



# Indicadores ambientales



# RECURSO HÍDRICO

# Variación del oxígeno disuelto en el Río Burío-Quebrada Seca, Heredia, Costa Rica, en el periodo 2005 - 2010

**Autores:** Bach. Diego Carrillo López; Sergio Carvajal Aguilar; M.Sc. Juana Coto Campos; M.Sc. Viviana Salgado Silva; Lic. Jacqueline Herrera Núñez; Bach. Daniela Rojas Cantillano y M.Sc. Cristina Benavidez

**Fecha de publicación:** 2012

**Imagen:**



**Descripción:** Las aguas superficiales constituyen una de las fuentes más importantes de agua dulce, sin embargo, una gran cantidad de ríos ubicados en zonas urbanas, están siendo utilizados como medios para la eliminación de residuos industriales, aguas residuales domésticas y desechos provenientes de la actividad agrícola, lo que produce disminución de la calidad de sus aguas. Tal es el caso del Río Burío-Quebrada Seca, que recorre diversas zonas urbanas principalmente de la provincia de Heredia.

Desde el año 2005, el Laboratorio del Manejo del Recurso Hídrico de la Escuela de Química de la Universidad Nacional desarrolla un proyecto de gestión ambiental comunitaria en la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca, en cuyo marco se monitorean las aguas del río, mediante diversos parámetros físico químicos, con el fin de disponer de insumos para la toma de decisiones. Dado su papel relevante en la calidad del agua, el oxígeno disuelto es uno de los más estudiados.

Todos los organismos vivos dependen de una u otra manera del oxígeno para mantener los procesos metabólicos que producen la energía necesaria para su crecimiento y reproducción; por ello el oxígeno disuelto es la variable más significativa en la determinación de la calidad de las aguas superficiales, dado su papel relevante en el mantenimiento de la vida acuática. La presencia de oxígeno disuelto en el agua resulta de la contribución de dos fuentes: la difusión del aire del entorno, favorecida por el paso del agua por saltos o rápidos, y la fotosíntesis de organismos acuáticos productores primarios (plantas y algas) (Prashant et al, 2009).

La solubilidad del oxígeno depende de la temperatura del agua, de la presión atmosférica (relacionada con la altitud) y de la salinidad. La relación existente entre esas variables determina la cantidad máxima de oxígeno que puede disolverse a ciertas condiciones de temperatura, presión y salinidad, lo que se conoce como 100% de saturación del agua; valores inferiores implican concentraciones bajo el límite de saturación y valores superiores son indicativos de aguas sobresaturadas.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, U.S. EPA, ha establecido el criterio de 5.0 mg/L, como la concentración mínima de oxígeno disuelto requerida para mantener la fauna acuática, respaldada por numerosos estudios científicos que señalan que 4 a 5 mg/L es la mínima concentración de oxígeno a la que una gran diversidad de organismos acuáticos pueden sobrevivir. Se consideran porcentajes de saturación adecuados para la vida acuática aquellos superiores al 70%. Por otra parte, una sobresaturación de oxígeno disuelto, puede ser peligrosa para la vida acuática. Los peces expuestos a excesiva concentración de gases disueltos podrían sufrir "la enfermedad de la burbuja de gas" (las burbujas bloquean el flujo sanguíneo, causando la muerte). Sin embargo, esto es de muy rara ocurrencia (Flanagan, 1992).

Cuando el oxígeno disuelto en el agua está disponible en concentraciones suficientes como para mantener los ecosistemas en buenas condiciones, los organismos aeróbicos lo usarán y producirán sustancias inocuas para los ecosistemas acuáticos. Cuando el oxígeno es consumido en su totalidad o se encuentra en bajas concentraciones, los organismos anaeróbicos proliferarán y generarán sustancias perjudiciales para otros organismos y para el ecosistema en general.

El agotamiento del oxígeno en el agua puede ocurrir naturalmente. Las plantas lo consumen en ausencia de luz (no hay fotosíntesis y por lo tanto, no producen oxígeno) y los animales acuáticos lo consumen en el proceso de respiración; asimismo, en las capas profundas de lagunas, lagos e incluso de ríos, el oxígeno que ingresa desde la atmósfera y el producido durante la fotosíntesis, no alcanza a llegar o se consume rápidamente en las capas más superficiales.

