



Conclusiones del Estudio “Calidad y Disponibilidad de los Recursos Hídricos en la Subcuenca del Río Viejo”

Aportes para Lograr un Estado Ambientalmente Equilibrado en Beneficio a la Población

Katherine Vammen

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, CIRA/UNAN-Managua.
kvammen@cira-unan.edu.ni

Recibido: 21 de octubre 2012 / Aceptado: 4 de diciembre 2012.

RESUMEN

La subcuenca del Río Viejo tiene importancia estratégica para Nicaragua y Centroamérica debido a su ubicación en la zona alta de la Cuenca 69, la cuenca de los grandes lagos Nicaragüenses y el Río San Juan. Esta cuenca es el segundo más grande de Centroamérica lo cual refleja la importancia en aportar a conocimientos destinados a introducir medidas para su protección y restauración. El estudio, “Calidad y Disponibilidad de los Recursos Hídricos en la Subcuenca del Río Viejo” del Centro para la Investigación en los Recursos Acuáticos de Nicaragua de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua) es un ejemplo de una investigación que ha sido realizada por un equipo multidisciplinario de investigadores lo cual es fundamental para los estudios sobre los recursos hídricos por la complejidad de su dinámica. El estudio provee información orientada a mejorar la calidad de vida de la población en la subcuenca del Río Viejo con vista al potencial hídrica y la calidad del agua accesible para los diferentes usos como consumo, recreación, industria, hidroeléctrica y en actividades agropecuarias. El diagnóstico abarca las características climáticas, hidrológicas, hidrogeológicas, microbiológicas, físicoquímicas y biodiversidad biológica llevado a cabo por diferentes expertos que trabajaron en equipo y que aportaron elementos para la evaluación de la calidad de agua del río, las aguas subterráneas y el potencial hídrica en la subcuenca. Los resultados revelan una serie de conclusiones que aportan información científica para desarrollar una estrategia integral institucional en la gestión para lograr la restauración y protección de los recursos de agua en la subcuenca que garantizan beneficios económicos y sociales para la población y la conservación del ecosistema dirigida a alcanzar un estado más ambientalmente equilibrado. La información permitió establecer recomendaciones para convertir el uso actual del agua a usos potenciales que más concuerdan con las características del sistema hídrico del Río Viejo y al mismo tiempo benefician la población. La información generada por el estudio está orientada y servirá como base para desarrollar una estrategia integral institucional en la gestión integrada de la subcuenca del Río Viejo por la Autoridad Nacional de Agua (ANA), el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) y los municipios que comparten la subcuenca.

Palabras Claves: diagnósticos de los recursos hídricos, estrategia integral institucional de la subcuenca, producción hídrica, calidad de agua, uso potencial de agua.

INTRODUCCIÓN

La subcuenca del Río Viejo tiene importancia estratégica para Nicaragua y Centroamérica porque se ubica en la **zona alta** de la Cuenca 69, la cuenca de los grandes lagos Nicaragüenses y el Río San Juan. El hecho que la cuenca es la segunda más grande de Centroamérica y la más poblada de Nicaragua refleja la importancia en aportar conocimientos destinados a introducir medidas para su protección y restauración.

El estudio sobre la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos en la subcuenca del Río Viejo de 2010 a 2011 fue orientado a generar información multidisciplinaria para ser utilizado en desarrollar una estrategia para la subcuenca que garantiza un estado ambientalmente equilibrado en beneficio a la población (Philip J. Boon & Catherine M. Pringle, 2009) y para buscar el camino hacia el mejor uso del agua que conserva su calidad.

La conservación de un sistema hídrico implica no solamente el control de fuentes puntuales de contaminación por aguas municipales, domésticos y industriales, sino también la regulación de fuentes difusas, como procesos de erosión, causados por cambio de uso de suelo que aumenta la escorrentía en la cuenca, y el mantenimiento del caudal natural en todos los tributarios del sistema del río (J.A.Thornton, W.Rast, M.M. Holland, G.Jolankai & S.O.Ryding, 1999). Estos procesos de regulación se pueden lograr por medio de la gestión integral de la cuenca y el control del uso del agua superficial y la extracción de aguas subterráneas.

Un requisito fundamental para desarrollar estrategias en la cuenca orientadas a la conservación y protección de un sistema hídrica es la realización

de un diagnóstico sobre la calidad y disponibilidad de agua en la cuenca.

