
Estudio de evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales en San Isidro de Heredia



Primer Informe de contratación N°. 2019CD-000032-0016800001

Servicios de Ingeniería: Estudio de Calidad de agua (macroinvertebrados)

Solicitado por:

Municipalidad de San Isidro Heredia

Elaborado por

Biólogo Pablo Morales Jiménez. CBCR 1333

Bióloga Susana Gutierrez Acuña, CBCR 2083

Mayo 2019

Contenido

Introducción	3
Objetivo General	3
Objetivo Específicos	3
Metodología	4
Descripción de los sitios de muestreo.....	6
Resultados	10
Macroinvertebrados.....	10
Parámetros Físicoquímicos	11
Discusión	11
Conclusiones y recomendaciones	12
Bibliografía	13
Anexo 1.....	14
Resultados del muestreo de macroinvertebrados acuáticos.....	14
Anexo 2.....	15

Introducción

La Municipalidad de San Isidro se encuentra dentro de la Sentencia de la Sala Constitucional N° 05894 del 27 de abril del año 2007, conocida como Voto Garabito, en la cual se requiere: "de inmediato adoptar las acciones necesarias para eliminar de manera integral los focos de contaminación que existen a lo largo de la cuenca del río Grande de Tárcoles y se tomen medidas para iniciar el proceso de reparación del daño ambiental ocasionado en esa cuenca, en la medida en que ello fuere posible, para lo cual deberán realizar la coordinación que el caso amerite tendiente a solucionar integralmente el problema objeto de este amparo y que ha originado su estimatoria."

Desde el 2014 se ha mantenido la representación en la Comisión de Gestión Integral de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles conformada en cumplimiento con el Decreto N°38071- MINAE y su reglamento, dentro de la subcomisión de Heredia.

Con este antecedente, la Municipalidad de San Isidro mantiene en los últimos años un monitoreo de las condiciones de calidad de agua de los principales cuerpos receptores de aguas residuales y escorrentía del cantón, para lo cual han implementado el monitoreo biológico y físico químico de acuerdo con lo establecido en el Reglamento para la Evaluación y clasificación de la Calidad de Cuerpos de agua superficiales N°33903-MINAE-S.

Los cuerpos de agua seleccionados para el presente muestreo son los ríos Para, Tranqueras y Tibás, en donde los tres coinciden en que presentan condiciones de aumento de densidad de desarrollo urbano en su área de influencia conforme se desciende en altitud, mientras que en los puntos mas altos, en general, se tiene un uso de suelo con mayor cobertura expuesta.

Para la contratación 2019CD-000032-0016800001, se plantea de acuerdo al cartel del concurso, dos muestreos en los mismos sitios, en donde se cubra tanto la época seca como la época lluviosa, de manera que para este informe se presenta los resultados del periodo de menos lluvias.

Objetivo General

Contar con los servicios de ingeniería que permitan generar la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales de dos afluentes de San Isidro de Heredia.

Objetivo Específicos

- Realizar la muestra de dos cuerpos de agua superficial del cantón de San Isidro de Heredia, en la parte alta, media y baja.
- Aplicar la metodología de análisis y aplicación de parámetros físicos y químicos contenidos en el Reglamento para la Evaluación y clasificación de la Calidad de Cuerpos de agua superficiales N°33903-MINAE-S.
- Aplicar el monitoreo biológico conforme al Reglamento para la Evaluación y clasificación de la Calidad de Cuerpos de agua superficiales N°33903-MINAE-S.

Metodología

El día 30 de abril de 2019 se realizaron los muestreos en las 7 estaciones (ver figura de ubicación) seleccionadas por parte de la Municipalidad, en tres cuerpos de agua pertenecientes al cantón de San Isidro de Heredia, distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro 1. Nombre y ubicación de los puntos de muestreo.

Identificación del punto	Cuerpo de agua	Ubicación	X	Y
406-01-2019	Río Tibás	Distritos, San José y San Isidro. Parte alta del cuerpo de agua.	493555,043	1108981,58
406-03-2019	Río Tibás	Distritos, San José y San Isidro. Parte baja del cuerpo de agua.	494953,037	1106368,62
406-09-2019	Río Tranqueras	Distritos, San José y Concepción. Parte media del cuerpo de agua.	496036,463	1107992,119
406-10-2019	Río Tranqueras	Distritos, San José y Concepción. Parte baja del cuerpo de agua.	495458,196	1106337,004
406-11-2019	Río Paracito	Distrito San José. Parte alta del cuerpo de agua.	497287,425	1110209,118
406-12-2019	Río Paracito	Distrito San José. Parte media del cuerpo de agua.	497246,151	1108726,386
406-13-2019	Río Paracito	Distrito San José. Parte baja del cuerpo de agua.	497311,907	1107327,717

Fuente: Municipalidad de San Isidro de Heredia, 2019.

Macroinvertebrados acuáticos:

Los muestreos de macrobentos, se realizaron siguiendo la metodología del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, según decreto N° 33903-MINAE-S. El muestreo se llevó a cabo mediante recolecta directa en el campo, con la ayuda de una red de mano con malla de 500 μm . y apertura de 25 cm, bandejas y pinzas entomológicas, removiendo los organismos encontrados del sustrato.

Se abarcó los hábitats identificados en el río, que en este caso se componen de pozas, piedras pequeñas con corriente y vegetación de orilla. Los individuos recolectados fueron preservados en el campo en alcohol al 70% para su posterior conteo e identificación en el laboratorio mediante las claves taxonómicas respectivas. Con el resultado del muestreo se aplicó también el Índice BMWP-CR¹ para calidad del agua.

