
CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DE LA SUBCUENCA AGUACLARA – RÍO BOLO PARA FINES DE ABASTO DE AGUA



Yuliana Solarte González, Ing.

Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del
Ambiente
Universidad del Valle, Cali, Colombia
yulianasolarteg@gmail.com

Maricela Trejos Arroyave, Ing.

Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del
Ambiente
Universidad del Valle, Cali, Colombia
maritrea@yahoo.com

Hernán Materón Muñoz, M.Sc.

Profesor Titular
Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del
Ambiente
Universidad del Valle, Cali, Colombia
hmateron@univalle.edu.co

RESUMEN

Se establecieron criterios técnicos para optimizar el sistema de abastecimiento de agua del corregimiento de La Buitrera en el municipio de Palmira (Colombia). El análisis hidráulico se basó en modelar y simular las redes de conducción y distribución del acueducto empleando el programa de simulación EPANET. Para alcanzar los objetivos propuestos se incluyó la participación directa de la comunidad. Con base en los resultados obtenidos fue necesario realizar acciones correctivas y desarrollar estrategias para optimizar el funcionamiento del acueducto. Actualmente, el sistema presenta algunas deficiencias operativas, debido principalmente a la mala utilización del recurso hídrico, especialmente los fines de semana y en las temporadas de vacaciones debido al incremento de la población flotante. La metodología de trabajo se fundamentó en la caracterización biofísica y socioeconómica de la subcuenca del río

**Recibido: Agosto 2 2009 *Aceptado: Septiembre 4 2009*

Aguaclara. Para el desarrollo de la metodología se realizaron trabajos de campo y gabinete, éste último con el análisis de información preliminar existente y la evaluación hidráulica y operativa del acueducto.

PALABRAS CLAVES

Planeación de recursos hídricos, cuenca, modelación

ABSTRACT

Technical criteria for the optimized the system of water at the Buitrera county was established, Palmira municipality - Colombia. The hydraulic analysis based in the modelling and simulation of the nets of driving and distribution of the aqueduct employing EPANET program simulation. To achieve the aims proposed went important the direct participation of the community. With base in the results obtained expect actions and strategies that optimize the operation of the aqueduct. At present, the system has operative defaults, by the bad utilization of the resource, especially the ends of week and weekends seasons, by of the increase of the floating population. The biofisic and socioeconomic characterization of the sub-watershed at the Aguaclara river was characterized through work of field and the analysis of existent preliminary information, until the process of hydraulic analysis of the operation of the aqueduct.

KEYWORDS

Water resources planning, watershed, modelling

1. INTRODUCCIÓN

Internacionalmente Colombia es reconocido internacionalmente como uno de los países con mayor riqueza hídrica; sin embargo, la variabilidad de los eventos hidrológicos de condiciones extremas muy acentuadas, que inciden en los periodos de recurrencia, producen distribuciones desiguales del recurso, incrementando las dificultades en su manejo. Con el fin de mejorar los aspectos técnicos y administrativos, es necesario generar e implementar políticas de gestión integral del recurso hídrico.

En el departamento del Valle del Cauca la riqueza hídrica se observa las condiciones favorables para el almacenamiento del agua subterránea. Existen cuerpos de agua lénticos distribuidos en buena parte en la superficie y se presentan almacenamientos superficiales (humedales), producto de las precipitaciones altas y la ubicación estratégica del valle entre las cordilleras Central y Occidental. Colombia y especialmente el Valle del Cauca tienen la necesidad urgente de disponer información actualizada y confiable sobre la distribución regional y local de agua disponible, con el fin de precisar y ordenar las áreas con mayores peligros de desabastecimiento, y así adelantar acciones de planificación y regulación del uso del recurso.

En este estudio se caracterizó el recurso hídrico de la subcuenca del río Aguaclara y se analizó el comportamiento hidráulico del sistema de abastecimiento de agua del acueducto La Buitrera, para establecer políticas de planificación que contribuyan a mejorar la eficiencia del sistema y conservar la estructura físico-biótica de la subcuenca. El proceso se desarrolló mediante un trabajo conjunto entre usuarios e instituciones, que facilitó el análisis y valoración de los aspectos sociales, culturales, técnicos y administrativos.

2. METODOLOGÍA

El estudio realizado se desarrolló con base en la siguiente metodología: 1) Caracterización biofísica y socioeconómica de la subcuenca del río Aguaclara 2) Participación comunitaria y 3) Análisis y optimización de la red del acueducto La Buitrera.

