAL RLA-010 [Alberro et al., (2011)], se planificó y ejecutó el programa de muestreo del Río Turbio. Tomándose de igual

manera en consideración las Normas Covenin 2079:2002 (FONDONORMA, 2002).

Entre los aspectos previos señalados en dicho Manual, se seleccionaron los siguientes puntos de muestreos atendiendo a los factores y condiciones geográficas e históricas de estudios del Río Turbio: (a) Buena Vista, (b) Titicare, (c) Puente Macuto, (d) Puente Las Damas, (e) Río Claro, (f) Santa Rosa, (g) Guardagallo y (h) Matadero. El tipo de muestreo fue simple y sistemático, captándose muestra en los nodos establecidos siguiendo el curso del cuerpo de agua en las subcuencas alta, media y baja.

### Análisis físico-químico

La selección de los parámetros medidos corresponde al consenso de armonización del Proyecto ARCAL de éstos como indicadores de la calidad del cuerpo de agua y a los parámetros establecidos en el Decreto 883 (1995). En ese sentido, los parámetros medidos en el sitio corresponden con: pH, conductividad, cloruros, dióxido de carbono, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad y oxígeno disuelto.

En cuanto a los parámetros determinados en el laboratorio fueron: turbidez, dureza total, dureza cálcica, alcalinidad, Nitrógeno amoniacal, nitrito+nitratos y fósforo, además de los elementos titanio, cromo, manganeso, hierro, cobre, zinc, cobalto, arsénico, mercurio y plomo. Dichos análisis fueron realizados en la Uni-

versidad de Análisis Instrumental de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", tomando en consideración los procedimientos establecidos en el manual de análisis de agua para los parámetros no armonizados "[Eaton et al., (1995)] y el Manual Protocolos Armonizado ARCAL, utilizando los equipos y materiales correspondientes, [Alberro et al., (2011)].

## Resultados y Discusión

### Comparación de Resultados

La comparación de resultados fue realizada sobre la base de los datos obtenidos de la medición de parámetros, con los valores límites referidos por la normativa legal; en este caso el Decreto 883 (1995), el cual establece las Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos y la Organización Mundial de la Salud (2006). Adicionalmente, se comparó con datos históricos obtenidos en los años 1985, 1987 y 1997 [Colina, (1985); Andara A, (1987); Andara M., (1987), Salazar A, (1997); Salazar A. (2007)] y en otros estudios bajo el modelo seleccionado, entre ellos el de Chirinos (2010) y Adán (2010) y el estudio actualmente realizado.

A continuación, se presentan, en las Tablas 1 y 2, los datos obtenidos en la medición de los parámetros fisicoquímicos del agua del Río Turbio.

Tabla 1. Línea de tiempo de análisis de parámetros fisicoquímicos del agua del Río Turbio