¹ Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica, es un índice basado en el BMWP de Hellawell (1978) de origen Británico que se basa en el principio de que diferentes invertebrados acuáticos tienen distintos niveles de tolerancia a la contaminación

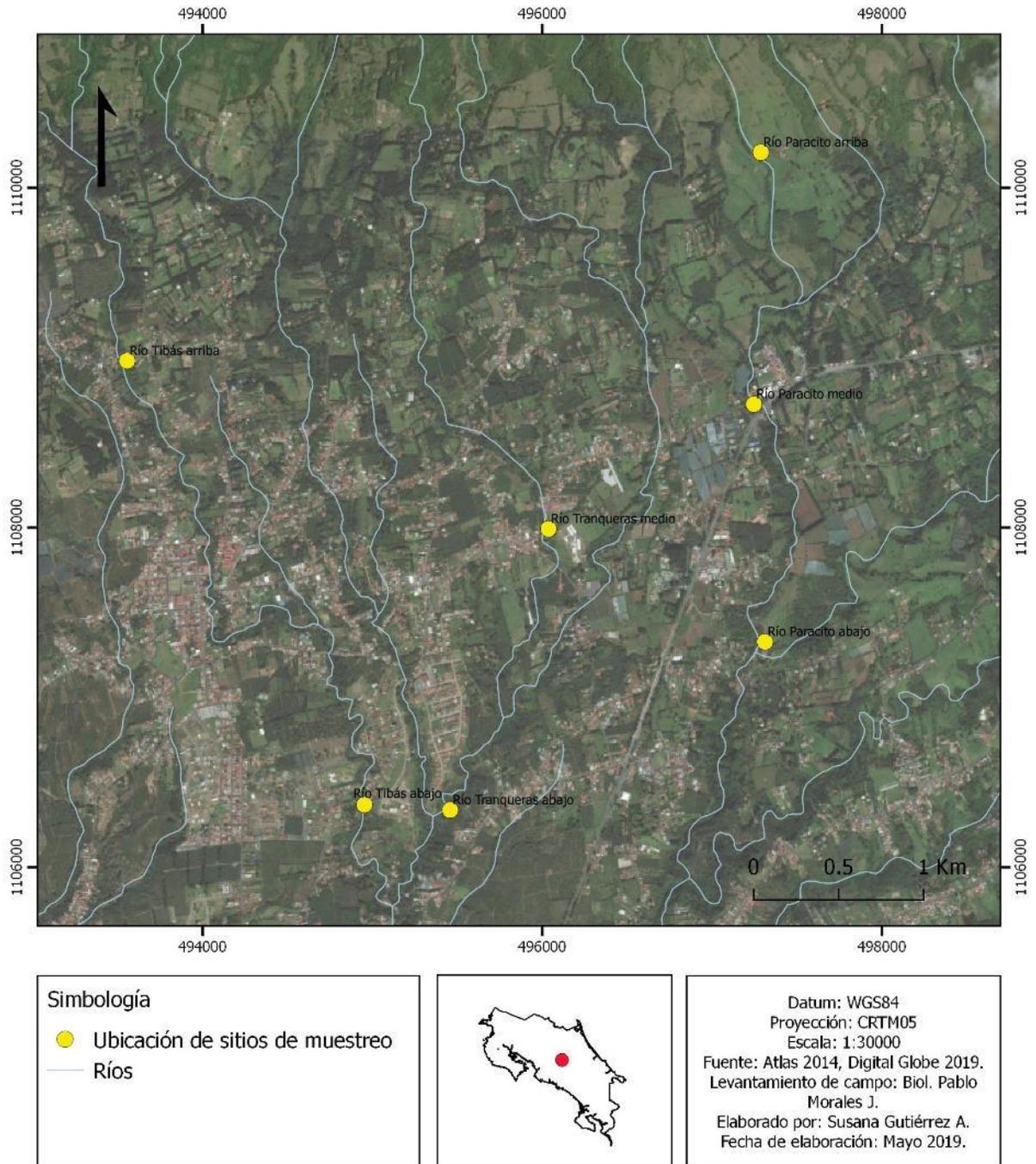


Figura de ubicación de los sitios de muestreo

Parámetros fisicoquímicos:

Se tomaron muestras en el sitio para los 7 puntos por parte del Laboratorio Lambda, a las muestras se les realizaron los ensayos solicitados utilizando el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater cuyas metodologías han sido aceptadas en el país, según decreto No. 25018-MEIC, publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 59 del 25 de marzo de 1996.

Una vez obtenidos los resultados se aplicó el Sistema Holandés de Clasificación para la Calidad del Agua, el cual se encuentra como referencia en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, según decreto N° 33903-MINAE-S. El Índice se basa en la obtención de un puntaje de acuerdo con tres indicadores analizados: la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), el oxígeno disuelto (OD) y el nitrógeno amoniacal (N-NH4 +). El OD es un indicador de calidad medido en el campo y con este indicador se puede calcular el porcentaje de saturación de oxígeno (PSO), indicador necesario para la clasificación de la calidad del agua. (MINAE, 2007).

Descripción de los sitios de muestreo.

A continuación, se presenta una descripción de las condiciones de los sitios de muestreo para el momento de las colectas con el fin de caracterizar cada punto de acuerdo con los escenarios encontrados.

Paracito arriba: este punto se localiza en dentro de una zona dedicada a la producción de leche, de manera que el uso de suelo en el lugar es de potreros y algunos árboles dispersos a orillas del cauce natural. Para el momento de la visita no se registró agua en el cauce de manera que no se logró realizar los muestreos.



