

REVISTA

Vol.3 N° 1 / 2005

ISSN 1409-4207

EVOLUCIÓN

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados





**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo**



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN
EL REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, Annette Henchoz Castro

N° Cédula: 1-0725-0409

Dependencia: Gerencia General

Autorizo como Sub Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital, Catálogo en línea (OPAC) y la intranet institucional de la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: centrodoc@aya.go.cr **N° Teléfono:** 2242-5487

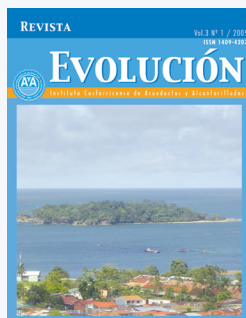
Annette
Henchoz Castro

Firmado digitalmente por
Annette Henchoz Castro
Fecha: 2019.11.25 16:07:20
-06'00'

Firma: _____



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS



CONSEJO EDITORIAL

consejo.editorial@aya.go.cr
 Carmen Valiente A. (Directora)
 Elvira Guevara R.
 James Phillips A.
 Sonia Guevara R.
 Yolanda Salas H.
 Lorelly Marín M.
 German Araya M.



Foto: Rafael Barboza Topping

**ESTE CONSEJO EDITORIAL
 ESTA ADSCRITO A LA
 COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN
 Y DESARROLLO DE AYA**

CONTENIDO DE LA REVISTA

Editorial
 Secciones: Agua Potable
 Aguas Residuales
 Gestión Administrativa
 Salud Ocupacional
 Ventana Externa

ISSN 1409-4207

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN



IMPRESIÓN LITOGRÁFICA

Publicaciones de AyA

FILÓLOGO

Cristian Hernández

FOTOGRAFÍA DE PORTADA

Emisario Submarino de Limón, Lorelly Marín

COLABORADORES

- M.B.A. Heibel Rodríguez Araya,
Gerente General AyA.
- Comunicación Institucional
- Dirección de Suministros
- Dirección Gestión Documentación e
Información

Esta publicación puede ser reproducida parcial o totalmente para uso en actividades de capacitación u otros fines no lucrativos, previa autorización del autor y del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

El contenido de los artículos es responsabilidad del autor (es).

INDICE

EDITORIAL	4
AGUA POTABLE	
Grado de riesgo sanitario en acueductos y su impacto en la salud de la población costarricense Carmen Valiente Álvarez	8
Modelo para la cuantificación y desagregación de las pérdidas en sistemas de agua potable como herramienta para el establecimiento de un programa eficiente de reducción de pérdidas Juan Carlos Vindas Villalobos	28
AGUAS RESIDUALES	
Consideraciones medio ambientales y operativas para la puesta en marcha y funcionamiento del proyecto sobre la disposición de aguas ordinarias por la modalidad de emisario submarino, operado y administrado por AyA en el Cantón Central de Limón, Costa Rica José Miguel Ramírez Corrales	48
Panorama del proyecto de alcantarillado sanitario metropolitano José Antonio Navarro Redondo	55
GESTION ADMINISTRATIVA	
Diferencia de género en el uso y manejo del agua Giselle Zing Zeledón	60
Dirección Gestión de Documentación e Información Ursula Gutiérrez Villafuerte	65
La CID, una opción de desarrollo para el funcionario del AyA Manuel López Fonseca	69
Contabilidad de costos en AyA Marvín Ortega Calderón	72
Evaluación financiera del plan de sustitución de hidrómetros oficina Cantonal Alajuela Maximiliano Pérez Martínez	79
SALUD OCUPACIONAL	
Alcoholismo: Enfermedad silenciosa con severas repercusiones en el ambito laboral Juan Rafael Fonseca Quirós	97
VENTANA EXTERNA	
Aporte de la Universidad Nacional a la investigación y gestión del recurso hídrico en Costa Rica José Millán Araujo y Ana Isabel Barquero Elizondo	103
De una idea a un protocolo de investigación Francisco Hernández Chavarría	113
Mi responsabilidad ante las nuevas generaciones Max Gutiérrez López	122
FE DE ERRATAS	125

EDITORIAL

EMISARIO SUBMARINO



Jorge Madrigal García¹

En el año 1970 tuve la oportunidad de visitar por primera vez la Ciudad de Puerto Limón, estando de vacaciones en la escuela y aprovechando una de las visitas que mi padre hizo a Limón para comprar mercadería para el negocio familiar, con el que se ganaba el sustento. De esta primera visita tengo el recuerdo de haber conocido un lugar sumamente ordenado y muy limpio, pero además el recuerdo de las olas golpeando un gran muro desde donde se observaba la isla Quiribrí, hoy conocida como Uvita por esa manía de cambiar los nombres y así perdernos parte de nuestro pasado.