Caracterización biofísica y socioeconómica de la subcuenca del río Aguaclara

Esta etapa se llevo a cabo a través del inventario detallado y la evaluación de los recursos naturales presentes en la subcuenca. La mayor parte de la información se obtuvo mediante una revisión bibliográfica de documentos temáticos, informes institucionales y registros climatológicos de la zona de estudio, realizados por diferentes entidades ambientales del Valle del Cauca. El análisis conjunto de estas variables permitió identificar los problemas existentes en la subcuenca y la construcción de un plan de mejoramiento que conlleve a la implementación de nuevas gestiones ambientales.

Participación comunitaria

Teniendo en cuenta las expectativas y necesidades de las comunidades asentadas en la subcuenca, se formuló una propuesta que planteó como filosofía la vinculación activa y directa de los actores sociales presentes en el territorio durante todas las fases del proceso. La idea fue generar una participación real, para convertir a los usuarios en protagonistas que apoyen con su vivencia ambiental acciones para el mejoramiento de la cuenca. El compromiso con su propio desarrollo permitió generar una cultura de planificación y uso sostenible de la misma de manera organizada (CVC, 2006). Estos espacios de participación se conjugaron con las actividades socioeconómicas de la comunidad a través de campañas de sensibilización ambiental, talleres participativos, foros comunales y encuestas, que permitieron obtener herramientas de planeación del recurso hídrico que conllevarán a mejorar su calidad de vida.

Análisis y optimización de la red del acueducto La Buitrera

Para plantear y analizar alternativas a los problemas encontrados en el sistema de abastecimiento de agua de La Buitrera, se implementó un modelo matemático para el análisis de redes de tuberías a presión (programa EPANET), con el fin de optimizar el funcionamiento hidráulico. La información necesaria para la simulación de la red incluyó información de los nodos, diámetros de tuberías, longitudes, cotas y nivel del agua. Los resultados encontrados permitieron evaluar alternativas de gestión del sistema de abastecimiento, encaminadas a la mejora de la operación de éste y el uso adecuado del recurso hídrico.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización biofísica de la subcuenca del río Aguaclara

La subcuenca del río Aguaclara hace parte de la cuenca hidrográfica del río Bolo; con una extensión de 11.141,50 ha, y se encuentra ubicada entre los municipios de Palmira, Pradera y Candelaria. El río Aguaclara, principal afluente de la subcuenca; tiene una longitud aproximada de 24 km. Se origina en las estribaciones de la cordillera Central y presenta una altitud que oscila entre los 2.800 y 1.050 msnm. Los parámetros hidroclimatológicos para el área de la subcuenca indican que la temperatura varía entre 16 y 24 °C, la precipitación

con régimen bimodal, con valor mínimo en el mes de agosto con 48 mm y el valor más alto en el mes de noviembre con 216 mm. La evaporación media mensual multianual registra 975 mm/año en la zona plana de la subcuenca (CVC, 2006).

El análisis de las características morfométricas indica que la subcuenca presenta una forma alargada, con un río principal relativamente largo con tendencia a drenar de forma eficiente. La densidad de drenaje refleja una eficiencia en la red influenciada por la topografía de la zona, la cual presenta una pendiente del 21,8%, señalando que el área de la subcuenca corresponde a un terreno inclinado con tendencia a incrementar la velocidad del agua. La cordillera Central en el área de la subcuenca se caracteriza por presentar un pequeño valle transversal (en sentido norte - sur), ubicado entre los 1.200 y 1.500 msnm en las poblaciones Cantacclaro, Aguaclara, La Buitrera y Nirvana. La zona plana del valle está compuesta geológicamente por sedimentos de relleno que incluyen principalmente abanicos aluviales antiguos y subrecientes (Secretaría de Salud, 2006).

Las principales formaciones geológicas en la subcuenca corresponden a depósitos coluviales o de vertiente (Qd), formación Vilela (Tpv), conos aluviales de los ríos Amaime (Qca1), Nima (Qca2) y Aguaclara (Qca3) y formación Amaime (Jka) (CVC, 2006).