Vista del cauce en el sitio Paracito arriba

Río Paracito medio: el punto de muestreo se ubica cerca de un puente para vehículos, se observa una cobertura vegetal alterada con dominancia de pastos y arbustos. El cauce tiene un ancho de 2,5 metros aproximadamente, para el momento del muestreo se observa un caudal bajo con profundidades promedio de 20 – 30 cm, únicamente al finalizar la base del puente se tiene una pequeña poza y después de esta, continua el cauce natural. Se observa el agua un poco turbia, hay evidencia de residuos ordinarios y se percibe un leve olor a descomposición de materia orgánica.

La velocidad de la corriente es baja, se tiene microhábitats de piedras pequeñas con corriente suave y una poza.



Sitio río Paracito medio

Río Paracito abajo: El tramo de colecta se ubica en una zona que colinda con potreros. El cauce presenta un ancho de 6-7 metros y una profundidad de entre 10 a 60 cm. En el sitio se pudieron distinguir ambientes de rocas pequeñas, pozas, rocas grandes y hojarasca.

El agua se observa clara, sin olores, no hay rastros de basura, se observan peces.



Río Paracito abajo

Río Tranqueras medio: este sitio se ubica en una zona urbana, con presencia de casas que colindan con el río. El sitio presenta agua clara, con una velocidad de corriente constante, hábitats de piedras con corriente, pozas y vegetación. El ancho del cauce es de aproximadamente 2 metros con profundidades de desde 10 a 30-40 cm, no hay malos olores.



Sitio Tranqueras medio

Río Tranqueras abajo: este punto presenta condiciones de aparente contaminación, con agua color grisáceo y velocidades de corriente lentas. El punto se encuentra dentro de una zona de desarrollo urbano, aun así, mantiene cobertura vegetal a orillas del cauce.

El cauce tiene un ancho aproximado de 4 metros y el día de muestreo se registraron profundidades de entre 10 a 40 cm, se muestreó en zonas de piedras con corriente, pozas y vegetación de orillas.



Río Tranqueras abajo

Río Tibás arriba. El punto se ubica en la colindancia con el cantón de San Rafael de Heredia, con un uso de suelo urbano rural, se puede observar una cobertura importante de vegetación a orillas del sitio de colecta de muestras. Hay evidencia que el lugar es utilizado para actividades de recreo por parte de vecinos. Se observa un caudal importante que presenta zonas de corriente, así como pozas, y espacios que colinda con la vegetación. El agua esta clara y no hay malos olores.



Río Tibás arriba

Río Tibás abajo. Se observa agua con muy poca turbidez, se logra observar peces en las pozas del lugar, se identifican Olominas de la especie *Priapichthys annectens*.

El sitio tiene un cauce de aproximadamente 5 metros de ancho, con profundidades de entre 1 metros y 10 cm, se muestrea en hábitats de piedras con corriente, pozas, vegetación de orilla. Este punto se localiza dentro de zona urbana y se registra una cobertura de árboles dispersos y vegetación de pastos a orillas del cuerpo de agua.



Río Tibás abajo

Resultados

En primera instancia se debe mencionar que el punto Paracito arriba no presentaba caudal, se encontraba completamente seco en su cauce, razón por la cual no se pudieron realizar los muestreos de macroinvertebrados ni fisicoquímicos.



Macroinvertebrados

Los resultados obtenidos muestran una abundancia total de 807 individuos distribuidos en 26 taxas. La abundancia mayor por taxa se da en el Orden Diptera (370 individuos) y la familia más representativa es Chironomidae con 198 individuos colectados. Estos resultados se muestran Anexo 1.

De acuerdo a los resultados de los muestreos de macroinvertebrados se aplicó el índice BMWP-CR, el cual arrojó los siguientes resultados para cada punto. (Ver cuadro 2)

Cuadro 2. Resultados del índice BMWP-CR² para los sitios muestreados.

Sitio	Puntaje	Interpretación
Paracito medio	17	Calidad mala, muy contaminadas
Paracito abajo	47	Calidad mala, contaminadas
Tranqueras medio	54	Calidad mala, contaminadas
Tranqueras abajo	26	Calidad mala, muy contaminadas
Tibás arriba	39	Calidad mala, contaminadas
Tibás abajo	47	Calidad mala, contaminadas

Fuente: Elaboración propia 2019

² Calidad de agua según sumatoria obtenida en el índice BMWP'CR de acuerdo con el reglamento N°33903 MINAE-S

Nivel de Calidad	Valor de BMWP'CR	Color Representativo
Aguas de calidad Excelente	Mas de 120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas	101 – 120	Azul
Aguas de calidad regular, contaminación moderada	61 – 100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminadas	36 – 60	Amarillo
Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16 – 35	Naranja
Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas	Menor a 16	Rojo

Parámetros Físicoquímicos

En el anexo 2 se detallan los resultados originales emitidos por el Laboratorio Gaia, y con los cuales se asignaron los puntajes. Para la aplicación del Índice Holandés se toma como referencia el puntaje basado en el cuadro 3 que se presenta a continuación.

Cuadro 3. Asignación de puntaje para PSO, DBO5 y del N-NH4 +, según el sistema de clasificación holandés.

Puntos	PSO %	DBO, mg/L	NNH+4,mg/L
1	91 - 100	< = 3	< 0.50
2	71 - 90 111 - 120	3.1 - 6.0	0.5 - 1
3	51 - 70 121 - 130	6.1 - 9.0	1.1 - 2.0
4	31 - 50	9.1 - 15	2.1 - 5
5	< = 30 y > 130	> 15	> 5.0

Fuente: Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, según decreto N° 33903-MINAE-S

Cuadro 4. Resultados del Índice Holandés para los sitios muestreados.