	CHIRINOS 2010 Sequia	ADAN 2010 Lluvia	ADAN 2012 Lluvia	CHIRINOS 2010 Sequia	ADAN 2010 Lluvia	ADAN 2012 Lluvia	L.P.*
PARAMETRO	BUENA VISTA			PUENTE MACUTO			
Sólidos Totales Disueltos (mg/L SDT)	341,7 ± 5,8	262,50 ± 9,57	445,33 ± 10,066	321±9	-	606 ± 31,112	1500
Alcalinidad (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	86 ± 2	57,78 ± 5,36	69,6 ± 1,77	-	-	73,88 ± 3,18	N.R.
Conductividad (µmho/cm)	682±12	492,5 ± 27,54	890±20	-	-	443,33 ± 11,55	N.R.
Dureza Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	410,7 ± 12,2	282,67 ± 2,31	284,89 ± 11,09	-	-	279,56 ± 5,81	500
Dureza Cálctica (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	357,3 ± 16,2	260 ± 0	232,22 ± 45,78	-	-	236,0 ± 45,72	N.R.
Cloruros (mg/L)	15 ± 0,0	60 ± 0,0	12 ± 4,10	-	-	15 ± 0	600
N Amoniacal (mg/L)	0,06 ± 0,04	0,74 ± 0,11	< 0,1	-	-	< 0,1	N.R.
Nitritos (mg/L)	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,0	< 0,01	-	-	< 0,01	N.R.
Nitritos + Nitratos (mg/L)	0,64 ± 0,01	1,46 ± 0,63	2,93 ± 1,64	-	-	1,56 ± 0,46	10
pH	7,27 ± 0,24	6,99 ± 0,0	8,1 ± 0,22	-	-	8 ± 0,0	6 - 8,5
CO <sub>2</sub> (mg/L)	21,67 ± 2,9	43,75 ± 11,09	< 5	-	-	< 5	N.R.
Fósforo (mg/L)	<L.D.	0,58 ± 1,34	<LD	-	-	<LD	N.R.
Turbidez (UNI)	NM	576,18 ± 29,21	58,99 ± 2,40	-	-	336,1 ± 14,52	<25
Temperatura (°C)	24 ± 0	23 ± 0	24 ± 0	-	-	25,76 ± 0,05	
PARAMETRO	TIICARE			PUENTE LAS DAMAS			
Sólidos Totales Disueltos (mg/L SDT)	-	300,0 ± 10	-	740 ± 21,8	326,67 ± 5,77	-	1500
Alcalinidad (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	-	61,78 ± 0,38	-	214 ± 6	63,78 ± 1,39	-	N.R.
Conductividad (µmho/cm)	-	600 ± 30	-	1480±44	646,67 ± 15,27	-	N.R.
Dureza Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	-	334,22 ± 2,04	-	600 ± 28	340,0 ± 1,33	-	500
Dureza Cálctica (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	-	298,67 ± 9,33	-	421,3 ± 98,17	300,44 ± 2,04	-	N.R.
Cloruros (mg/L)	-	60 ± 0,0	-	95 ± 4,3	60,0 ± 0,0	-	600
N Amoniacal (mg/L)	-	2,68 ± 0,32	-	0,08 ± 0,03	1,06 ± 0,16	-	N.R.
Nitritos (mg/L)	-	0,03 ± 0,0	-	0,04 ± 0,01	0,07 ± 0,0	-	N.R.
Nitritos + Nitratos (mg/L)	-	1,0 ± 0,91	-	0,64 ± 0,01	4,38 ± 1,48	-	10
pH	-	7,79 ± 0,0	-	7,49 ± 0,03	7,79 ± 0,23	-	6 - 8,5
CO <sub>2</sub> (mg/L)	-	15,0 ± 0,0	-	110 ± 5	20,0 ± 0,0	-	N.R.
Fósforo (mg/L)	-	< 0,39	-	2,78 ± 0,6	0,34 ± 0,34	-	N.R.
Turbidez (UNI)	-	1864,6 ± 130,6	-	NM	1497,7 ± 208,1	-	<25
Temperatura (°C)	-	26	-	37	27	-	



Tabla 2. Línea de tiempo de análisis de metales pesados del agua del Río Turbio

Elemento	ADAN, 2010 (Lhuvia)						
	Buena Vista	Bosque Titicare	Las Damas	Santa Rosa	Guardagallo	Matadero	L.P.
Ti	0,095 ±0,00	0,22	0,11 ±0,01	ND	ND	ND	N.R.
Cr	ND	0,10	0,03	0,05 ±0,02	ND	ND	0,05
Mn	0,04 ±0,00	ND	0,04 ±0,00	ND	0,10 ±0,03	0,11 ±0,02	0,5
Fe	2,92 ±2,55	0,98 ±0,55	1,11 ±0,65	0,77 ±0,04	1,35 ±0,24	0,93 ±0,03	1
Ni	<0,004	<0,004	0,02	<0,004	<0,004	<0,004	0,5
Cu	0,013	ND	0,02 ±0,00	ND	ND	ND	0,20
Zn	0,57 ±0,55	0,37 ±0,09	0,46 ±0,22	0,49 ±0,02	1,64 ±0,40	0,72 ±0,08	5,0
As	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Hg	0,119 ±0,060	0,176 ±0,082	0,115 ±0,066	0,131 ±0,00	0,077 ±0,00	<0,002	0,01
Pb	0,02 ±0,00	0,02	0,01	ND	ND	0,03	0,05