Treinta y cinco años después, me corresponde asumir la responsabilidad de operar y mantener una obra de Ingeniería Sanitaria que entre otras cosas pretende devolver en algo ese orden y limpieza a la ciudad de Limón. Debo agradecer al tiempo, la oportunidad que me brinda para contribuir a que otras personas puedan en el futuro tener recuerdos de esta bella ciudad, tal y como hoy los tengo yo.

Desde luego que al hablar de orden y limpieza no me estoy limitando al concepto grabado en la

memoria del niño que visitó Limón en el 70, sino que tengo plena conciencia que detrás de esas ya tan olvidadas palabras hay un gran esfuerzo institucional para con este puerto y con el país, una responsabilidad que es parte del mandato que el país le da a AyA desde su creación en el año 1961 y que aún hoy es parte de nuestro futuro.

El concepto de emisario submarino, quizás muy conocido en otras latitudes, es una tecnología nueva en nuestro país y como tal, sujeta a críticas por parte de diferentes actores de la sociedad tales como salubristas, ambientalistas, sociedad civil, entre otros (críticas que en muchos casos permitieron mejorar el concepto), pero que en otros casos provienen principalmente de aquellos que nunca ofrecieron una mejor alternativa o que no se involucraron en una obra de esta trascendencia para la institución y el país.

Es importante recordar que la ciudad de Limón se vio afectada por el terremoto del 22 de abril de 1991, que con una intensidad de 7.4 grados en la escala Richter, este evento siconatural, destruyó la mayor parte de la infraestructura sanitaria de

¹Licenciado en Administrador de Empresas. Director Regional Huetar Atlántica, jmadrigal@aya.go.cr

la ciudad, obligando a AyA a una intervención que puso de manifiesto no sólo la calidad técnica de nuestros funcionarios sino su calidad humana.

En la primera fase se atendió la emergencia y se restablecieron los servicios hasta donde fue posible, continuó una etapa adicional en la que se tenían que plantear nuevas soluciones para el abastecimiento del agua potable y la evacuación de aguas residuales, es así como se define el Proyecto de Mejoramiento de la Infraestructura Sanitaria para la provincia de Limón, siendo una de las últimas obras, la etapa final del Alcantarillado Sanitario, que comprendía la Estación de Pretratamiento y el Emisario Submarino.

A estas alturas del editorial podría esperarse que se escriba una breve descripción de las obras, pero eso corresponde a otros espacios, además, existen suficientes documentos técnicos que pueden contribuir al estudio de la obra física. Este espacio deseo aprovecharlo para hacer un análisis de las fortalezas que tiene nuestra Institución para hacerle frente a las adversidades, y de como a partir del análisis del caso de Emisario Submarino podemos obtener enseñanzas, o lecciones aprendidas como se ha puesto de moda decir.

Enseñanzas que nos preparen para enfrentar los retos que el futuro le tiene reservado a nuestra Institución y de cómo nosotros, los funcionarios, podemos aportar nuestro esfuerzo técnico e intelectual para enfrentarlos de una forma productiva.

La concepción del proyecto trajo consigo la necesidad de entender que la Institución tenía que hacer alianzas estratégicas, para sacar adelante la obra, se contrató a la Fundación de la Universidad de Costa Rica (FUNDEBI), para los estudios de impacto ambiental, punto que sirvió además para presentar el proyecto ante la opinión pública con un discurso estratégico, en el que AyA no se presentó como juez y parte en el tema ambiental, lo que nos dio mayor credibilidad (primera lección).

Para la formulación de los términos de referencia también se apeló a la asesoría de expertos en el tema, esa humildad institucional (bien entendida) le permitió preparar un cartel que no se pegara en gestiones de apelaciones y otras de esa naturaleza y llegar a una tramitación muy efectiva del resto del proceso licitatorio, (segunda lección).