Sitio	Puntaje	Interpretación
Paracito medio	8	Contaminación moderada
Paracito abajo	7	Contaminación moderada
Tranqueras medio	7	Contaminación moderada
Tranqueras bajo	7	Contaminación moderada
Tibás arriba	6	Contaminación incipiente
Tibás abajo	9	Contaminación moderada

Fuente: Elaboración propia, 2019

Es importante tomar en consideración que para la presente contratación se tomaron muestras para la determinación de coliformes fecales, los cuales no son tomados en cuenta para el cálculo del índice holandés, pero sus resultados se muestran en el anexo 2.

Discusión

La época seca en la zona mantuvo caudales bajos para todos los sitios de muestreo, esto en comparación con visitas previas al sitio y referencias de vecinos, tal es así, que el punto de Paracito arriba estaba completamente seco. Lo anterior trae consigo que la mayoría de los sitios de muestreo, a excepción de Tibás arriba y Paracito abajo, mostraran condiciones de aguas estancadas, una baja velocidad de corriente lo cual pudo influir en los resultados de los análisis.

En cuanto a los resultados del muestreo de macroinvertebrados, los sitios no alcanzaron puntajes altos lo cual evidencia que la baja en el caudal puede incidir en la mala calidad del agua de acuerdo con el índice BMWP, además que incide en una mayor diversidad de microhábitats en los cuerpos de agua. Se tiene dominancia de especies que son propias de aguas contaminadas o que son muy tolerantes a niveles bajos de oxígeno disuelto o con una fuerte carga orgánica, como por ejemplo

en el sitio Paracito medio, el cual tenía una presencia dominante de larvas de mosquitos *Culex sp* (Culicidae, Diptera).

Todos los sitios muestreados presentaban alguna influencia en cuanto al desarrollo urbano y comercial de la zona, lo anterior ya que el único sitio que se localiza en una zona rural no fue muestreado debido a que estaba completamente seco.

Para los resultados del índice holandés, se tiene que se pudieron ver influenciados por el bajo caudal en los sitios ya que hace que la velocidad de la corriente disminuye y los valores de oxígeno disuelto son bajos en la mayoría de los puntos, lo cual marca diferencia en la puntuación del índice.

Otro punto es que los resultados de aguas con contaminación moderada se dieron en los puntos donde la DBO obtuvo valores mas altos lo que puede derivarse de una descarga de materia orgánica en el lugar o las cercanías, o bien por una descomposición de material vegetal dentro del agua, mientras que el nitrógeno amoniacal que es otro de los indicadores de contaminación por materia orgánica no obtuvo valores muy altos.

El sitio Tranqueras abajo obtuvo los valores mas bajos en los índices de macroinvertebrados, fisicoquímicos y de coliformes, por lo cual se puede colocar como el punto mas contaminado de los 7 sitios muestreados, lo cual puede deberse a que era el punto mas abajo en la cuenca y por esto recibe una mayor carga de todo tipo de efluentes en comparación con los sitios aguas arriba.

Conclusiones y recomendaciones

- Implementar un plan de revegetación en los puntos de la parte baja de la cuenca, con el fin de mejorar las condiciones del ecosistema acuático y minimizar los posibles impactos por erosión o sedimentación hacia el cuerpo de agua.
- Incorporar a los parámetros de medición las características del cauce al momento del muestreo y sus condiciones generales como ancho, profundidad, velocidad de la corriente y una estimación del caudal, esto para poder realizar una mejor comparación en los diferentes momentos en que se lleve a cabo el trabajo de campo.
- Fiscalizar los comercios y casas que limitan con los cuerpos de agua para evitar las descargas de contaminantes orgánicos a cuerpos de agua.
- Mediante la educación ambiental, reforzar la estrategia de concientización en los vecinos del lugar sobre la gestión de los residuos ordinarios.
- Mantener el programa de monitoreo de los cuerpos de agua de la localidad, con el fin de montar estrategias de actuación sobre los sitios en donde se obtenga resultados preocupantes y reforzar la conservación en los sectores en donde actualmente se cuenta con una buena calidad del recurso hídrico.
- Los próximos monitoreos deben realizarse bajo la misma metodología, en los mismos sitios y preferiblemente en las mismas fechas, esto con el fin de que las comparaciones que se puedan dar sean lo mas apegadas a la certeza de los datos.

- Promover las estrategias de conservación mediante alianzas con instituciones públicas o centros educativos para fomentar la investigación de los ecosistemas acuáticos e involucrar a la comunidad en el proceso.

Bibliografía

Bussing, William. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. 2002. Editorial Universidad de Costa Rica 2da Edición. San José, Costa Rica.

Calvo, G; Mora, J. 2012. Análisis de la calidad de varios cuerpos de agua superficiales en el GAM y la Península de Osa utilizando el Índice Holandés. Tecnología en Marcha, Volumen 25, Nº 5. Costa Rica

Camargo, J.A. Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review. Chemosphere 50: 251–264, 2003

Krebs, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper and Row, Nueva York. 654 p.

Lampert, W. & U. Sommer. 1997. Limnoecology: the ecology of lakes and streams. Oxford Univ. Press, Nueva York. 382 p.

Lorenz, C.M., G.M. Van Dijk, A.G.M. Van Hattum & W.P. Cofino. 1997. Concepts in river ecology: implications for indicator development. Regl. Rivers: Res. Mgmt., 13: 501-516.

Puntoriero, M.L.; Fernández Cirelli, A.; Volpedo, A. Fluoruro y Arsénico en cuerpos de agua superficiales del Sudoeste Bonaerense.

Pringle, C.M., M.C. Freeman & B.J. Freeman. 2000. Regional effects of hydrologic alterations on riverine macrobiota in the New World: tropical-temperate comparisons. BioScience, 50: 807-823.

Roldán, G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Ed. Univ. de Antioquía, Medellín, Colombia. 529 p.