No obstante, en la actualidad, el agotamiento del oxígeno en cuerpos de agua está relacionado principalmente con procesos contaminantes y con alteraciones profundas de los ecosistemas asociados, como las riberas. Cuando a una corriente de agua ingresa material demandante de oxígeno, su degradación ocurre inicialmente por procesos aeróbicos que consumen el oxígeno disuelto para su oxidación, formándose productos finales inocuos. Si el consumo de oxígeno ocurre a una tasa mayor que la tasa de reposición de este elemento por procesos fotosintéticos o por aportes atmosféricos; el oxígeno disuelto en el agua disminuye, produciéndose anaerobiosis. Entonces, la degradación de los materiales ocurre por procesos anaeróbicos, cuyos productos finales poseen cierto grado de toxicidad para los seres acuáticos y olores desagradables (Flanagan, 1992).

El factor más importante que limita la capacidad de autopurificación de las aguas naturales es la baja solubilidad del oxígeno. El

efecto de la contaminación depende tanto de la naturaleza del contaminante como de las características particulares del río. Mientras mayores sean los obstáculos que encuentre el agua para fluir, mayor será la turbulencia y en consecuencia, mayor será la oxigenación. Cursos de agua poco caudalosos que corren por terrenos blandos y propensos a la erosión, serán menos turbulentos y el oxígeno atmosférico se disolverá con mayor dificultad.

La vegetación acuática y la de zonas ribereñas también tienen un papel preponderante en la concentración de oxígeno en el agua. Las algas y plantas acuáticas incorporan en el agua el oxígeno generado durante el proceso de fotosíntesis. En las nacientes y en cursos de agua estrechos, la vegetación ribereña disminuye la incidencia directa de la radiación solar sobre el agua, evitando de esta manera fluctuaciones fuertes en la temperatura (Mackenzie & Masten, 2005).

#### Zona de estudio

La zona de estudio es el Río Burío-Quebrada Seca. El Río Burío nace en Los Ángeles de San Rafael de Heredia y después de atravesar una pequeña área del Cantón de Barva, se adentra en el Cantón Central de Heredia. A la altura del Cantón de Flores, se une a la Quebrada Seca, y luego de atravesar parte del Cantón de Belén, desemboca en el Río Bermúdez, en San Rafael de Alajuela.

#### Metodología del indicador

Se establecieron ocho puntos de muestreo en el Río Burío-Quebrada Seca (Cuadro 1), tomando como criterios de selección las características del entorno y de la corriente, el caudal, la profundidad y la accesibilidad. En esos puntos se realizaron mediciones *in situ* de temperatura del agua, de temperatura ambiental y de oxígeno disuelto en distintas épocas del año, en el período comprendido entre octubre de 2005 y julio de 2010. Las mediciones se efectuaron entre las 6:00 a.m. y las 12:00 m.d. con un oxímetro portátil YSI, modelo 58, siguiendo la metodología establecida en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998).

Los valores de porcentaje de saturación de oxígeno disuelto se graficaron por punto y por muestreo (Figura 1). Asimismo, se graficaron los valores promedio de oxígeno disuelto a lo largo del río por época y por año (Figura 2).

Cuadro 1. Puntos de muestreo en el Río Burío-Quebrada Seca

Punto de Muestreo	Código	Descripción
Naciente	1PRB	En los Ángeles de San Rafael de Heredia. 1415 m.s.n.m. N10°01'34,7" W84°05'77,3"
Santa Lucía	2PRB	Puente entre Santa Lucía y Heredia. Ribera con muy poca vegetación. 1183 m.s.n.m. N10°00'20,9" W84°07'08,7"
Mercedes Sur-Mercedes Norte	3PRB	Puente entre Mercedes Norte y Heredia, 300 m. de la Clínica de Heredia. Ribera con vegetación. 1156 m.s.n.m. N10°00'20,9" W84°07'32,6"
Escuela Cubujuquí	4PRB	Puente entre Mercedes Norte y Mercedes Sur, 200 m. norte de Escuela de Cubujuquí. Cafetales colindantes. 1100 m.s.n.m. N10°00'34,4" W84°07'40,8"
Mercedes Sur-Santa Marta	5PRB	Puente entre Mercedes Norte y Mercedes Sur. Ribera con poca vegetación. Punto de unión con el Quebrada Seca. 1096 m.s.n.m. N10°00'15,4" W84°08'10,0"
Clínica San Joaquín	6PRB	Puente cerca de la Clínica de San Joaquín de Flores. Ribera sin vegetación. 1055 m.s.n.m. N09°59'92,2" W84°04'96,7"
San Antonio de Belén	7PRB	San Antonio de Belén, en margen derecha de finca de la ANDE. Cauce ancho, pedregoso-rocoso, con zonas profundas de más de 120 cm. 910 m.s.n.m. N09°58'52,48" W84°10'57,44"
Cerca Panasonic (frente Proyecto Gol)	8PRB	Carretera a Santa Ana, cerca de la desembocadura en el río Bermúdez. Poca vegetación en ribera. 880 m.s.n.m. N09°58'29,93" W84°11'58,76"