AyA además, le garantizó al país la transparencia que estas gestiones de contratación requieren, transparencias que la sociedad exige para todas las otras instituciones del Estado y que lamentablemente no pueden exhibir, como orgullosamente lo hacemos en AyA.

Por otra parte, primero en las etapas de estudios básicos, de diseño y posteriormente en la etapa constructiva y de administración del proyecto, se puso de manifiesto el alto nivel profesional y técnico de muchos de nuestros compañeros de la Institución, lo que nos enorgullece nuevamente, y además nos da otra lección (tercera), y es que no es cierto que las

instituciones públicas no tengan un alto nivel, y que éste solo está en la empresa privada. En una obra de esta naturaleza muchas de esas empresas se quedarían a la mitad del camino, nuestra Institución dio muestras de su capacidad y está hoy más preparada para enfrentar los nuevos retos que el futuro le depara.

El proyecto de la Estación de Pretratamiento y el Emisario Submarino es un ejemplo de como nuestra institución puede sacar adelante grandes obras de ingeniería sanitaria, como ya lo ha hecho en múltiples oportunidades, cuando la sociedad así lo ha requerido.

Nos corresponde ahora, poner el mejor esfuerzo para el mantenimiento y la operación de esta obra, debemos de cumplir con los compromisos adquiridos con la sociedad al presentarles nuestra propuesta para el tratamiento de las aguas residuales de parte de la ciudad de Limón, debemos de cumplir con el ambiente, debemos de ser los primeros en respetar las normas de calidad de vertidos, ser ejemplo para tener la fuerza moral para exigir a otros su cumplimiento, debemos de crecer y aumentar la cobertura del alcantarillado sanitario, debemos muchas cosas más pero ahí esta AyA para cumplir.

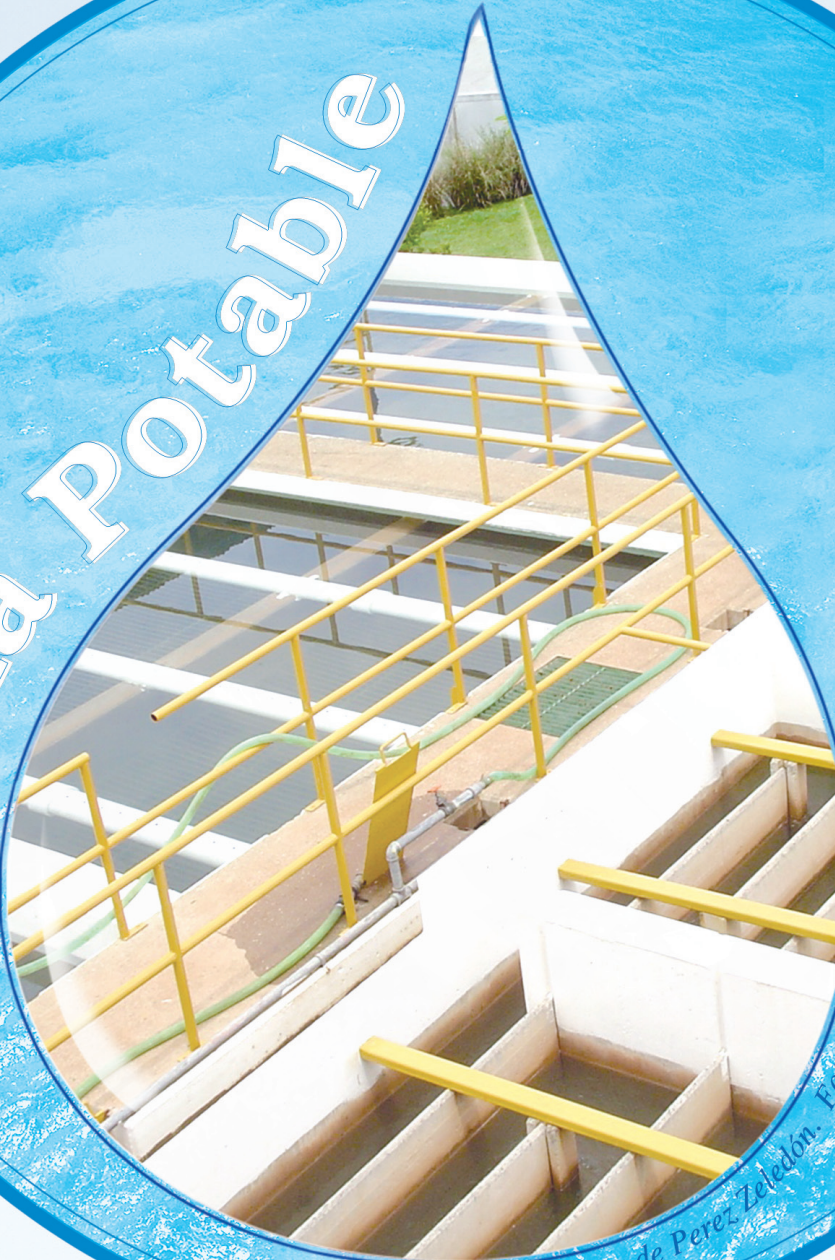
Mis compañeros de la Región y yo, tenemos un compromiso para que muchos niños y niñas, puedan en el futuro, tener una mejor calidad de vida en la ciudad de Limón, el compromiso es nuestro y así agradeceremos las oportunidades que el destino nos brinda para recrear nuestros más bellos recuerdos, y procurar que nazcan nuevos.