La contaminación difusa en una cuenca vincula todas las actividades antropogénicas existentes con diferentes factores del medio físico-natural como tipo de suelo, condiciones meteorológicas, estructura geomorfológica, patrones de uso de suelo, si existen prácticas de manejo de la tierra y desde luego los factores demográficos específicos de la cuenca. Los resultados de un diagnóstico en la cuenca pueden aportar información para tomar decisiones sobre el uso potencial de los recursos hídricos y los pasos necesarios para introducir medidas para convertir el uso actual al uso potencial.

Es por eso que se definió el objetivo general de este estudio como “Determinar la calidad y disponibilidad de las aguas de la subcuenca del Río Viejo, como aporte de información científico-técnica para el desarrollo de estrategias de protección, conservación y aprovechamiento sostenible, como parte del proceso de gestión local de los recursos hídricos.” (CIRA/UNAN, 2012)

Efectivamente, el estudio multidisciplinario del CIRA/UNAN logra un avance en la comprensión de los procesos físicos, químicos, biológicos y potencial hídrica en la subcuenca. Además, genera conocimientos claves para tomar decisiones sobre la gestión integrada de los Recursos Hídricos en la subcuenca del Río Viejo que tiene gran importancia para toda la cuenca 69. Este estudio aporta información que se han visto en los resultados contenidos en artículos anteriores de esta revista:

- Medio físico-natural y potencial hídrico de las microcuencas. (Flores, 2012)
- Estado físico-químico relacionado a la calidad de agua y la presencia de contaminantes. (Flores, 2012)
- Indicadores biológicos de calidad de las aguas superficiales de la subcuenca del Río Viejo utilizando Fitobentos (Hernández, 2012)
- Contaminación microbiológica - si existe impactos por fecalismo. Calidad microbiológica y sanitaria. (Chacón, 2012)

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basó en la investigación multidisciplinaria que consistía en la evaluación del medio físico-natural y potencial hídrico, el estado físico-químico relacionado a la calidad de agua, la biodiversidad de dos componentes biológicos como macrozoobentos y fitobentos para evaluar si las tensiones ambientales causadas por el uso han tenido impactos en el ecosistema, la presencia de contaminantes orgánicos e inorgánicos y la contaminación biológica o sea si existe impactos por fecalismo (Calidad microbiológica y sanitaria).

Estos estudios aportan elementos para la evaluación de la calidad de agua del río y aguas subterráneas y para determinar el potencial hídrico en la subcuenca. Para los métodos específicos usados en cada estudio se remite a los artículos anteriores en la revista presente.

Se dividió la cuenca en tres partes según características similares (físico-natural y antropológica) en la parte alta, media y baja. (ver figura 1).

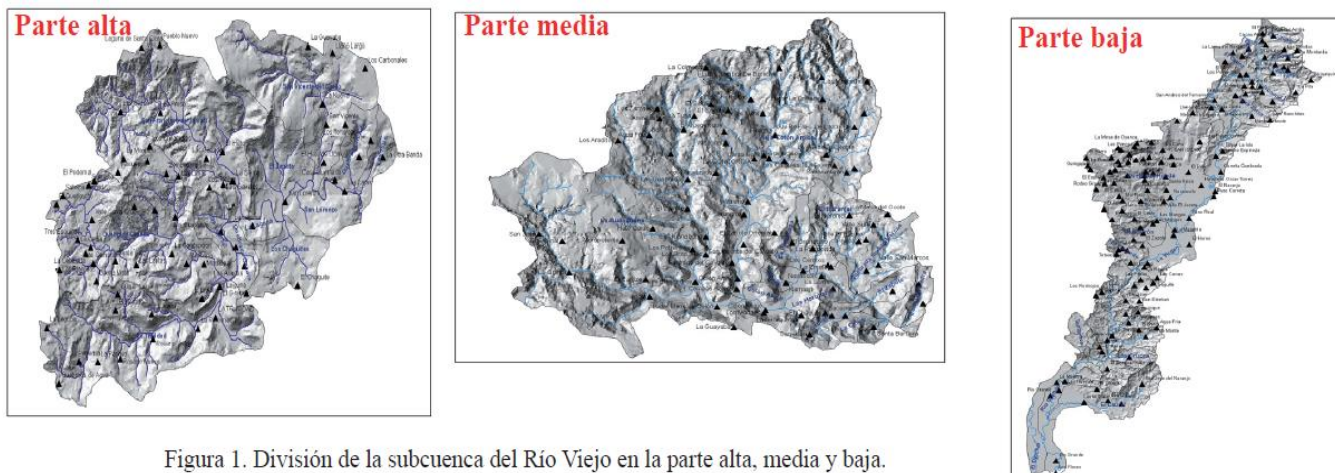


Figura 1. División de la subcuenca del Río Viejo en la parte alta, media y baja.



