

**FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO EN ZONAS RURALES BAJO EL CONCEPTO DE
USOS MÚLTIPLES DEL AGUA. CASO COSTA RICA (VALLE)**

*Ronald Jefferson Castro y Marcelo Vladimir Delgado*²⁰

En el corregimiento de Costa Rica, municipio de Ginebra (Valle, Colombia), existe una clara demanda de agua para llevar a cabo actividades productivas a pequeña escala, actividades como riego, ganadería, procesamiento de productos agropecuarios o microempresas; para este caso, la cría de cerdos es la actividad más representativa en todo el corregimiento. Dicha actividad es desarrollada principalmente por las mujeres, con la cual se produce un ingreso que contribuye a sustentar la economía familiar. Sin embargo, los sistemas de abastecimiento de agua son diseñados para atender solamente las necesidades domésticas y no incluyen agua para otros usos o inclusive los prohíben. Eso afecta la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado, causando el colapso de los mismos, lo que genera conflictos entre la comunidad y con la organización administradora de los servicios.

La comunidad de Costa Rica cuenta con 5.000 habitantes. El principal acueducto de la localidad abastece a 868 suscriptores, el resto de la población se surte de otro acueducto local más pequeño. El acueducto principal es administrado por la asociación de usuarios del servicio de agua potable, alcantarillado y aseo de Costa Rica (ASUALCAN), una asociación de índole comunitaria. El agua residual es vertida a un alcantarillado convencional diseñado como alcantarillado sanitario (sólo aguas residuales

²⁰ Ingenieros Sanitarios

domésticas) pero que en realidad funciona como alcantarillado combinado recibe también aguas lluvias.

El objetivo de esta investigación fue identificar la influencia que tiene sobre el sistema de alcantarillado el uso múltiple del agua del acueducto principal de la localidad, especialmente el efecto de la actividad pecuaria –cuidado de cerdos– que se realiza en las viviendas en más de la mitad de los predios de Costa Rica.

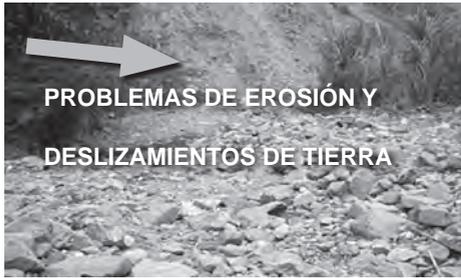
DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO

Sistema de acueducto

Fuente de Abastecimiento: la fuente de abastecimiento es la quebrada Vanegas, que presenta un caudal aproximado de 16 lps en época de estiaje, de agua en apariencia muy clara y sin problemas organolépticos. La quebrada atraviesa zonas de pastoreo y una precaria zona arbórea. Durante las visitas realizadas se obtuvo información por parte de los lugareños, acerca del deterioro histórico que ha venido sufriendo dicha fuente (fotografía 13.1), puesto que por su cauce es evidente que su caudal algunos años atrás era muy superior al que se registra actualmente. La tabla 12.1 presenta los problemas identificados con la población de la microcuenca y del corregimiento mientras que la tabla 12.2 muestra los resultados de una muestra puntual tomada en la fuente abastecedora del acueducto.

Tabla 12.1 Diagnóstico de la fuente de abastecimiento

Fuente abastecedora: quebrada Vanegas	Caudal max. 2,5 m ³ /s - Caudal min. 16 lps
Problemas	Causas asociadas
Disminución progresiva del caudal	Bosques productivos de pino y eucalipto sembrados hasta los bordes de la quebrada, utilizados como insumo en la industria papelera (multinacional Smurfit)
Deslizamiento de tierras en zonas periféricas de la quebrada	Ausencia de barreras vivas y árboles silvestres
Erosión en zonas aledañas al nacimiento de agua	Corte de árboles para convertir las áreas en zonas de pastoreo (pastos)
Indicios de contaminación microbiológica	Zonas de pastoreo que no tienen aislamiento y permiten la entrada del ganado en la fuente.