Isla Uvita, Limón.

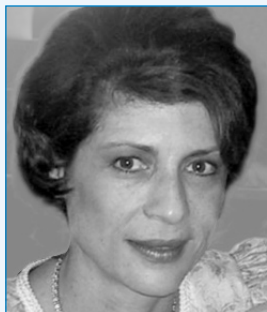
Terminé de escribir esto el día del padre, el mío no pudo conocer el Emisario, no lo alcanzó esa tecnología, se debió conformar con la isla y el mar, pero sé que sus enseñanzas y ejemplo me permitirán poner mi mejor esfuerzo para cumplir con mis obligaciones, este será mi regalo.

Agua Potable



Planta potabilizadora de Perez Zeledón. Foto: Rafael Barboza T.

GRADO DE RIESGO SANITARIO EN ACUEDUCTOS Y SU IMPACTO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN COSTARRICENSE



Carmen Valiente Álvarez¹

RESUMEN

El papel del agua para consumo humano ha sido fundamental, tanto en la prevención como en la transmisión de agentes causantes de diarreas por ejemplo: *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae 01*, *Escherichia coli*, rotavirus; así como otras enfermedades de transmisión hídrica: Hepatitis A, Polio y Parasitosis Intestinal. Más de un billón de personas alrededor del mundo consumen agua contaminada, y cada año 3.4 millones de éstas, principalmente niños, mueren a causa de enfermedades de transmisión hídrica; de estas muertes 2.2 millones son causadas por enfermedades diarreicas. La diferencia entre prevenir o transmitir este tipo de enfermedades depende de varios factores, dentro de los principales tenemos la calidad microbiológica del agua, la higiene y el saneamiento ambiental. El objetivo principal de este trabajo es demostrar la utilidad práctica, predictiva y preventiva de implementar programas de Vigilancia Sanitaria en los acueductos, que involucren la determinación del grado de riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura que lo componen (fuentes de abastecimiento, tanques de almacenamiento y redes de distribución); con el propósito de evitar que la población se vea afectada por enfermedades de transmisión hídrica. Para lo cual se efectuó el análisis y la comparación de los brotes de diarrea ocurridos en la población desde 1999 hasta mayo de 2003 y los resultados del Programa de Vigilancia Sanitaria de acueductos, demostrando que existe una relación entre los acueductos con grados de riesgo mayores y la vulnerabilidad en que se encuentran para el desarrollo de enfermedades de transmisión hídrica, en este caso, brotes de diarrea. Como resultado se obtuvo que en la mayoría de los brotes de diarrea el grado de riesgo era, desde intermedio, hasta muy alto y la prioridad de acciones correctivas de muy alta, hasta urgente. Se presenta un cuadro que resume los casos de brotes de diarrea, los agente etiológicos aislados y el grado de riesgo en los acueductos afectados. La finalidad de estas acciones radica en corregir las deficiencias encontradas en los acueductos que presenten el mayor grado de riesgo sanitario para evitar el desarrollo de enfermedades de transmisión hídrica en los usuarios del sistema.

Palabras clave: agua potable, diarrea, bacterias patógenas, vulnerabilidad, Vigilancia sanitaria, brotes.