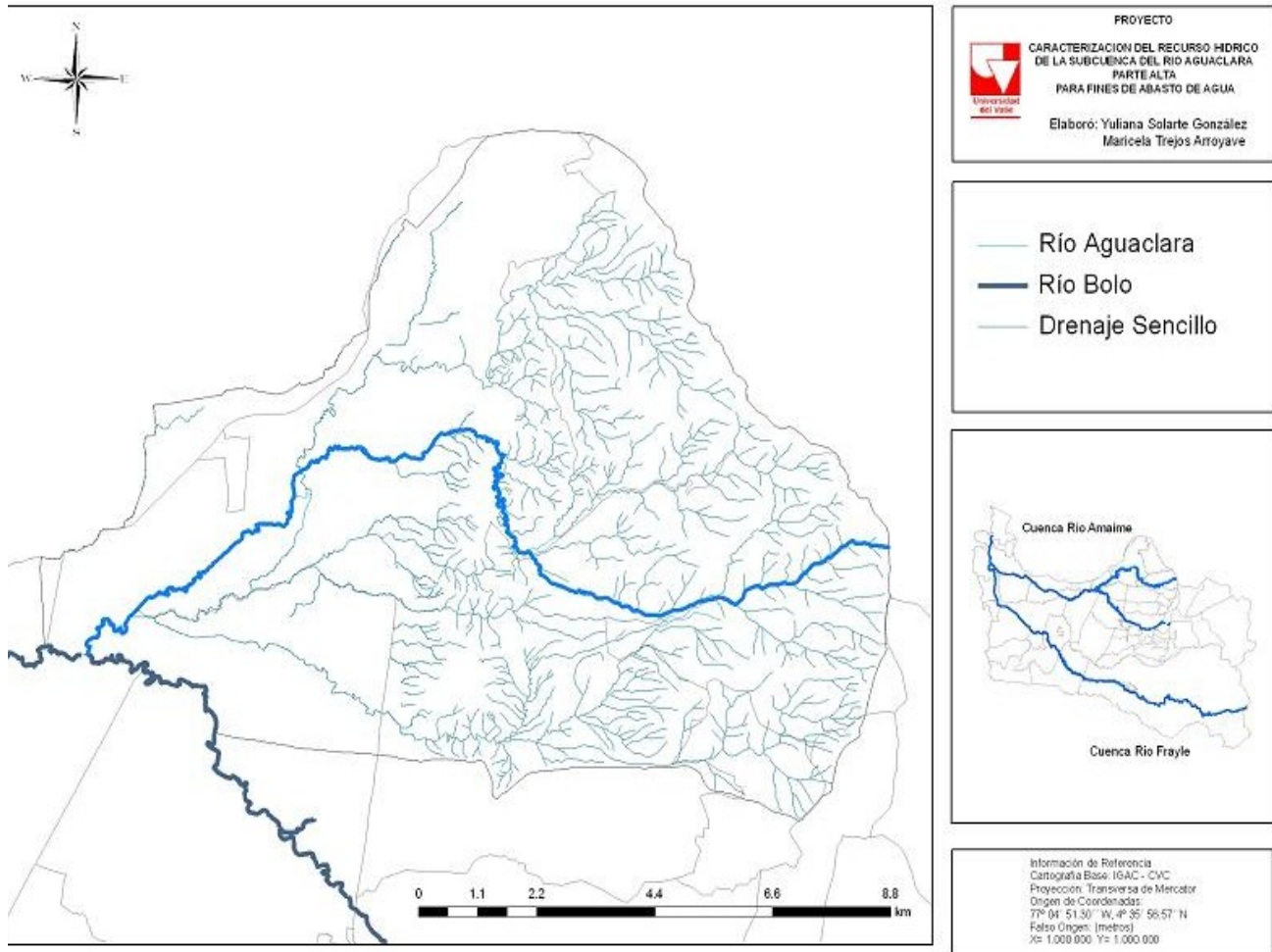
Sistema hídrico

El análisis del sistema hídrico de la subcuenca se orientó al estudio de las relaciones entre la demanda y la disponibilidad de agua dentro del área de influencia de ésta, y la alta potencialidad hídrica, reflejada en el eje hidrográfico principal del río Aguaclara y los diferentes afluentes.

Sistema hídrico superficial

El río Aguaclara se forma de la confluencia de río Bolo Azul y la quebrada Bolo y se caracteriza por su alta torrencialidad e intermitencia de caudales (CVC, 2001). Su aprovechamiento está reglamentado por resolución de la CVC. La Figura 1 muestra que la subcuenca del río Aguaclara posee un patrón de drenaje erosivo, sistema de drenaje subdendrítico, de corrientes superficiales con cauces de todo orden, presentando una generalidad tendiente al orden 4, según la clasificación de drenajes de Schumm.

Figura 1. Red de drenaje de la subcuenca del río Aguaclara



El agua del río Aguaclara se destina principalmente al riego y otras actividades pecuarias y de abastecimiento público en las diferentes poblaciones que integran la subcuenca.