#### Interpretación del indicador

La Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca tiene una longitud de 15 km y una anchura de 1,5 km (Zamora 2002), y el río discurre desde los 1415 a los 880 m.s.n.m. Esta condición hace que en la mayor parte del recorrido del Río Burío se presenten caídas de agua, lo cual favorece su oxigenación.

Durante el período de muestreo se obtuvieron porcentajes de saturación de oxígeno que oscilaron entre 11,6% en el punto Escuela de Cubujuquí y 123% en el punto cercano a la Panasonic.

En la Figura 1 se presenta la distribución del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto por punto y por muestreo. A partir de ella se determina lo siguiente:

- En los muestreos realizados entre octubre del 2007 y octubre del 2008, todos los puntos analizados mostraron valores

entre 75 y 100% de saturación, lo cual es muy beneficioso para la autopurificación de un cauce eminentemente urbano y que atraviesa una zona industrial.

- Durante todo el periodo de estudio, la naciente siempre mostró valores entre 75 y 100% de saturación.
- A partir del ingreso del río en zonas altamente pobladas (segundo punto de muestreo) se nota la reducción en el oxígeno disuelto, presentándose la zona más crítica entre el puente de la Clínica de Heredia y el puente en entre Mercedes Sur y Santa Marta de Flores. Esta última zona se caracteriza por la ausencia de alcantarillado sanitario (operan tanques sépticos por vivienda), y por descargas de aguas de lavado al alcantarillado pluvial, que se vierten directamente al río.
- A partir del puente junto a la Clínica de San Joaquín se nota una mejoría en los valores de saturación de oxígeno disuelto, en gran medida atribuibles al efecto de dilución que ejerce la unión con el Quebrada Seca.
- Excepcionalmente, se obtuvo un valor de saturación de oxígeno disuelto superior al 100% en el muestreo de marzo del 2009 en el punto cercano a la Panasonic, situación atribuida al dragado del río y ampliación de la ribera, lo que causó remoción de sedimentos y la disponibilidad de nutrientes en la columna de agua que favorecieron la eutroficación. El exceso de energía solar, durante la época seca, en un ambiente rico en nutrientes propicia la producción de oxígeno por el fitoplancton (Marks 2008).

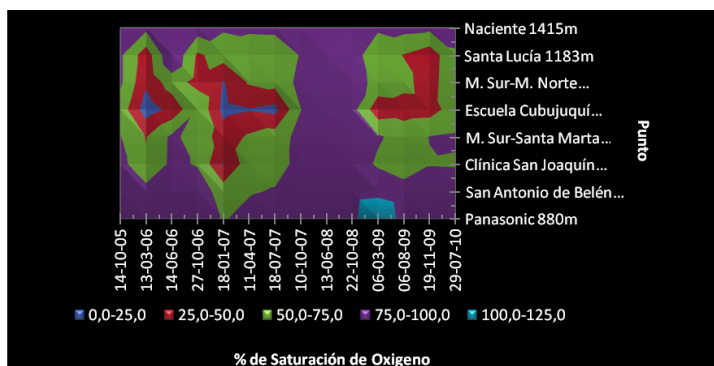


Figura 1. Saturación de oxígeno disuelto en los distintos puntos de muestreo en el Río Burío entre octubre de 2005 y julio de 2010.

En la Figura 2 se presenta la variación promedio del porcentaje de saturación de oxígeno en el río en las distintas épocas del año. Como tendencia general, en la época lluviosa y en la transición seca-lluviosa los niveles de oxígeno en el agua son mayores, mientras que en el verano disminuyen (a excepción del ya comentado caso de marzo de 2009).