Elemento	ADAN, 2012 (Lhuvia)						
	Buena Vista	Puente Macuto	Río Claro	Santa Rosa	Guardagallo	Matadero	L.P.
Ti	0,260 ± 0,015	0,065 ± 0,001	0,162 ± 0,0025	0,0750 ± 0,0005	0,0850 ± 0,0005	0,070 ± 0,001	N.R.
Cr	0,045 ± 0,005	<0,0085	0,004 ± 0,001	0,010 ± 0,004	0,011 ± 0,004	<0,0085	0,05
Mn	0,035 ± 0,004	0,220 ± 0,001	0,013 ± 0,001	<0,001	0,0075 ± 0,0025	<0,001	0,5
Fe	1,040 ± 0,002	7,550 ± 0,001	9,900 ± 0,003	0,1475 ± 0,0045	0,2185 ± 0,0005	0,054 ± 0,004	1
Ni	0,016 ± 0,003	0,017 ± 0,003	0,025 ± 0,001	0,018 ± 0,002	<0,004	<0,004	0,5
Cu	0,065 ± 0,003	0,60 ± 0,01	0,0935 ± 0,0005	0,0245 ± 0,0015	0,030 ± 0,002	0,0125 ± 0,0015	0,20
Zn	0,166 ± 0,005	0,278 ± 0,001	0,985 ± 0,003	0,074 ± 0,003	0,0595 ± 0,0025	0,028 ± 0,008	5,0
As	<0,002	0,006 ± 0,001	0,014 ± 0,003	<0,002	<0,002	<0,002	0,05
Hg	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,01
Pb	0,0075 ± 0,0015	0,005 ± 0,002	0,130 ± 0,002	<0,0025	0,500 ± 0,001	0,0065 ± 0,0015	0,05

Nota: L.P\*: Límites permisibles según Normativa Decreto 883 y OMS. //

N.R.: No Reglamentado

N.M.: No Medido / N.D.: No Detectable

De acuerdo a los datos obtenidos en cada estación, se observó que en líneas generales la mayoría de los parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles legales y no presentan variaciones temporales importantes, aun cuando se les compara con datos históricos [Colina, (1985); Andara A, (1987); Andara M., (1987) y Salazar (2007)]. La turbidez se presenta al margen de los niveles máximos permitidos en todos los casos, lo cual se corresponde con las características intrínsecas del cuerpo de agua. El parámetro aumenta a medida que se avanza desde la cuenca alta, en relación con la exposición del cuerpo de agua a fuentes puntuales y difusas en su paso por la ciudad de Barquisimeto. Las concentraciones de Hierro y Zinc se mantienen alrededor de los rangos de 0,10-2,4 mg/L y 0,10- 1,4 mg/L, respectivamente, establecidos por Colina (1985), Andara A. (1987) y Andara M. (1987) pero menores respecto a la campaña de 2006 en el punto Santa Rosa [Salazar, (2007)]. La concentración de plomo es menor a la reportada por los autores antes mencionados, durante las campañas de 2010, pero mayor en la campaña de 2012 en los puntos Río Claro y Guardagallo, en los cuales adicionalmente sobrepasa los límites máximos permitidos. Una situación similar se presenta con el cobre, el cual presentó niveles mayores en campañas anteriores. Este parámetro excede lo establecido en el decreto 883 sólo en el punto Puente Macuto durante la campaña de 2012. El elemento manganeso presentó una disminución de la concentración en todas las estaciones cuando se com-

para la campaña de 2010 lluvia con 2012 lluvia y cuando se comparan ambas campañas con lo reportado por Salazar (2007) en el punto de Santa Rosa. Se observó un aumento de la concentración de cloruros en el punto ubicado en la cuenca alta (Buena Vista), respecto a los datos reportados por Colina (1985), Andara A., (1987) y Salazar (2007). Este parámetro se ve aumentado durante el muestreo de sequía respecto al de lluvia en el 2010. El aumento entre las campañas de lluvia de 2010 y 2012 es significativo en las estaciones Guardagallo y Matadero, las cuales reciben la mayor carga de contaminación por fuentes difusas.