Fotografía 12.1 Quebrada Vanegas.

Tabla 12.2 Resultados de análisis de la calidad del agua. Quebrada Vanegas (2006)

Parámetro	Método	Agua cruda	Decreto 475 (*)	Resolución 2115 de 2007(**)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	Filtración por membrana	6	0	0
Coliformes Totales (UFC/100ml)	Filtración por membrana	880	0	0
Turbiedad (UNT)	Nefelométrico	0,35	≤ 5	≤ 2
pH (Unidades)	Potenciométrico	8,4	6,5-9,0	6,5-9,0

(*) Decreto 475 de 1998 de calidad de agua potable del Ministerio de Salud

(**) Resolución 2115 de 2007. Se compara contra la normatividad del agua potable porque no hay potabilización.

Bocatoma. Hasta finales del año 2006, la comunidad de Costa Rica tenía un sistema de abasto muy rudimentario y deficiente. La bocatoma no permitía captar la cantidad de agua requerida por la población a servir, además en el punto geográfico a la altura de la quebrada Vanegas donde estaba situada, el caudal se reducía puesto que las características del suelo en esta parte permiten la infiltración de una considerable corriente de agua que no entraba en la estructura, limitando el caudal requerido por la población a servir. Afortunadamente, en la actualidad, Costa Rica cuenta con un nuevo sistema de abastecimiento. El mejoramiento del sistema incluyó la construcción de una bocatoma lateral, a una cota mayor que la de la bocatoma antigua (fotografía 12.2). La bocatoma capta casi todo el caudal.

Tabla 12.3 Diagnóstico de la bocatoma

Estructura	Capacidad lps	Funcionamiento	Mantenimiento y limpieza	Observaciones
Bocatoma, Tipo lateral	50	Correcto	Periódico cada 15 días	La estructura se encuentra en perfecto estado



Fotografía 12.2 Bocatoma del acueducto principal del corregimiento de Costa Rica.

Desarenador: el desarenador también fue construido a finales de 2006. Tiene un caudal de diseño de 21 lps, funciona adecuadamente y se le hace mantenimiento cada 15 días (fotografía 13.3).



Fotografía 12.3 Desarenador antiguo y desarenador actual.

Tanque de Almacenamiento: los usuarios del acueducto de Costa Rica no contaban con un cien por ciento de continuidad del servicio (60%), frecuentemente había intermitencias y racionamientos en la prestación del mismo, debido a que el tanque de almacenamiento que funcionó paralelo a las antiguas estructuras de abastecimiento de agua, no tenía la capacidad para almacenar el volumen de agua requerido por los usuarios. El PAAR (programa de abastecimiento de agua rural para el Valle del Cauca) construyó, junto con las demás estructuras mencionadas, un nuevo tanque de almacenamiento de agua con una capacidad de 140 m³ los cuales sumados a la capacidad de almacenamiento del antiguo tanque (123 m³) proporcionan un total de 263 m³ de agua almacenada (tabla 12.4), que satisface las necesidades de los usuarios, y permite que el servicio se preste las 24 horas del día sin interrupción alguna.

Tabla 12.4 Diagnóstico de los tanques de almacenamiento

Estructura	Capacidad m ³	Funcionamiento	Mantenimiento y limpieza	Observaciones
Tanque Nuevo	140	Correcto	Cada 15 días	Las estructuras están en perfecto estado
Tanque Antiguo	123	Correcto	Cada 15 días	

Planta de potabilización: La planta de potabilización del acueducto es una planta compacta, que nunca prestó su servicio y es una clara evidencia de la pérdida de inversiones por incorrecta selección de la tecnología. Actualmente solo opera el sistema de desinfección, que está compuesto por un flotador dentro de un recipiente plástico de polipropileno de capacidad de 55 galones y regula el nivel de hipoclorito de calcio en el mismo, el fluido pasa hacia un embudo y se dirige por pequeñas mangueras al tanque de almacenamiento. Las mangueras poseen dos dispositivos macrogoteros que aseguran el paso constante del volumen del desinfectante (fotografía 12,4). La tabla 12.5 presenta los resultados de la calidad del agua del acueducto, tomados por la Unidad Ejecutora de Saneamiento en enero de 2008.