¹M.Sc. en Microbiología. Laboratorio Nacional de Aguas AyA. cvaliente@aya.go.cr

Introducción

Las enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada, con la inadecuada disposición de excretas, la inadecuada preparación de alimentos y los ambientes intra domiciliarios sin condiciones higiénicas mínimas, constituyen el mayor reto a nivel mundial para la salud de la población en los países en vías de desarrollo y se encuentran entre las causas principales de salud-enfermedad. El mantener principalmente en los niños niveles de salud óptimos, no es posible sin disponer de una fuente de agua para consumo que sea potable y ambientes saludables. Más de un billón de personas alrededor del mundo consumen agua contaminada y cada año 3.4 millones mueren a causa de enfermedades de transmisión hídrica; de estas muertes, 2.2 millones de personas mueren de diarrea, el 90% de estas muertes ocurren en niños, principalmente de países en vías de desarrollo. Así tenemos que cada ocho segundos un niño muere de enfermedades de transmisión hídrica (WHO 2001, 2000, 1999, 1998; WHO/UNICEF 2001).

El papel del agua a nivel mundial ha sido fundamental, tanto en la prevención como en la transmisión de agentes causantes de por lo menos una o más de las seis enfermedades asociadas a suministros de agua y saneamiento, como son la diarrea bacteriana y viral, ascariasis, dracunculiasis, gusano de Guinea, esquistosomiasis y el tracoma. En nuestro país hemos podido determinar que el agua



para consumo humano ha estado involucrada en casos de diarrea, Hepatitis A, Poliomielitis y parasitosis causadas por helmintos y protozoarios. La diferencia entre prevenir o transmitir este tipo de enfermedades de origen hídrico, depende de varios factores, dentro de los principales de acuerdo con estudios de la Organización Mundial de la Salud son: agua segura, servicios de saneamiento básico y adecuados hábitos higiénicos en la población. Unido a esto podemos contribuir al primer punto si disponemos de un adecuado mantenimiento de la infraestructura que compone un acueducto (fuentes de abastecimiento, tanques de almacenamiento y redes de distribución), para disminuir el grado de riesgo de contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua y ha disminuir la vulnerabilidad del mismo. Con todo esto, cuando la población dispone de agua intradomiciliar, agua potable, educación en hábitos higiénicos y saneamiento básico, los casos de diarrea pueden reducirse en un 26%. Desde este punto de vista el 40% de la población mundial de 6 billones de personas

no tienen condiciones sanitarias básicas aceptables, y más de un millón de personas obtienen el agua de fuentes inadecuadas o sea, no disponen de agua potable (WHO 2001, 2000, 1999 y 1998; WHO/UNICEF 2001).

Actualmente el término “Agua Segura” implica una serie de aspectos, dentro de los que podemos mencionar la protección de las fuentes de abastecimiento; transporte seguro y almacenamiento adecuado del agua, tanto fuera como dentro de las casas; facilidades para disponer de agua en cantidad y calidad adecuada para la limpieza personal, la preparación de alimentos y el lavado de la ropa; disposición sanitaria de excretas. Este último punto es el control de las heces tanto de adultos como de niños de tal forma que éstas no entren en contacto con fuentes de agua, alimentos u otras personas, evitando de este modo su contaminación, para evitar o romper la cadena de transmisión de las enfermedades relacionados con la contaminación fecal. Desde hace muchos años en la conferencia de Mar de Plata en 1977, se concluyó que: “todas las personas, cualquiera que sea su estado de desarrollo y su condición social y económica, tienen el derecho a tener acceso al agua potable en cantidad y calidad para satisfacer todas sus necesidades básicas” (OMS 1993).

El objetivo principal de este trabajo es demostrar la relación directa entre los resultados de implementar programas de Vigilancia Sanitaria en los acueductos, determinando el grado de riesgo y vulnerabilidad

que poseen y la ocurrencia en los usuarios de estos sistemas de enfermedades de transmisión hídrica, en este caso brotes de diarrea.