Considerando como base los resultados de la diagnóstica de cada sub estudio, el equipo multidisciplinario de expertos interrelacionaron los resultados de sus estudios individuales con el fin de identificar las características principales y los problemas críticos en cada punto de muestreo en la parte alta, media y baja para las **aguas superficiales, aguas subterráneas** y la **producción hídrica**. Para contribuir una propuesta de abordaje al estado encontrado en la subcuenca en el estudio, se desarrolló en matrices posibles soluciones y medidas de intervención para cada punto de muestreo en correspondencia con los problemas críticos identificados. Luego se resumió la información de las matrices detalladas por la parte alta, media y baja.

Tomando en cuenta los usos actuales, los resultados del estudio y los problemas críticos identificados, el equipo multidisciplinaria elaboró una propuesta de usos potenciales de los recursos hídricos que beneficiarían la población de la subcuenca en aspectos ambientales, sociales y económicos que significarían una mejora en su calidad de vida y la protección del sistema hídrico y su ecosistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta las conclusiones principales del diagnóstico de los recursos hídricos del estudio:

- La **Producción Hídrica** en la parte alta de la subcuenca del Río Viejo es alta hasta mediana y por lo tanto las medidas de protección y reforestación tienen alta prioridad.
-
- El denominador común de todas las microcuencas es la **deforestación**. El terreno con pendientes inclinadas y el **predominio de la escorrentía sobre la recarga** evidencia el deterioro ambiental.
-
- Debido a las prácticas de uso de agua de manera ecológicamente insostenible (cambios inadecuados en uso de suelo), la escorrentía prevalece sobre la recarga, lo que provoca que **los caudales bases no se mantienen en época seca**.
- Se determinaron **áreas mineralizadas**, especialmente en la zona baja, por lo que debe

enfocarse el estudio en la realización de la geología a detalle, con el fin de zonificar los sitios de fuentes de agua sin riesgo de metales pesados naturales.

- La **parte media** presenta una situación delicada, es la **zona más seca** y con formaciones geológicas más compactas, por lo que la protección de suelo vía reforestación debe ser una prioridad.
- Los impactos más destacados encontrados en este estudio: 1) La **contaminación microbiológica por fecalismo (humano y ganado)** en el río y en las aguas subterráneas que han convertido la calidad de agua a un factor de riesgo para el consumo y la recreación de la población y 2) la **sobreexplotación del agua superficial en el uso de agua para riego**.
- **La Calidad de agua en la cuenca alta es buena** y por lo tanto es esencial reforzar y establecer **zonas específicas de protección**.
- Se detectó una clara **pérdida en calidad biológica** en la cuenca media y baja debido a contaminación y falta de caudales bases.
- La **calidad del agua** en la gran mayoría de las fuentes superficiales y subterráneas estudiadas es **apta para el riego**.
- Se encontraron concentraciones de **nutrientes en el río** que indican aportes permanentes de fósforo y nitrógeno **procedentes de fuentes puntuales** en la parte alta en Santa Rosa y Nacascolo, en la parte media en La Trinidad-Casco Urbano y La Trinidad-Las Lajas y así en la parte baja en el Río Grande (MELONICSA).

- Las **heces del ganado y el escurrimiento desde suelos fertilizados** cercanos a los ríos y **las aguas grises de las áreas urbanas** figuran como los **principales aportes de nutrientes**.

Los resultados de las matrices de **problemas críticos con sus propuestas de soluciones y medidas de intervención** desarrolladas por el equipo multidisciplinario para **aguas superficiales** del río y **las aguas subterráneas** se presentan resumidos para toda la subcuenca en la Tabla 1.