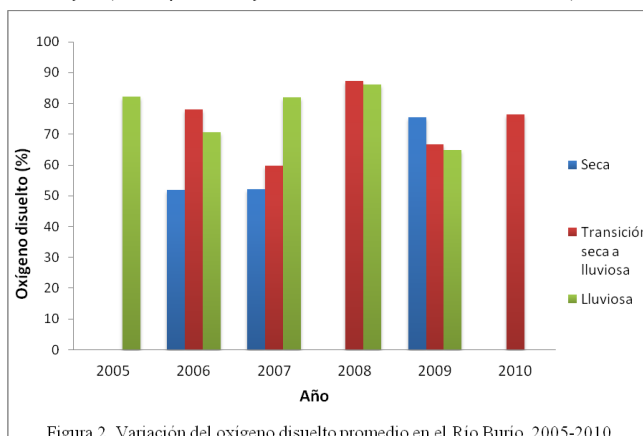


Figura 2. Variación del oxígeno disuelto promedio en el Río Burío, 2005-2010.

#### Implicaciones y recomendaciones

Aunque los niveles de oxígeno disuelto en el Río Burío en el periodo en estudio son en su mayoría superiores al 70% de saturación, se determina un impacto importante de los vertidos domésticos, principalmente en el tramo Santa Lucía- Clínica de San Joaquín de Flores; situación que se hace más crítica en el tramo Clínica de Heredia-Mercedes Sur- Santa Marta.

Se recomienda mantener el monitoreo de la variable oxígeno disuelto con una periodicidad al menos bimestral, como indicador más relevante de la calidad del agua; así como propiciar acciones compartidas entre las instituciones científico-técnicas como la Universidad y el Ministerio de Salud, las municipalidades como entes políticos y decisorios y las comunidades, tendientes a disminuir el ingreso de aguas servidas directamente al cauce sin tratamiento previo; así como a la protección de riberas.

#### Bibliografía

- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association, Water Environment Federation. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Twentieth Edition. United States of America.
- Flanagan, P. Parameters of Water Quality. Interpretation and Standards. Second Edition, Environmental Research Unit, Ireland. 1992.
- Mackensie L., D y Masten, S. 2005. Ingeniería y Ciencias Ambientales. Mc Graw Hill Interamericana. XVI, 750 p.
- Marks, R. 2008. Dissolved oxygen supersaturation and its impact on bubble formation in the southern Baltic Sea coastal waters. Hydrology Research 39.3: 229-236

Prashant, J., Tahir A., Saad N. 2009. Assesment of dissolved oxygen in coastal waters of Benghazi, Libya. Review Mediterranean Environment. 15: 135-156

Zamora, R. 2002. Diagnóstico físico-natural y características del uso de la tierra de la Microcuenca del Río Burío y su tributario Quebrada Seca, Heredia, Costa Rica. Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Geográfica con Énfasis en Planificación Territorial de los Recursos Naturales y del Ambiente. Universidad Nacional, Costa Rica.

### Información de contacto

Laboratorio de manejo del Recurso Hídrico

Universidad Nacional

Heredia, Costa Rica

[lamrhi.una@gmail.com](mailto:lamrhi.una@gmail.com)

Tel: +506 2277 -3824



[Laboratorio de Manejo del Recurso Hídrico](#)

### Este indicador debe citarse de la siguiente forma:

Carrillo López, D., S. Carvajal Aguilar, J. M. Coto Campos, V. Salgado Silva, J. Herrera Núñez, D. Rojas Cantillano & C. Benavidez. 2010. Variación del oxígeno disuelto en el Río Burío-Quebrada Seca, Heredia, Costa Rica, en el periodo 2005 - 2010. Universidad Nacional: Heredia. Recuperado de: [http://www.una.ac.cr/observatorio\\_ambiental/index.php?option=com\\_booklibrary&task=view&id=19&catid=43&Itemid=37](http://www.una.ac.cr/observatorio_ambiental/index.php?option=com_booklibrary&task=view&id=19&catid=43&Itemid=37)

Observatorio Ambiental  
Dirección de Investigación, Universidad Nacional de Costa Rica  
Apartado postal: 86-3000. Teléfono: (506) 2277-3115