Fotografía 12.4 Planta compacta, fuera de servicio, y sistema de desinfección.

Tabla 12.5 Calidad del agua para consumo. Punto de muestreo sede ASUALCAN

Parámetros	Resultado	Decreto 475/98	Resolución 2115/08
Muestra N°	527	Valor admisible	Valor admisible
Coliformes totales microorganismos / 100cc.	0/100	0/100	0/100
<i>Escherichia Coli</i> microorganismos / 100cc	0/100	0/100	0/100
pH	8,08	6,5-9,0	6,5-9,0
Turbiedad (U.N.T)	0,31	<=5	<=2
Color (Pt/Co)	0,7	<=15	<=15
Alcalinidad	138,3	100	200
Dureza total (ppm CaCo ₃)	127,4	160	300

Parámetros	Resultado	Decreto 475/98	Resolución 2115/08
Muestra N°	527	Valor admisible	Valor admisible
Cloruros (mg/L Cl ⁻)	11	250	250
Cloro residual libre (mg/L Cl ₂)	0,6	0,2-1,0	0,3-2,0
Sulfatos (mg/L SO ₄)	3	250	250
Hierro total	0,03	0,3	0,3
Conductividad	246	50-1000	1000
Fosfatos	0,05	<=0,2	<=0,5

Fuente: Unidad Ejecutora de Saneamiento del Valle del Cauca Subsede Sur Cali, 2008.

Conexiones domiciliarias: la fotografía 13.5 ilustra la caja característica donde se encuentra el micromedidor y la válvula o llave de paso para el suministro de agua de consumo para la vivienda. Se ubica en el andén al frente de cada predio. El estudio realizado permitió evidenciar también que hay fugas en las instalaciones hidrosanitarias internas.



Fotografía 12.5 Cajas domiciliarias.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Aunque diseñado como sistema sanitario, el sistema de alcantarillado de Costa Rica es de hecho de tipo combinado, aunque no transporta la totalidad de agua lluvia de todo el asentamiento poblado. El sistema de alcantarillado tiene aproximadamente 110 cámaras de inspección, distribuidas en todo el corregimiento, y las pendientes de los tramos de tubería se encuentran entre 0,4% a 10%, de tal manera que existen pendientes suaves y altas. Se utiliza tubería de concreto de 8", 10" y 12". La tabla 12.6 muestra la calidad del agua residual.

Tabla 12.6 Calidad del agua residual doméstica. Septiembre de 2006

PARAMETRO	Método	Vertimientos Decreto		1594/84 (*)
		Quebrada La Vaporosa	Quebrada Vanegas	
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	Winkler	5	8	50
Demanda química de oxígeno (mg/l)	Reflujo abierto	8	11	20-30
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	Gravimétrico	12	152	30-40
Grasas y/o aceites (mg/l)	Extracción, Soxhlet	98	73	20-30
Fosfatos (mg ortofosfatos/l)	Cloruro estannoso	27	11	-
Nitrógeno total Kjendhall (mg/l)	Kjendhall	4,2	35	-
pH (unidades)	Potenciométrico	8,1	7,4	5-9

(*)Artículo 85. Valores permisibles para todo vertimiento al recurso hídrico - Decreto 1594 de 1984.