Springer, M. 2006. Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. Rev. Biol. Trop, 54: 273-286.

Vannote, R.L., G.W. Minshall, K.W. Cumming, J.R. Sedell & C.E. Cushing. 1980. The river continuum concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:130-137.

Ward JV. 1997. An expansive perspective of riverine landscapes: pattern and process across scales. River Ecosyst., 6: 52-60.

Ward JV, Stanford JA. 1989. The four-dimensional nature of lotic ecosystems. J. North Am. Benthological Soc., 8: 2-8.

Anexo 1.
Resultados del muestreo de macroinvertebrados acuáticos

Orden / Grupo	Familia	Género	Parcito medio	Parcito abajo	Tranqueras medio	Tranqueras abajo	Río Tibás arriba	Río Tibás abajo	BMWP'CR
Ephemeroptera	Baetidae	Camelobaetidius			2				5
	Leptohyphidae	Leptohyphes		7					5
		Tricorythodes		2	91	5	2	11	
Trichoptera	Hydropsychidae	Leptonema		24	36		3	14	8
		Smicridea			4	3		5	5
	Helicopsychidae	Helicopsyche						3	5
Diptera	Chironomidae	Gen indet	63		41	94			2
	Culicidae	Culex	158						2
	Muscidae	Limnophora			1				4
	Tipulidae	Limonia			1	7		5	4
Odonata	Libellulidae	Symptetrum	1				1		6
		Brechmorhoga		2	1				4
	Calopterygidae	Hetaerina			2		2		4
	Coenagrionidae	Argia			1	7	2		
Gen indet						6			
Coleoptera	Elmidae	Gen indet		1					5
	Ptilodactylidae	Anchytarsus					1		7
Lepidoptera	Crambidae	Gen indet					1		5
Hemiptera	Belostomatidae	Belostoma			1				4
Gastropoda	Physidae	Gen indet	108	2	1	1		3	3
Decapoda	Pseudohelphusidae	Gen indet		1					5
Acari	Hidracarina	Gen indet						1	4
Turbellaria	Planariidae	Dugesia		1	6		1	1	5
Annelida	Hirundinea	Gen indet	8		9	9	2	5	3
	Oligochaeta	Gen indet	1	2			6		1
Abundancia total			339	47	203	127	18	81	
Total de taxas			6	10	14	8	4	11	
Valor Índice BMWP'CR por sitio			17	47	54	26	39	47	

Anexo 2

Resultados de análisis fisicoquímicos elaborados por Laboratorio Gaia

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Informe # RAR 190430-8

Fecha del informe: 14 de mayo del 2019.

Datos del ente generador

Razón Social: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
 Nombre: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
 Actividad: Monitoreo de calidad del agua.
 Localización: San Isidro, San Isidro, Heredia.

Datos del muestreo

Fecha: 30 de abril del 2019.
 Lugar de muestreo: Agua recolectada del río Tibas arriba.
 Identificación de la sustancia muestreada: MAR 190430-8. Agua superficial.
 Tipo de muestreo: Simple*.
 Encargado: Laboratorio Gaia (Técnico: Juan Carlos Álvarez Carvajal).
 Condiciones ambientales: Lluvia.
 Situación especial: Funcionamiento normal.
 Hora: 10:40.

Tabla 2. Resultados

Parámetro	Valor ¹	Método de análisis
Potencial de hidrógeno*, pH	7,0 ± 0,5	4500 -H ⁺ B
Sólidos suspendidos totales*, mg/L	14,5 ± 0,3	2540 D
Sólidos sedimentables*, mL/(L·h)	Menor a 0,1	2540 F
Aceites y grasas, mg/L	Menor a 2	5520 B
Demanda química de oxígeno*, DQO, mg/L	12 ± 1	5220 D
Demanda bioquímica de oxígeno*, DBO _{5,20} , mg/L	6,0 ± 0,3	5210 B
Sustancias activas al azul de metileno*, SAAM, mg/L	0,39 ± 0,03	5540 C
Temperatura*, °C	23 ± 2	2550 B
Amonio*, mg/L	0,12 ± 0,02	4500-NH ₃ F
Turbiedad*, UNT	0,50 ± 0,05	2130 B
Oxígeno disuelto, mg/L	4,7 ± 0,1	4500-O G
Color barrido espectral, % Pureza	Menor a 10	2120 D
Sólidos disueltos, mg/L	50 ± 1	2540 C
Sulfatos, mg/L	14 ± 5	4500 SO ₄
Fluoruros ³ , mg/L	Menor a 0,1	4500 F

Informe # RAR 190430-8

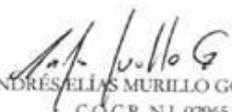
Referencias: Métodos de análisis: Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 23ND edition 2017. Muestreo: LAQA-Pc-16 Procedimiento de muestreo de aguas, agua residual y otros. Incertidumbre: LAQA-Pc-08 Procedimiento de cálculo de incertidumbre. Límites máximos: Decreto N°33601-MINAE-S Reglamento de Vertido y Reúso de Agua Residual.

Notas: Análisis realizados por Laboratorio Gaia en sus instalaciones. Permiso de funcionamiento del Ministerio de Salud: 0092-2019, vigencia 08/02/2019 - 08/02/2024. Análisis de potencial de hidrógeno y temperatura realizados en el lugar de muestreo.

Fecha de ejecución de análisis: Inicio: 30/04/2019 Final: 14/05/2019

***Ensayo acreditado, ver alcance en www.eca.or.cr.** ¹ Léase Valor \pm incertidumbre (Calculada con un factor de cobertura K=2, para un 95 por ciento de confianza). ² Análisis realizados por el laboratorio AQYLA S.A. bajo el informe 06052019.2

El informe de resultados de ensayo no es válido sin la firma y sello del regente químico. Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe.