Sistema hídrico subterráneo

La disponibilidad de agua subterránea en la subcuenca del río Aguaclara se refleja en los registros: 29 pozos son utilizados para riego y 3 para el abastecimiento público (CVC, 2001).

Sistema hídrico artificial

Con base en la distribución de usuarios contenida en la resolución reglamentaria del río Aguaclara se muestran

las derivaciones de la subcuenca, que se presentan en la Tabla 1.

Balance oferta - demanda hídrica

La relación de la oferta y la demanda de agua permite dimensionar la cantidad de agua disponible, los requerimientos hídricos de los usos existentes y las zonas de conflicto por déficit del recurso (CVC, 2006).

Con base en los estudios del cauce principal realizados por la CVC entre los años 2001 a 2007 para el área de influencia del río Aguaclara, esta se dividió en dos grandes zonas; zona productora desde el nacimiento del río Aguaclara hasta la línea de piedemonte (aproximadamente 1.100 msnm) y, zona consumidora, delimitada a partir de la línea del piedemonte y que tienen en cuenta la red de distribución de canales y predios que se abastecen de esta fuente.

Tabla 1. Formaciones artificiales de la subcuenca del río Aguaclara

Derivación	Concesión (lps)	Beneficiario
Acueducto La Buitrera	30,0	Junta Administradora del Acueducto La Buitrera
Acequia Flores Amarillas	317,0	93 usuarios para riego de jardines y caña en La Buitrera
Derivación 3.	5,0	3 usuarios de La Buitrera
Acequia Ayacucho	61,5	50 usuarios para fincas de recreo en La Buitrera
Acequia La María	9,7	10 usuarios entre ellos el Condominio Campestre La Acuarela
Acequia Gómez Sierra	113,9	18 usuarios entre ellos la Hacienda Aguaclara
Acequia Vásquez Cobo	71,20	Ingenio Central Castilla
Acequia La Comunidad	364,0	Caña de azúcar, jardines y cultivos menores

Fuente: CVC, (2006)

Para la estimación de la oferta se establecieron valores de precipitación media asociada a probabilidades de ocurrencia del 25%, 50%, 75% y 90%, para las zonas productora y consumidora, a fin de establecer escenarios que permitieran realizar una adecuada planificación espacio - temporal del recurso hídrico (CVC, 2006). La demanda se estimó teniendo en cuenta el uso actual y las exigencias por los usos agrícola, doméstico, industrial y ambiental de la subcuenca.

Demanda hídrica

Agrícola. Se estimó tomando coberturas de cultivos permanentes, semipermanentes, transitorios y pasto de corte, encontrándose que la mayor demanda se presenta en los meses de enero, julio y agosto, con valores superiores a 56 mm.

Doméstica. Se determinó cuantificando la cantidad de agua consumida por la población de los corregimientos asentados en la subcuenca. Esta demanda se evaluó con la información consignada en el informe balance oferta - demanda de agua, cuenca río Bolo (CVC, 2002), orientando los datos de éste a una proyección de

consumo para el año 2008 de las comunidades y poblaciones de la subcuenca. La dotación para la zona rural es de 170 l/día por habitante (RAS, 2000). En la Tabla 2 se relacionan los datos poblacionales y la demanda doméstica para todos los corregimientos de la subcuenca.

Tabla 2. Demanda doméstica de la subcuenca del río Aguaclara

Municipio	Corregimiento	Habitantes	Demanda (mm/mes)
PRADERA	Arenillo	270	0,66
	Bolo Hartonal	469	1,14
	La Carbonera	237	0,58
	La Ruiza	43	0,10
	Los Pinos	111	0,27
CANDELARIA	Madrevieja	313	0,76
PALMIRA	Aguaclara	624	1,52
	Barrancas	2.028	4,93
	Bolo La Italia	1.044	2,54
	La Buitrera	2.784	6,77
	La Zapata	245	0,60

Fuente: CVC, (2006)

Ambiental. Estimada a partir del caudal del río Aguaclara y la calidad de agua del mismo. Debido a que aún no se ha identificado un método científico para su estimación, se consideró un valor del 20% del caudal registrado en las diferentes estaciones de aforo en el cauce del río, durante cada mes del año. El análisis muestra que la mayor demanda hídrica se presenta en los meses de enero, julio y agosto.