Los resultados indican que los vertimientos presentan baja carga orgánica en DBO_5 y DQO lo que apunta a que estos vertimientos se encuentran altamente diluidos. Analizando los resultados de grasas y/o aceites, se reitera la existencia de cocheras en la región –se debe tener en cuenta que los residuos de las cocheras tienen alto contenido de grasas y/o aceites–. Los habitantes de la región aseguran que la mayoría de los vertimientos de las cocheras se realizan en mayor cantidad hacia la quebrada Vanegas, a través del alcantarillado. Analizando sólo el parámetro de grasas y/o aceites no se podría asegurar eso, ya que se aprecia mayor concentración de grasas y/o aceites en la quebrada La Vaporosa. Es necesario evaluar, además, parámetros de sólidos suspendidos totales y la presencia de nitrógeno total en el agua –que incluye el nitrógeno orgánico y amoniacal–, de esta forma se puede decir que en la quebrada Vanegas se realizan la mayoría de vertimientos de las cocheras de Costa Rica.

Según las inspecciones hechas al alcantarillado, se identificaron cuatro descargas de agua residual. Un punto descarga directamente en la quebrada La Vaporosa y dos puntos que descargan hacia este cauce; en los dos últimos no existe una estructura de entrega de tal forma que las redes de alcantarillado llegan hasta cierto punto en el terreno y luego, el agua se transporta por acequias abiertas hasta encontrar la quebrada. El cuarto punto de descarga de agua residual, se ubica en la quebrada Vanegas, a nivel de la finalización del centro poblado; en este punto de entrega al cuerpo de agua, curiosamente, el agua residual no llega a la quebrada porque las cámaras de inspección próximas a la entrega han sido taponadas para que el agua del alcantarillado se rebose e irrigue un potrero que sirve como zona de pastoreo. Los propietarios de la zona de pastoreo señalada se encargan de taponar tres cámaras de inspección, causando el rebose del

agua residual que es distribuida en el terreno a través de acequias, las cuales hacen el papel de cunetas de irrigación. Estos taponamientos causan problemas en el funcionamiento del alcantarillado, que tiene zonas de represamiento. Adicionalmente, algunos ramales están inconclusos y descargan a potreros o cerca a zonas habitadas.

Tabla 12.7 Diagnóstico del sistema de alcantarillado

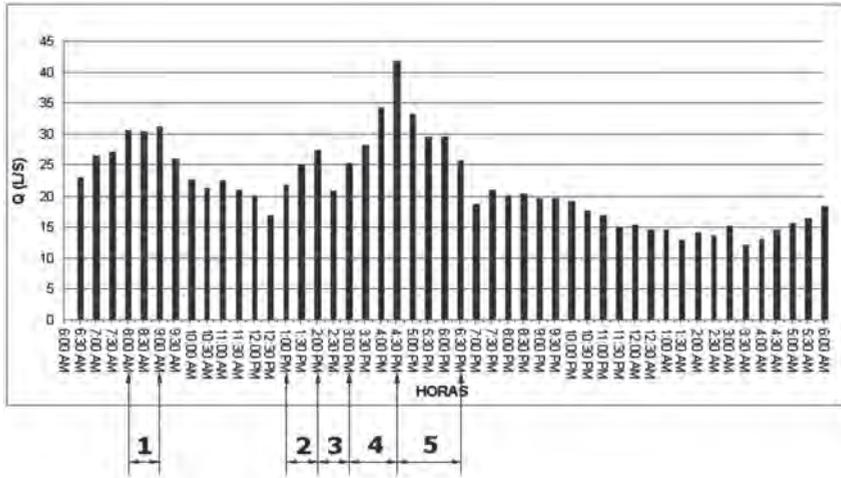
Problemas	Causas Asociadas
Sedimentación de material de arrastre en tuberías.	Posibles errores en el diseño del sistema.
Taponamiento de las cámaras de inspección al final del alcantarillado que descarga a la quebrada Vanegas	Desconocimiento de las prácticas productivas asociadas a los usos múltiples del agua en Costa Rica.
Rebosamiento de agua residual en algunas cámaras.	Desconocimiento del volumen real de agua residual producido.
Descargas a campo abierto, y muy cerca de las viviendas.	Uso inadecuado del sistema de alcantarillado



Fotografía 12.6 Descargas de aguas residuales del alcantarillado de Costa Rica.