Se detectó que los valores de ciertos parámetros van incrementando aguas abajo y en progreso de aumento de sus valores, comparado con los datos históricos. Los parámetros que presentaron variedad de incremento en relación con el avance en el curso del río y su paso por la ciudad de Barquisimeto, con diversas fuentes difusas y puntuales de contaminación son conductividad, turbidez, sólidos disueltos totales, cloruros, dióxido de carbono, temperatura, nitrógeno amoniacal, nitrógeno como nitratos + nitritos, y los metales cobre, hierro y manganeso entre algunas estaciones. Los niveles de mercurio durante la campaña 2010 lluvia fueron mayores al límite máximo permisible de 0,010 mg/L, establecido en el Decreto 883, en todas las estaciones, a excepción de la estación Matadero, a la salida de la ciudad de Barquisimeto. Esta tendencia no se repite durante la campaña de 2012, sin embargo, es

indicativa de ulteriores riesgos.

Se destaca que las estaciones de Guardagallo y Matadero son las que presentaron mayor variabilidad, atribuyéndose dicha variabilidad como consecuencia de la acción antrópica que involucra actividades industriales, uso de agroquímicos, descargas de aguas residuales entre otros. Actualmente, en algunas empresas se están implementando medidas correctivas en el tratamiento de agua residuales para la descarga, evidenciándose disminución de concentración de contaminantes.

Aún se encuentran algunos de estos parámetros fuera del límite permisible.

## Conclusiones

Se estableció la línea de tiempo para puntos establecidos en el curso del Río Turbio que abarcan la cuenca alta, media y baja y se realizó la comparación de los resultados con los estándares de calidad de los valores máximos permisibles que establece la normativa ambiental, con datos históricos y con los obtenidos bajo el modelo ARCAL-RLA010; algunos parámetros presentan variaciones relacionadas con la exposición a fuentes difusas y sus niveles aumentan a medida que el cuerpo de agua atraviesa la ciudad de Barquisimeto. Se observa el aumento de los niveles de algunos de ellos en función del tiempo. Para los metales se observa una disminución de los niveles en el tiempo y variaciones puntuales entre estaciones. La turbidez en todos los

casos sobrepasa los valores máximos permisibles. La mayoría de los parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles.

La planificación y desarrollo de un programa de muestreo de cuerpo de agua y la determinación de los parámetros por protocolos armonizados y estandarizados, permite la validación y calidad de establecimiento de línea de base de estudios de parámetros de calidad del agua, aspectos importantes y pertinentes en el campo de la metrología.

Es importante validar y establecer la información sobre las condiciones de la calidad de agua, para así desarrollar planes de gestión, evaluación de medidas correctoras y preventivas, cumplimiento legal entre otras. En este sentido no se observan variaciones temporales importantes, y se determina la tendencia histórica por efecto del paso del cuerpo de agua por la ciudad de Barquisimeto y su exposición a fuentes difusas de contaminación.

## Agradecimiento

Al Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación, específicamente al FONACIT, por el financiamiento del Proyecto Estratégico 2011000961.

Al CDCHT-UCLA por el financiamiento del Proyecto RAG-004-2007 del CDCHT-UCLA y ARCAL RLA 010.