Oferta hídrica

Precipitación. Se determinó por el método de isoyetas, encontrando que la menor precipitación se presenta en los meses de junio, julio y agosto, es decir, los meses de verano, cuando se incrementan las necesidades hídricas de los cultivos.

Caudal del río Aguaclara. Se obtuvo mediante la modelación hidrológica y se retroalimentó con la información de la estación Los Minchos, debido a que la subcuenca no se encuentra instrumentada con estaciones limnográficas. Se encontró que el menor caudal corresponde a los meses de febrero, agosto, septiembre y octubre (CVC, 2006).

Tabla 3. Balance oferta – demanda hídrica en la subcuenca del río Aguaclara

Mes	Oferta total (mm)	Demanda agrícola (mm)	Demanda doméstica (mm)	Demanda ambiental (mm)	Demanda industrial (mm)	Demanda total (mm)	Balance (mm)
Ene	40,9	0,0	0,8	8,2	6,5	15,5	25,4
Feb	30,2	0,0	0,7	6,0	6,0	12,7	17,4
Mar	39,4	0,0	0,8	7,7	5,7	14,2	24,1
Abr	43,7	0,0	0,8	8,7	5,8	15,3	28,3
May	48,4	0,0	0,9	9,7	4,7	15,3	33,1
Jun	38,0	15,3	0,8	7,6	5,4	29,1	8,9
Jul	36,4	126,9	0,9	7,3	6,3	141,4	-105,0
Ago	29,7	142,6	0,9	5,9	7,0	156,4	-126,0
Sep	28,8	0,0	0,8	5,7	5,7	12,2	16,6
Oct	34,9	0,0	0,9	7,0	5,5	13,4	21,6
Nov	45,5	0,0	0,8	8,7	4,7	14,2	29,3
Dic	45,7	0,0	0,9	9,1	5,7	15,7	30,1
Anual	38,3	284,7	10,0	91,8	69,2	455,7	3,3

Fuente: CVC (2006)

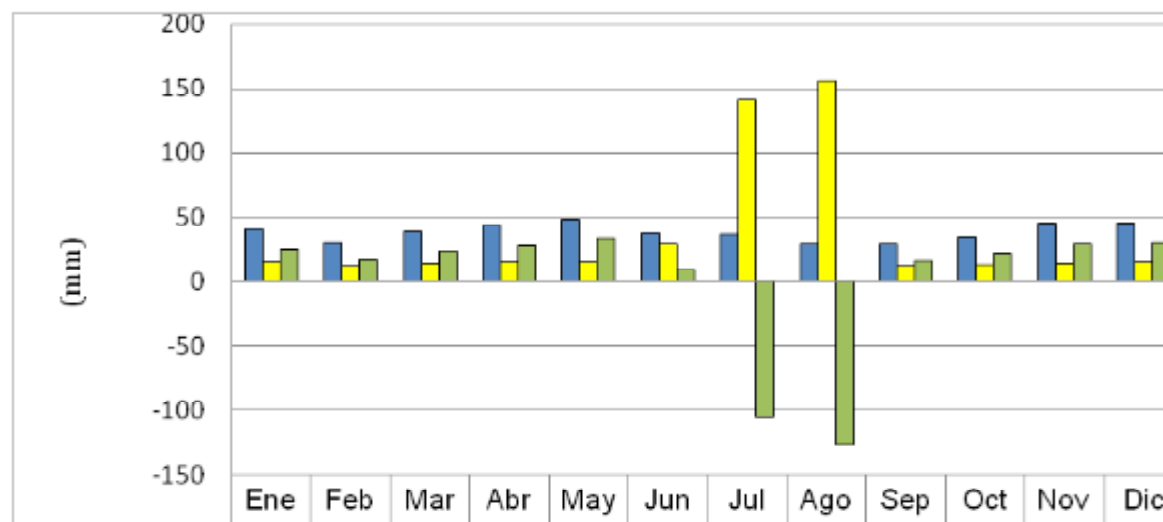


Figura 2. Balance oferta - demanda hídrica en la subcuenca del río Aguaclara

El balance oferta - demanda total en la subcuenca del río Aguaclara se obtuvo de la diferencia entre la oferta y la demanda total, Los resultados se presentan en la Tabla 3 y la Figura 2.

La subcuenca presentó déficit del recurso hídrico en los meses de julio y agosto, periodo en el cual, el caudal

ofrecido por el río Aguaclara no abastece la demanda requerida para las diferentes actividades y usos del agua, por lo que es necesario generar un plan de gestión, planificación y administración del recurso.