ANDRÉS ELÍAS MURILLO GONZÁLEZ
C.Q.C.R. N.I. 02965



— Última Línea —

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Informe # RAR 190430-7

Fecha del informe: 14 de mayo del 2019.

Datos del ente generador

Razón Social: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
 Nombre: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
 Actividad: Monitoreo de calidad del agua
 Localización: San Isidro, San Isidro, Heredia.

Datos del muestreo

Fecha: 30 de abril del 2019.
 Lugar de muestreo: Agua recolectada del río Tranqueras abajo.
 Identificación de la sustancia muestreada: MAR 190430-7. Agua superficial.
 Tipo de muestreo: Simple*.
 Encargado: Laboratorio Gaia (Técnico: Juan Carlos Álvarez Carvajal).
 Condiciones ambientales: Lluvia.
 Situación especial: Funcionamiento normal.
 Hora: 10:20.

Tabla 2. Resultados

Parámetro	Valor ¹	Método de análisis
Potencial de hidrógeno*, pH	7,0 ± 0,5	4500 -H ⁺ B
Sólidos suspendidos totales*, mg/L	Menor a 5	2540 D
Sólidos sedimentables*, mL/(L·h)	Menor a 0,1	2540 F
Aceites y grasas, mg/L	Menor a 2	5520 B
Demanda química de oxígeno*, DQO, mg/L	10 ± 1	5220 D
Demanda bioquímica de oxígeno*, DBO _{5,20} , mg/L	Menor a 5	5210 B
Sustancias activas al azul de metileno*, SAAM, mg/L	0,34 ± 0,03	5540 C
Temperatura*, °C	23 ± 2	2550 B
Amonio*, mg/L	1,7 ± 0,1	4500-NH ₃ F
Turbiedad*, UNT	3,50 ± 0,05	2130 B
Oxígeno disuelto, mg/L	5,7 ± 0,1	4500-O G
Color barrido espectral, % Pureza	Menor a 10	2120 D
Sólidos disueltos, mg/L	150 ± 1	2540 C
Sulfatos, mg/L	22 ± 7	4500 SO ₄
Fluoruros ³ , mg/L	Menor a 0.1	4500 F

Informe # RAR 190430-7

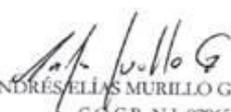
Referencias: Métodos de análisis: Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 23ND edition 2017. Muestreo: LAQA-Pc-16 Procedimiento de muestreo de aguas, agua residual y otros. Incertidumbre: LAQA-Pc-08 Procedimiento de cálculo de incertidumbre. Límites máximos: Decreto N°33601-MINAE-S Reglamento de Vertido y Reúso de Agua Residual.

Notas: Análisis realizados por Laboratorio Gaia en sus instalaciones. Permiso de funcionamiento del Ministerio de Salud: 0092-2019, vigencia 08/02/2019 - 08/02/2024. Análisis de potencial de hidrógeno y temperatura realizados en el lugar de muestreo.

Fecha de ejecución de análisis: Inicio: 30/04/2019 Final: 14/04/2019

***Ensayo acreditado, ver alcance en www.eca.or.cr.** ¹ Léase Valor \pm incertidumbre (Calculada con un factor de cobertura $K=2$, para un 95 por ciento de confianza). ² Análisis realizados por el laboratorio AQYLA S.A. bajo el informe 06052019.1.

El informe de resultados de ensayo no es válido sin la firma y sello del regente químico. Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe.


ANDRÉS ELÍAS MURILLO GONZÁLEZ
C.C.C.R. N.I. 02965



– Última Línea –

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Informe # RAR 190430-6

Fecha del informe: 14 de mayo del 2019.

Datos del ente generador

Razón Social: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
 Nombre: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
 Actividad: Monitoreo de calidad del agua.
 Localización: San Isidro, San Isidro, Heredia.

Datos del muestreo

Fecha: 30 de abril del 2019.
 Lugar de muestreo: Agua recolectada del río Tibas abajo.
 Identificación de la sustancia muestreada: MAR 190430-6. Agua superficial.
 Tipo de muestreo: Simple*.
 Encargado: Laboratorio Gaia (Técnico: Juan Carlos Álvarez Carvajal).
 Condiciones ambientales: Lluvia.
 Situación especial: Funcionamiento normal.
 Hora: 10:00.

Tabla 2. Resultados

Parámetro	Valor ¹	Método de análisis
Potencial de hidrógeno*, pH	7,0 ± 0,5	4500 -H ⁺ B
Sólidos suspendidos totales*, mg/L	9,4 ± 0,2	2540 D
Sólidos sedimentables*, mL/(L·h)	Menor a 0,1	2540 F
Aceites y grasas, mg/L	Menor a 2	5520 B
Demanda química de oxígeno*, DQO, mg/L	13 ± 1	5220 D
Demanda bioquímica de oxígeno*, DBO _{5,20} , mg/L	6,8 ± 0,3	5210 B
Sustancias activas al azul de metileno*, SAAM, mg/L	Menor a 0,2	5540 C
Temperatura*, °C	23 ± 2	2550 B
Amonio*, mg/L	0,68 ± 0,03	4500-NH ₃ F
Turbiedad*, UNT	1,40 ± 0,05	2130 B
Oxígeno disuelto, mg/L	3,3 ± 0,1	4500-O G
Color barrido espectral, % Pureza	Menor a 10	2120 D
Sólidos disueltos, mg/L	70 ± 1	2540 C
Sulfatos, mg/L	18 ± 8	4500 SO ₄
Fluoruros ³ , mg/L	Menor a 0,1	4500 F

Informe # RAR 190430-6

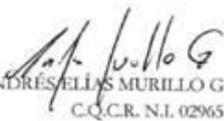
Referencias: Métodos de análisis: Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 23ND edition 2017. Muestreo: LAQA-Pc-16 Procedimiento de muestreo de aguas, agua residual y otros. Incertidumbre: LAQA-Pc-08 Procedimiento de cálculo de incertidumbre. Límites máximos: Decreto N°33601-MINAE-S Reglamento de Vertido y Reúso de Agua Residual.