MEDICIÓN DE CAUDALES EN LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Tanque de almacenamiento de agua: se desarrolló una jornada de aforo para obtener las variaciones horarias en cuanto a caudales demandados para consumo, por parte de la población. Las mediciones comenzaron el 22 de septiembre de 2006, viernes 6:00 am y se desarrollaron hasta el día 24 de septiembre, domingo, a las 6:00pm. La figura 13.1 muestra la curva de consumo de los días 22 y 23 de septiembre de 2006 (viernes y sábado).



- 1 Limpieza de cocheras, riego de huertas y labores domésticas
- 2 Hora de almuerzo y labores domésticas
- 3 Período de descanso
- 4 Limpieza de cocheras, riego de huertas y labores domésticas
- 5 Hora de la cena y labores domésticas

Figura 12.1 Curva de consumo. Tanque de almacenamiento. Septiembre 22-23, 2006.

Sistema de Alcantarillado. La jornada de aforo al sistema de alcantarillado se realizó paralelamente a la del tanque de almacenamiento, simultáneamente en las cuatro descargas del alcantarillado, obteniendo la variación de caudales de agua residual caracterizada en la figura 13.2. El sistema de alcantarillado transporta aproximadamente 335 l/hab día de agua residual. Parámetros como DBO_5 y DQO se pueden considerar considerablemente diluídos según los resultados del muestreo al sistema de alcantarillado.

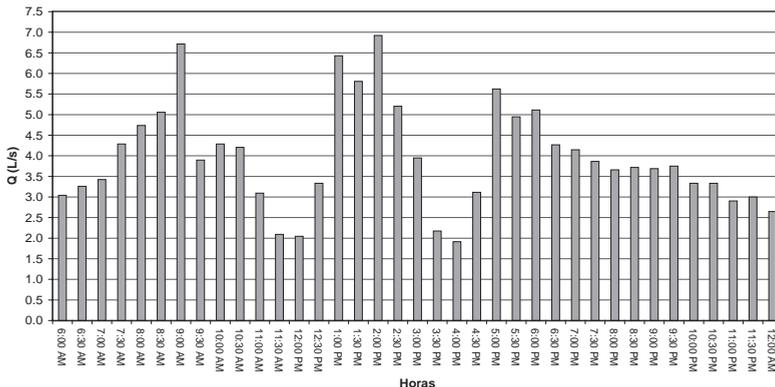


Figura 12.2 Vertimiento quebrada Vanegas. Septiembre 22, 2006.

Según lo encontrado en el diagnóstico a los sistemas de acueducto y alcantarillado, ASUALCAN debe plantearse como una de sus prioridades la reducción de pérdidas de agua, tanto en el sistema de distribución como en las conexiones domiciliarias. Por otro lado, debe aplicar la Ley 373/97, que especifica la implementación de aparatos de bajo consumo a nivel domiciliario. Igualmente, debe apoyar a las familias en la implementación de medidas de producción más limpia en el desarrollo de las actividades productivas de pequeña escala a nivel familiar. ASUALCAN instaló un pequeño almacén de venta de repuestos para conexiones intradomiciliarias y presta el servicio de reparación, que se cobra a través de la tarifa.

CONCLUSIONES

Los resultados de la medición del consumo de agua evidencian el uso múltiple del agua principalmente en lavado de cocheras, lo que se refleja en la dotación promedio encontrada (419 l/hab. día), más alta que la definida en la normatividad colombiana (20 m³/usuario mes) y en el funcionamiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado. Este resultado es consistente con las mediciones realizadas en localidades rurales del Valle del Cauca, en las cuales los consumos cuando hay uso múltiple del agua a nivel familiar oscilan entre 20 y 40 m³/usuario mes. Tales usos repercuten directamente en la sostenibilidad y correcto funcionamiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado, por lo que deben tenerse en cuenta en el diseño, tanto de los sistemas de acueducto como de los de alcantarillado y sus respectivas plantas de potabilización y tratamiento de aguas residuales.

**PROPUESTAS TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS PARA SISTEMAS
DE USO MÚLTIPLE DEL AGUA**