Caracterización socioeconómica de la subcuenca del río Aguaclara

El enfoque sistémico de la planificación de cuencas

hidrográficas se apoya en el análisis del componente social y en el diagnóstico de las condiciones de vida de las comunidades asentadas en ella, para lograr determinar los problemas ambientales producto de la presión antrópica y las potencialidades de organización comunitaria (CVC, 2006). Se obtuvo información socioeconómica a partir de encuestas realizadas en diferentes zonas y se complementó con los resultados del estudio “Diagnóstico integral participativo de fuentes hídricas con influencia en acueductos rurales sobre la cuenca Aguacalara - municipio de Palmira”, desarrollado por la Secretaría Municipal de Medio Ambiente, Agricultura y Fomento del municipio de Palmira y el “Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bolo - Fase de Diagnóstico” desarrollado por la CVC.

La subcuenca tiene una población total de 8.270 habitantes pertenecientes a 11 corregimientos y un resguardo indígena (Tabla 4).

El abastecimiento de agua para la mayor parte de los corregimientos es por medio de tomas directas de las fuentes hídricas, variando la calidad de buena a regular según la percepción de sus habitantes. La cobertura del servicio es superior al 50% para la mayoría de los corregimientos.

Las aguas residuales descargan directamente a las fuentes hídricas o a pozos sépticos; solamente el corregimiento de La Zapata cuenta con sistema de alcantarillado.

El sistema de recolección de residuos sólidos y su manejo es ineficiente y obliga a los habitantes a efectuar la quema (50%), el entierro, la disposición a cielo abierto y la entrega a las fuentes hídricas, como alternativas para contrarrestar el mal servicio, fundamentado en la lejanía de las comunidades de las cabeceras municipales y los elevados costos del transporte.

El nivel de educación predominante en la zona es la básica primaria. Para equilibrar esta situación, la población se ve en la necesidad de trasladarse a otras localidades o cabeceras municipales, lo cual resulta costoso para la población residente de la subcuenca. Cabe resaltar que el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA desarrolla programas de capacitación (cursos cortos) en temáticas agropecuarias y empresariales en las diferentes comunidades.

La economía de la región se basa especialmente en las

actividades agrícola y avícola y la explotación agropecuaria, donde sobresalen la ganadería extensiva y las explotaciones forestales. En la región las actividades ecoturísticas están adquiriendo cada vez mayor importancia.

Tomando a la comunidad como eje central, se realizaron valoraciones para conocer sus condiciones de vida actuales. Se llevó a cabo una encuesta entre los usuarios del acueducto La Buitrera para identificar el uso y manejo del recurso hídrico en la subcuenca, con el propósito de conocer la percepción que se tiene sobre temas como el uso del agua, su calidad y cantidad, los mecanismos administrativos, la forma de operación, el número de usuarios por vivienda, costos del servicio, sistema de medición, continuidad del servicio y vulnerabilidad.

Se repartieron 300 encuestas de las cuales sólo el 25% produjo una respuesta. Los resultados mostraron que existe una falta generalizada de información sobre la conservación del recurso hídrico, ya que ante la pregunta ¿Está de acuerdo con la implementación de micromedidores?, se obtuvo una negativa del 73%. Esta reducida participación puede deberse a la negativa de la comunidad a la implementación de micromedidores como alternativa para mejorar la prestación del servicio y contribuir a la preservación del recurso hídrico, como consecuencia de la inadecuada administración del acueducto.

Con el fin de sensibilizar y concientizar a la comunidad sobre los problemas y limitaciones originados por el uso inapropiado e ineficiente del agua se realizaron campañas ambientales, videoconferencias y charlas dirigidas a todos los pobladores, especialmente a los estudiantes. Estas conferencias se orientaron hacia el uso racional y eficiente del agua con base en la concientización sobre la escasez del recurso y su valor, permitiendo con ello involucrar a la comunidad en el planteamiento de alternativas de manejo adecuado de los recursos naturales dentro de su zona de vida.