Notas: Análisis realizados por Laboratorio Gaia en sus instalaciones. Permiso de funcionamiento del Ministerio de Salud: 0092-2019, vigencia 08/02/2019 - 08/02/2024. Análisis de potencial de hidrógeno y temperatura realizados en el lugar de muestreo.

Fecha de ejecución de análisis: Inicio: 30/04/2019 Final: 14/05/2019

***Ensayo acreditado, ver alcance en www.eca.or.cr.** ¹ Léase Valor \pm incertidumbre (Calculada con un factor de cobertura $K=2$, para un 95 por ciento de confianza). ² Análisis realizados por el laboratorio AQYLA S.A. bajo el informe 06052019.2

El informe de resultados de ensayo no es válido sin la firma y sello del regente químico. Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe.


ANDRÉS MURILLO GONZÁLEZ
C.C.C.R. N.I. 02965



- Última Línea -

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Informe # RAR 190430-5

Fecha del informe: 14 de mayo del 2019.

Datos del ente generador

Razón Social: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
Nombre: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
Actividad: Monitoreo de calidad del agua.
Localización: San Isidro, San Isidro, Heredia.

Datos del muestreo

Fecha: 30 de abril del 2019.
Lugar de muestreo: Agua recolectada del río Tranqueras medio.
Identificación de la sustancia muestreada: MAR 190430-5. Agua superficial.
Tipo de muestreo: Simple*.
Encargado: Laboratorio Gaia (Técnico: Juan Carlos Álvarez Carvajal).
Condiciones ambientales: Lluvia.
Situación especial: Funcionamiento normal.
Hora: 9:45.

Tabla 2. Resultados

Parámetro	Valor ¹	Método de análisis
Potencial de hidrógeno*, pH	6,7 ± 0,5	4500 -H ⁺ B
Sólidos suspendidos totales*, mg/L	5,4 ± 0,1	2540 D
Sólidos sedimentables*, mL/(L·h)	Menor a 0,1	2540 F
Aceites y grasas, mg/L	Menor a 2	5520 B
Demanda química de oxígeno*, DQO, mg/L	16 ± 1	5220 D
Demanda bioquímica de oxígeno*, DBO _{5,20} , mg/L	8,0 ± 0,3	5210 B
Sustancias activas al azul de metileno*, SAAM, mg/L	Menor a 0,2	5540 C
Temperatura*, °C	21 ± 2	2550 B
Amonio*, mg/L	Menor a 0,02	4500-NH ₃ F
Turbiedad*, UNT	2,60 ± 0,05	2130 B
Oxígeno disuelto, mg/L	5,5 ± 0,1	4500-O G
Color barrido espectral, % Pureza	Menor a 10	2120 D
Sólidos disueltos, mg/L	70 ± 1	2540 C
Sulfatos, mg/L	17 ± 8	4500 SO ₄
Fluoruros ³ , mg/L	Menor a 0,1	4500 F

Informe # RAR 190430-5

Referencias: Métodos de análisis: Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 23ND edition 2017. Muestreo: LAQA-Pc-16 Procedimiento de muestreo de aguas, agua residual y otros. Incertidumbre: LAQA-Pc-08 Procedimiento de cálculo de incertidumbre. Límites máximos: Decreto N°33601-MINAE-S Reglamento de Vertido y Reúso de Agua Residual.

Notas: Análisis realizados por Laboratorio Gaia en sus instalaciones. Permiso de funcionamiento del Ministerio de Salud: 0092-2019, vigencia 08/02/2019 - 08/02/2024. Análisis de potencial de hidrógeno y temperatura realizados en el lugar de muestreo.

Fecha de ejecución de análisis: Inicio: 30/04/2019 Final: 14/05/2019

***Ensayo acreditado, ver alcance en www.eca.or.cr.** ¹ Léase Valor \pm incertidumbre (Calculada con un factor de cobertura $K=2$, para un 95 por ciento de confianza). ² Análisis realizados por el laboratorio AQYLA S.A. bajo el informe 06052019.1

El informe de resultados de ensayo no es válido sin la firma y sello del regente químico. Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe.


ANDRÉS MURILLO GONZÁLEZ
C.Q.C.R. N.I. 02965



- Última Línea -

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Informe # RAR 190430-4

Fecha del informe: 14 de mayo del 2019.

Datos del ente generador

Razón Social: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
Nombre: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
Actividad: Monitoreo de calidad del agua.
Localización: San Isidro, San Isidro, Heredia.

Datos del muestreo

Fecha: 30 de abril del 2019.
Lugar de muestreo: Agua recolectada del río Parasito abajo.
Identificación de la sustancia muestreada: MAR 190430-4. Agua superficial.
Tipo de muestreo: Simple*.
Encargado: Laboratorio Gaia (Técnico: Juan Carlos Álvarez Carvajal).
Condiciones ambientales: Lluvia.
Situación especial: Funcionamiento normal.
Hora: 9:27.