Necesidades de soluciones y medidas de intervención en la subcuenca del río Viejo basado en los diagnósticos y problemas críticos identificadas	
<i>Aguas superficiales</i>	Regular el volumen de agua para irrigación e introducir sistemas de tratamiento de aguas de retorno de riego.
	Promover buenas prácticas agrícolas de uso de plaguicidas.
	Trabajar en planes para mejorar la disposición de desechos sólidos y líquidos.
	Educación ambiental y introducción de actividades de la población dirigida a la protección de pozos y calidad de agua del río.
	Introducir zonas protegidas especialmente en la parte alta y protección de zonas de recarga en toda la subcuenca.
	Reordenar los centros urbanos (introducción de alcantarillado sanitario en la Trinidad).
	Declarar la parte alta como zona de reserva forestal.
	Diseñar planes de reforestación en zonas con potencial.
	Establecer zonas de protección hídrica en la zona riparia del río.
	Controlar el acceso del ganado a las fuentes de agua.
<i>Aguas subterráneas</i>	
<i>Manantiales</i>	Delimitar un área de protección de las pilas de captación.
	Mejorar los sistemas de captación.
	Establecer campañas de limpieza en las manantiales periódicamente.
	Implementar vigilancia permanente para evitar contaminación.
	Aplicar cloración al agua, hervir o uso de filtros para agua de consumo.
	Gestionar el enriquecimiento del agua con flúor en los manantiales con deficiencia del elemento en el agua.
<i>Pozos</i>	Realizar un inventario de pozos con recomendaciones para la protección de la calidad de agua que incluye la purga completa y posterior limpieza al menos una vez al año (en el caso de pozos excavados).
	Establecer áreas de protección de los pozos.
	Mejorar la infraestructura de protección y sello sanitario.
	Introducir campañas de limpieza del radio de protección, reubicar ganado y letrinas que se encuentra aguas arriba de los pozos.
	Adecuar un sistema de extracción.
	Gestionar tratamiento no convencional para disminuir la dureza y el hierro



	de las agua en los pozos con altas concentraciones.
	Gestionar el enriquecimiento de las aguas con flúor donde hay deficiencia del elemento en el agua.
	Reubicar lavaderos y baños alrededor de los pozos.
	Construir sistemas de tratamiento de aguas grises, y establecer un plan de monitoreo de calidad de agua que incluye físico-químico, microbiológico y metales pesados (arsénico y cadmio) en manantiales y pozos usados para el consumo del agua con prioridad en las escuelas.
	Reforestar zonas de recarga.
	Promover la educación y sensibilización ambiental que incluye medidas para protección de pozos y manantiales, la ubicación de letrinas y la importancia de la calidad de agua.
	Establecer un plan de monitoreo de calidad de agua que incluye físico-químico, microbiológico y metales pesado (arsénico y cadmio) en manantiales y pozos usados para el consumo del agua con prioridad en las escuelas.

Las medidas correctivas y de intervención en la subcuenca para promover **la producción hídrica**:

- 1) La zona alta presenta una alta productividad hídrica y merita atención especial en la introducción de planes de manejo para impedir la continuación del deterioro.
- 2) La explotación subterránea debe ser evaluada para cada zona o microzona de interés, para proyectar el uso sostenible.
- 3) Es importante establecer obras de captación o retención para aprovechar la escorrentía especialmente en zonas de baja permeabilidad de las rocas como se encuentra en la parte media.
- 4) Implementar obras de reforestación y manejo de suelos en toda la subcuenca para aumentar el volumen de recarga ya que en la actualidad es menor que la escorrentía.
- 5) La explotación subterránea debe ser evaluada para cada zona o microzona de interés para garantizar el uso sostenible.
- 6) La descarga subterránea en la subcuenca podría ser aprovechado en zonas donde los parámetros

hidrogeológicos sean favorables para la producción y merita estudios hidrogeológicos locales.

- 7) La parte media y baja de la subcuenca reflejan medianas a bajas condiciones para la recarga debido a la heterogeneidad de microambientes y microcuencas, usos de suelos y por lo tanto es importante tomar en cuenta en proyectos integrales de manejo y saneamiento.
- 8) Para obras de captación como pozos y uso de manantiales es importante ejecutar estudios hidrogeológicos a detalle para conocer el potencial hídrico y zona de recarga del área en consideración.
- 9) Es necesario realizar estudios geológicos a detalles para descartar áreas mineralizadas muy pronunciadas en la parte baja de la subcuenca.