Modelo hidráulico del sistema de abastecimiento de agua del corregimiento de La Buitrera

Una vez evaluados y analizados los componentes biofísico y socioeconómico de la subcuenca se realizó la simulación del comportamiento hidráulico del sistema de abastecimiento del acueducto La Buitrera. Este análisis, desarrollado con el software EPANET, sirvió de guía para la planeación, diseño, modelación, optimización y ex-

Tabla 4. Información poblacional de la subcuenca del río Aguaclara

Municipio	Corregimiento	Habitantes
PALMIRA	Aguaclara	624
	Barrancas	2.028
	Bolo La Italia	1.044
	La Buitrera	2.784
	La Zapata	245
PRADERA	Arenillo	270
	Bolo Hartonal	469
	La Carbonera	237
	La Ruiza	43
	Los Pinos	111
	Resguardo Indígena	102
CANDELARIA	Madrevieja	313
TOTAL		8.270

Fuente: CVC (2006)

pansión del acueducto. El acueducto se abastece de la quebrada Flores Amarillas; con una concesión de aguas de 30 lps, presta servicio las 24 horas, atiende 266 usuarios a costos de \$3.000 y \$12.000 mensuales para viviendas y haciendas, respectivamente. No cuenta con sistema de medición de consumo y fue proyectado para una población máxima de 1.500 personas.

Para la modelación se efectuó el análisis hidráulico de la línea de conducción, que va desde la captación en la quebrada Flores Amarillas hasta el desarenador, y la red de distribución, que va desde el desarenador hasta las acometidas domiciliarias.

Cabe resaltar que no se realizó la calibración del modelo matemático debido a la ausencia de información de campo y la falta de instrumentos para medir variables como la presión y la velocidad dentro de la red de distribución. Por esta razón se asumió un coeficiente de rugosidad, correspondiente a la fórmula de Hazen-Williams para tubería de PVC de 130, considerando que este valor incluye las pérdidas menores causadas por accesorios.

El comportamiento hidráulico de la red del acueducto La

Buitrera fue analizado y simulado para tres escenarios diferentes: i) La red bajo parámetros de diseño inicial, ii) condición actual (real) y iii) optimización o rediseño de la red. La simulación del escenario 1 (Tabla 5) bajo condiciones de diseño originales, que se encuentran en la memoria de cálculo de la red y los planos correspondientes (proporcionados por la Secretaría de Salud de Palmira y el Instituto CINARA de la Universidad del Valle), indica la estabilidad del diseño a nivel de sistema, con velocidades y presiones dentro de los rangos establecidos por la normatividad.

En el escenario 2 se modeló la red según las condiciones actuales de operación del sistema (Tabla 5). Esta simulación contempló modificaciones en los caudales de distribución por usuario, considerando el incremento de la demanda como consecuencia de sus usos múltiples (recreación, agricultura e industria). Al realizar la simulación se encontró que en la mayor parte de tramos de la red de conducción la velocidad es menor la mínima admisible (0,60 m/s). También que en 19 de los 26 nodos que componen la red de conducción se presentan presiones mayores a 60 mca, excediendo la presión máxima permitida para tuberías con flujo por gravedad según el RAS 2000. El análisis hidráulico de la red de distribución mostró que 115 nodos exceden el límite de captación estipulado. Según los resultados obtenidos, existen 200 nodos donde la presión excede los 60 mca y las velocidades en todos los tramos están por debajo de 0,6 m/s.

Los problemas actuales en la red del acueducto La Buitrera (presiones muy altas y velocidades muy bajas) se corroboran al simular su funcionamiento y son ocasionados por la demanda excesiva de los usuarios que desestabilizan el sistema y generan una fuerte disminución o ausencia total de flujo. Actualmente el agua del acueducto se usa para el llenado de piscinas, lagos, riego y otros usos, generando una demanda que no puede ser soportada por el sistema.

Teniendo en cuenta que las condiciones de operación actuales de la red del acueducto difieren de las establecidas en el diseño (por los mayores caudales) y que las velocidades y presiones en muchos tramos se hallan por fuera de los rangos establecidos en la norma, se rediseñó la red modificando los diámetros en algunos de los tramos (Escenario 3).

La solución propuesta consiste en reducir el diámetro en

Tabla 5. Escenarios para la modelación del acueducto La Buitrera

	Escenario 1 (Diseño Original)	Escenario 2 (Condición Actual)	Escenario 3 (Opt. de la Red: Rediseño)
Red de conducción			
Material tubería	PVC	PVC	PVC
Diámetro tubería (pulgadas)	4,0	4,0	2,5
RDE	32,5 y 26	32,5 y 26	32,5 y 26
Caudal (lps)	3,22	6,02	6,02
Red de distribución			
Material tubería	PVC	PVC	PVC
Diámetro tubería (pulgadas)	2,0	2,0	1,0 a 1,5
Diámetro tubería (pulgadas)	3,0	3,0	2,0 a 2,5
RDE	26	26	26
Caudal nodo (lps)	0,012	151 Nodos 0,012 115 Nodos 0,025	0,025

algunos tramos de las tuberías de conducción y distribución, para mantener la velocidad de flujo en las tuberías en un rango de (0,6 m/s - 2,6 m/s) y de presión entre (10 y 60) mca.