Tabla 2. Resultados

Parámetro	Valor ¹	Método de análisis
Potencial de hidrógeno*, pH	6,9 ± 0,5	4500 -H ⁺ B
Sólidos suspendidos totales*, mg/L	Menor a 5	2540 D
Sólidos sedimentables*, mL/(L·h)	Menor a 0,1	2540 F
Aceites y grasas, mg/L	Menor a 2	5520 B
Demanda química de oxígeno*, DQO, mg/L	19 ± 1	5220 D
Demanda bioquímica de oxígeno*, DBO _{5,20} , mg/L	9,4 ± 0,3	5210 B
Sustancias activas al azul de metileno*, SAAM, mg/L	0,31 ± 0,03	5540 C
Temperatura*, °C	20 ± 2	2550 B
Amonio*, mg/L	Menor a 0,02	4500-NH ₃ F
Turbiedad*, UNT	1,40 ± 0,05	2130 B
Oxígeno disuelto, mg/L	6,2 ± 0,1	4500-O G
Color barrido espectral, % Pureza	Menor a 10	2120 D
Sólidos disueltos, mg/L	70 ± 1	2540 C
Sulfatos, mg/L	6 ± 2	4500 SO ₄
Fluoruros ³ , mg/L	Menor a 0,10	4500 F

Informe # RAR 190430-4

Referencias: Métodos de análisis: Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 23ND edition 2017. Muestreo: LAQA-Pc-16 Procedimiento de muestreo de aguas, agua residual y otros. Incertidumbre: LAQA-Pc-08 Procedimiento de cálculo de incertidumbre. Límites máximos: Decreto N°33601-MINAE-S Reglamento de Vertido y Reúso de Agua Residual.

Notas: Análisis realizados por Laboratorio Gaia en sus instalaciones. Permiso de funcionamiento del Ministerio de Salud: 0092-2019, vigencia 08/02/2019 - 08/02/2024. Análisis de potencial de hidrógeno y temperatura realizados en el lugar de muestreo.

Fecha de ejecución de análisis: Inicio: 30/04/2019 Final: 14/05/2019

***Ensayo acreditado, ver alcance en www.eca.or.cr.** ¹ Léase Valor \pm incertidumbre (Calculada con un factor de cobertura $K=2$, para un 95 por ciento de confianza). ² Análisis realizados por el laboratorio AQYLA S.A. bajo el informe 06052019.

El informe de resultados de ensayo no es válido sin la firma y sello del regente químico. Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe.


ANDRÉS ELLIS MURILLO GONZÁLEZ
C.C.R. N.I. 02965



– Última Línea –

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Informe # RAR 190430-3

Fecha del informe: 14 de mayo del 2019.

Datos del ente generador

Razón Social: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
 Nombre: Municipalidad de San Isidro de Heredia.
 Actividad: Monitoreo de calidad del agua.
 Localización: San Isidro, San Isidro, Heredia.

Datos del muestreo

Fecha: 30 de abril del 2019.
 Lugar de muestreo: Agua recolectada del río Parasito medio.
 Identificación de la sustancia muestreada: MAR 190430-3. Agua superficial.
 Tipo de muestreo: Simple*.
 Encargado: Laboratorio Gaia (Técnico: Juan Carlos Álvarez Carvajal).
 Condiciones ambientales: Lluvia.
 Situación especial: Funcionamiento normal.
 Hora: 9:10.

Tabla 2. Resultados

Parámetro	Valor ¹	Método de análisis
Potencial de hidrógeno*, pH	5,9 ± 0,4	4500 -H ⁺ B
Sólidos suspendidos totales*, mg/L	11,3 ± 0,2	2540 D
Sólidos sedimentables*, mL/(L·h)	Menor a 0,1	2540 F
Aceites y grasas, mg/L	4 ± 2	5520 B
Demanda química de oxígeno*, DQO, mg/L	25 ± 1	5220 D
Demanda bioquímica de oxígeno*, DBO _{5,20} , mg/L	10,2 ± 0,4	5210 B
Sustancias activas al azul de metileno*, SAAM, mg/L	Menor a 0,2	5540 C
Temperatura*, °C	21 ± 2	2550 B
Amonio*, mg/L	0,06 ± 0,02	4500-NH ₃ F
Turbiedad*, UNT	3,10 ± 0,05	2130 B
Oxígeno disuelto, mg/L	4,6 ± 0,1	4500-O G
Color barrido espectral, % Pureza	Menor a 10	2120 D
Sólidos disueltos, mg/L	70 ± 1	2540 C
Sulfatos, mg/L	13 ± 5	4500 SO ₄
Fluoruros ³ , mg/L	Menor a 0,10	4500 F

Informe # RAR 190430-3

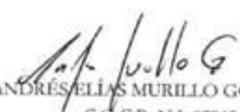
Referencias: Métodos de análisis: Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 23ND edition 2017. Muestreo: LAQA-Pc-16 Procedimiento de muestreo de aguas, agua residual y otros. Incertidumbre: LAQA-Pc-08 Procedimiento de cálculo de incertidumbre. Límites máximos: Decreto N°33601-MINAE-S Reglamento de Vertido y Reúso de Agua Residual.

Notas: Análisis realizados por Laboratorio Gaia en sus instalaciones. Permiso de funcionamiento del Ministerio de Salud: 0092-2019, vigencia 08/02/2019 - 08/02/2024. Análisis de potencial de hidrógeno y temperatura realizados en el lugar de muestreo.

Fecha de ejecución de análisis: Inicio: 30/04/2019 Final: 14/05/2019

***Ensayo acreditado, ver alcance en www.eca.or.cr.** ¹ Léase Valor \pm incertidumbre (Calculada con un factor de cobertura K=2, para un 95 por ciento de confianza). ² Análisis realizados por el laboratorio AQYLA S.A. bajo el informe 06052019.

El informe de resultados de ensayo no es válido sin la firma y sello del regente químico. Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe.


ANDRÉS ELÍAS MURILLO GONZÁLEZ
C.Q.C.R. N.I. 02965



— Última Línea —