## Referencias Bibliográficas

- Adan, G. (2010). Evaluación fisicoquímica de la contaminación por descargas de aguas residuales en la sub-cuencas media y baja del río turbio. Trabajo especial de Grado, Departamento de Investigación y Postgrado, Instituto Universitario Experimental de Tecnología Andrés Eloy Blanco, Barquisimeto, Venezuela.
- Alberro, N.; Bedregal, P.; Crubellati, R.; Stegen, S. (2011). Manual de protocolos armonizados y evaluados para la toma de muestra y el análisis de agua y sedimentos para la región de América Latina y el Caribe. Proyecto ARCAL RLA 010. Auspiciado por la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA). (1ª Ed), Lima, Perú: Litho &Arte SAC.
- Andara A, J. (1987). Estudio Geoquímico de la Contaminación de la Sub-Cuenca Alta del Río Turbio. Trabajo especial de grado, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Andara M, E. (1987) Estudio del Grado de Contaminación Geoquímico de la Sub-cuenca Baja del Río Turbio (tramo Yaritagua-Cojedes). Trabajo especial de grado, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Ávila, P.; Cicerone, D.; Da Costa, D.; Bedregal, P. (2011). Proyecto ARCAL RLA 010. Propuesta de un Índice de calidad de agua para región de Latinoamérica y el Caribe. Auspiciado por la agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA). (1ª Ed), Lima, Perú: Litho &Arte SAC.
- Chirinos, F. (2010). Calibración del modelo hidrodinámico (programa wasp 7.4) y kit de acuicultor para la caracterización fisicoquímica de las sub-cuencas media y baja del Río Turbio. Trabajo de Grado, Ingeniería Agronómica, Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado Decanato de Agronomía, Cabudare, Venezuela.
- Colina, J. (1985). Estudio de la Geoquímica de la Contaminación del Río Turbio. Trabajo especial de grado, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (2000, 24 de marzo). En Gaceta Oficial N° 5.453 Extraordinario, [en línea]. Recuperado el 21 de julio de 2014, de [http://www.ciemi.org.ve/pdf/constitucion\\_venezuela.pdf](http://www.ciemi.org.ve/pdf/constitucion_venezuela.pdf)
- Decreto 883. (1995). Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Aguas y Vertidos o Efluentes Líquidos. En Gaceta Oficial N° 5.021 Ex-



- traordinario. Poder Legislativo de Venezuela.
- Eaton, A.; Lenore, S.; Greenberg, A. (1995). Standard methods for water and wastewater examination. (19th Ed). Chicago, USA: American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation.
- FONDONORMA. (2002). Norma Venezolana Covenin 2079:2002. Aguas naturales, industriales y residuales. Guía para las técnicas de muestreo, [en línea] Recuperado el 20 de julio de 2014, de [www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2709-02.pdf](http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2709-02.pdf)
- Garbagnati, M.; González, S.; Antón, R.; Mallea, M. (2005). Características físico-químicas, capacidad buffer y establecimiento de la línea base ambiental del Río Grande, San Luis, Argentina. *Ecología Austral*. 15: 59-71. <http://www.minamb.gob.ve/files/Ley%20Organica%20del%20Ambiente/Ley-Organica-del-Ambiente-2007.pdf>
- Ley de Aguas (2007, 2 de enero). Leyes de Venezuela. En *Gaceta Oficial* N° 38.195, [en línea]. Recuperado el 21 de julio de 2014, de [http://www.defensoria.gob.ve/dp/Leyes/Ambiente/04\\_Ley\\_de\\_Aguas.pdf](http://www.defensoria.gob.ve/dp/Leyes/Ambiente/04_Ley_de_Aguas.pdf)
- Ley Orgánica del Ambiente (2006, 22 de diciembre). Leyes de Venezuela. En *Gaceta Oficial* N° 5.833 Extraordinario, [en línea]. Recuperado el 21 de julio de 2014, de
- Ley Penal del Ambiente (2012, 2 de mayo). Leyes de Venezuela. En *Gaceta Oficial* N° 39.913, [en línea]. Recuperado el 21 de julio de 2014, de <http://www.minamb.gob.ve/files/ley%20penal%20del%20ambiente/Ley%20Penal%20del%20Ambiente.pdf>
- Mendoza, G. (2010). Marco legal del ambiente en Venezuela. Curso de la Red de Aliados para la Sinergia en la Gestión Ambiental del estado Lara.
- OMS. (2006). Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable [en línea]: incluye el primer apéndice. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera Edición. Recuperado el 20 de julio de 2014, de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_8.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_8.pdf)
- ONU. (2010). Organización de las Naciones Unidas. Resolución A/ RES/64/292 64/292. El derecho humano al agua y el saneamiento. Asamblea General de las Naciones Unidas, [en línea]. Recuperado el 21 de Julio de 2014, de [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S)
- Salazar, A. (2007). Generación de un Estudio de Línea Base de Información para la Cuenca Hidrográfica del Río Turbio en el estado Lara a través de la Caracterización de su Principal Cuerpo de Agua. Trabajo Especial de Grado, Departamento de Investigación y Postgrado, Instituto Universitario Experimental de Tecnología Andrés Bello Blanco,