Para la línea de conducción se analizó la reducción en los diámetros de las tuberías RDE 26 y 32.5 (de 4" a 2.5"), lo cual permite la estabilidad del sistema y la estabilidad de la red de conducción en lo relacionado con los rangos de velocidad y presión permisibles. En la red de distribución se incluyeron dos válvulas reguladoras de presión (VPR) para que todos los nodos cumplieran en el rango de presión requeridos.

Con los nuevos diámetros se realizó una simulación para una demanda proyectada de 10 años, obteniendo que no excedieron los límites de presión y velocidad y alcanzando que la presión en los nodos de la red esté por debajo de 60 mca.

En este cálculo se asumió un consumo por habitante de 170 l/día (1.500 beneficiarios); este consumo sólo se puede garantizar si se instalan medidores u otras formas de control.

Para futuros estudios se propone evaluar la posibilidad de ampliar la planta física de la obra de toma, los tanques desarenadores y de almacenamiento, con el objetivo de

aumentar el caudal total de la red de abastecimiento de agua potable.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis oferta - demanda del recurso hídrico en la subcuenca del río Aguaclara refleja la necesidad de generar un plan de gestión integrada del recurso hídrico.

El desarrollo de jornadas participativas dentro con las comunidades de los corregimientos de la subcuenca del río Aguaclara permitió crear conciencia sobre la necesidad del uso eficiente y conservación de los recursos naturales.

La inequidad en la distribución del recurso hídrico dentro de la subcuenca del río Aguaclara y el bajo nivel en la prestación de servicio de abastecimiento se deben al mal uso y la ineficiencia en la operación y administración.

En las condiciones actuales el caudal del acueducto La Buitrera no es suficiente para satisfacer las necesidades básicas de la comunidad porque fue diseñado solamente para consumo humano. Por ello resulta inaplazable

considerar la ampliación del sistema y la instalación de micromedidores que permitan un mejor control y uso más eficiente del recurso hídrico.

Es necesario adelantar procesos de ordenación y manejo de las subcuencas hidrográficas del Valle del Cauca, teniendo como eje articulador el recurso hídrico.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (1999). Balance demanda – disponibilidad de agua en el municipio de Palmira. CVC, Grupo Recursos Hídricos. Santiago de Cali, Colombia. p 11.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (1994). Estudio de disponibilidad de agua superficial de la cuenca del río Bolo. Grupo Recursos Hídricos.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (1996). Guía metodológica para la determinación de la disponibilidad del recurso hídrico para una cuenca hidrográfica. Grupo Recursos Hídricos.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2004). Resolución No. SGA 271 de Noviembre 26 de 2001. Reglamentaria del Río Aguaclara. Grupo Recursos Hídricos. 39p.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2006). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bolo. Informe de Diagnóstico. Grupo Recursos Hídricos.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2007). Balance oferta – demanda de agua superficial, cuenca del río Bolo. Grupo Recursos Hídricos.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2004). Guía técnica científica para la elaboración de planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas de Colombia. 59p. Disponible en http://www.ideam.gov.co/files/lmg_1412200691621.pdf. Consultado: 15/09/2008.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2004). Metodología para el cálculo del índice de escasez de agua superficial. Bogotá, Colombia. 30p. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/temas/guiaagua/Anexo%201.pdf>. Consultado: 15/09/2008.
- Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico. (1988). Sistema de potabilización de agua: filtración lenta en arena con pretratamiento en medios gruesos, corregimiento La Buitrera, Palmira. Memoria técnica. Santiago de Cali, Colombia. 63p.
- Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico. (1994). Proyecto: El rol de las comunidades en la administración del sistema de abastecimiento de agua rural, un primer punto de vista sobre la experiencia en administración comunitaria de servicios de agua rurales en Colombia. Cali, Colombia. p 18.
- Mavdt. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS - 2000. Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá, Colombia. 206p.
- Rossman, L. (2002) Manual del Usuario EPANET 2.0. US Environmental Protection Agency EPA. USA. 214p.
- Secretaría Municipal del Medio Ambiente, Agricultura y Fomento. (2006). Diagnóstico integral participativo de fuentes hídricas con influencia en acueductos rurales sobre la subcuenca del río Aguaclara Municipio de Palmira Departamento del Valle del Cauca. Palmira, Colombia. 81p.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.