La función universal de la gestión del agua es maximizar los beneficios sociales derivados del agua. En el desarrollo de una estrategia para la gestión integrada de las cuencas es necesario orientarse por el **uso potencial del sistema hídrico** en consideración. Actualmente la subcuenca del Río Viejo tiene *usos reales* que consisten en el aprovechamiento del caudal para la generación hidroeléctrica, su extracción para el riego de cultivos, el turismo en un grado muy bajo en la subcuenca, existen algunos zonas en la parte alta



donde la población toma el agua para su consumo directamente del río, uso doméstico por la población, como abrevadero para ganado, pesca de subsistencia y sirve como receptor de desechos líquidos y sólidos y residuos de plaguicidas.

Tomando en cuenta los resultados de este diagnóstico que muestra impactos fuertes que surgen de los mismos usos actuales es claro que no contribuyen a un uso sostenible que garantiza el mantenimiento de los recursos de agua en cantidad y calidad en el sistema hídrico del Río Viejo. La conservación del caudal del Río Viejo y la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en la cuenca requiere el establecimiento de una estrategia que corresponde con la determinación de los usos potenciales que sirven más bien como factores de desarrollo para la población de la subcuenca, la cuenca 69 y desde luego Nicaragua. La función universal de la gestión del agua es maximizar los beneficios sociales derivados del agua y la conservación del funcionamiento natural de los ecosistemas del cuerpo de agua.

El equipo multidisciplinario de CIRA/UNAN quien ha evaluado los impactos de los usos actuales en la subcuenca por medio del presente estudio, sugiere orientar los *usos potenciales* del sistema hídrico que incluyen los siguientes:

- Mantener los ecosistemas y biodiversidad del sistema del Río Viejo.
- Recreación para la población que requiere mejoras en las condiciones higiénico-sanitarias.
- Aprovechamiento racional para la generación hidroeléctrica.
- La pesca deportiva.
- El uso controlado y asignado para riego en la agricultura.
- Ecoturismo. (CIRA/UNAN, 2012).

Estos constituyen una primera propuesta que tiene que ser consultado, ampliado y modificado por los municipios, las instituciones, organizaciones no-gubernamentales, los comités de agua potable y saneamiento y organizaciones de la población en la subcuenca.

CONCLUSIONES

El estudio ha revelado que existe una degradación en la calidad de agua del sistema hídrico en la subcuenca del Río Viejo que podría afectar la calidad ambiental de toda la cuenca 69 y la población. La disponibilidad de las aguas superficiales y subterráneas ha sido afectada por sus diferentes usos como sobre explotación para el uso de riego y los cambios de usos de suelo dominado por la deforestación convertido a pastizales.

RECOMENDACIONES

Para mejorar la producción hídrica y la calidad de agua en la subcuenca es fundamental introducir una gestión integrada de la subcuenca que requiere la creación y aplicación de políticas y prácticas de intervención que involucra la aplicación de la información y los conocimientos generados en este diagnóstico que ha sido realizado para facilitar el desarrollo de una estrategia integral institucional de la subcuenca del Río Viejo.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo multidisciplinaria de investigadores de CIRA/UNAN, Msc. Thelma Salvatierra (Responsable operativa, indicadores biológicos, macroinvertebrados acuáticos), Yelba Flores (geología, hidrogeología, hidrología), Msc. Jorge Guatemala (balance hídrico), Msc. Valeria Delgado (hidrogeoquímica), Msc. Selvia Flores (calidad química del agua superficial) Lic. Carmen Chacón (calidad microbiológica y sanitaria), Lic. Helen Garcia (calidad microbiológica y sanitaria), Msc. Silvia Hernandez (indicadores biológicos, fitobentos), Msc. Ninoska Chow, (Fitoplancton y Fitobentos) y Lic. Rafael Varela (indicadores biológicos, macroinvertebrados acuáticos).

El Proyecto Integral de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Agua y Saneamiento (PIMCHAS) y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA)



BIBLIOGRAFÍA

CIRA/UNAN, C. p. (2012). *Informe Final. Estudio de Calidad y Disponibilidad de los Recursos Hídricos en la Subcuenca del Río Viejo*. Managua.

J.A.Thornton, W.Rast, M.M. Holland, G.Jolankai & S.O.Ryding. (1999). *Assessment and Control of Nonpoint Source Pollution of Aquatic Ecosystems, A Practical Approach*. Paris: The Parthenon Publishing Group.

Philip J. Boon & Catherine M. Pringle. (2009). *Assessing the Conservation Value of Fresh Waters, An International Perspective*. Cambridge: University Press.