Brotos de Diarrea

El Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) forma parte de la Red Nacional de EDA's Cólera (Enfermedades Diarreicas Agudas y Cólera) y de la Subcomisión Nacional de Diagnóstico de EDA's Cólera en Costa Rica, colaborando con el estudio de brotes de diarrea que se presentan en el territorio nacional, a través del análisis de microorganismos patógenos en el agua. El LNA realiza como parte de sus funciones la evaluación sistemática de la calidad del ACH suministrada a la población costarricense, mediante la elaboración y ejecución de programas de muestreo para análisis físico-químicos y microbiológicos del agua. En el caso de los brotes de diarrea, además de la determinación de los indicadores microbiológicos, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, se busca aislar e identificar bacterias patógenas de las familias Enterobacteriaceae y Vibrionaceae. La finalidad de estas acciones radica en aislar e identificar el agente etiológico responsable en cada brote de diarrea y realizar en las comunidades afectadas inspecciones sanitarias de los sistemas de abastecimiento de agua; todo esto con el fin de emitir las recomendaciones necesarias para corregir las deficiencias encontradas en el sistema afectado. En Costa Rica, la atención integral de los brotes de diarrea se coordina y ejecuta

entre el área epidemiológica del Ministerio de Salud, con las unidades de salud de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) en el área clínica, con el Laboratorio Nacional de Aguas con sede en AyA para los análisis del agua de consumo humano y con el Centro de Referencia para enfermedades diarreicas y cólera (EDAS` cólera) ubicado en el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), para el análisis de alimentos y la ratificación de cepas. Esta atención integral se realiza combinando acciones por medio del estudio de pacientes, el análisis de las muestras de heces diarreicas y realizando un esfuerzo por determinar las posibles fuentes de contaminación, sean alimentos o el agua (Valiente y Mora 2002). Los orígenes más comunes de los brotes han sido la ingestión de alimentos contaminados y/o el consumo de agua no potable, lo cual facilita la contaminación fecal-oral. Sin embargo, aunque se reconoce que en los últimos años hemos avanzado en el diagnóstico y atención de las diarreas, aún falta mucho por hacer en el campo de aislamiento e identificación de los agentes patógenos, debido a que éstos se estudian, en forma exhaustiva, solamente en los brotes y no en forma rutinaria. Por otro lado, existe actualmente un 24% de la población costarricense que recibe agua de calidad no potable (833.000 personas) las cuales viven en un riesgo permanente de contraer diarreas de origen hídrico. Otro aspecto importante en la atención de enfermedades de origen hídrico es que en algunos casos los cuadros clínicos ocurren o se manifiestan mucho después del momento o

período de contaminación inicial y el agua que contenía el agente etiológico probablemente ya no está disponible, lo cual impide establecer la relación epidemiológica entre el agua y los brotes de diarrea respectivos. Esta situación es más evidente en aquellas enfermedades transmitidas por el agua cuyo período de incubación es muy largo, como ocurre por ejemplo con la Hepatitis A.

Vigilancia Sanitaria

A través de los tiempos se han realizado inminentes esfuerzos enfocados en lograr que las poblaciones sean abastecidas con agua potable, y simultáneamente se han desarrollados programas de control de calidad para el agua de consumo humano. En los últimos tiempos el concepto de programas de control de calidad del agua ha sufrido un nuevo enfoque transformándose en programas de Vigilancia Sanitaria. Estos programas se fundamentan en dos aspectos importantes: el nivel de contaminación fecal, el cual es determinado por la concentración de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* y las inspecciones sanitarias a los sistemas de suministro de agua. Ambos aspectos permiten obtener el grado de riesgo para la salud a la que está expuesta una población. Este nuevo enfoque es particularmente importante debido a que en el pasado la vigilancia se apoyaba únicamente en el resultado de los análisis bacteriológicos, siendo importante enfatizar que “el análisis bacteriológico únicamente es representativo de un momento en el tiempo, mientras que

la inspección sanitaria contempla no solo la historia previa de las instalaciones, sino también los futuros puntos de riesgo que esta posea". La principal consecuencia que se deriva de este nuevo enfoque es que la inspección sanitaria no solo revela los actuales puntos de contaminación, sino también puede predecir incipientes puntos potenciales de riesgo, los cuales pueden ser prevenidos evitando así que en el futuro se vuelvan puntos de contaminación importantes. Los dos parámetros tienen igual valor, pero la combinación de ambos nos da una mejor visión del problema, pues no solo determina los puntos contaminados, sino que incluye cual es el grado de acciones correctivas necesarias para implementar la calidad del agua en los sistemas y disminuir el riesgo para la salud de la población abastecida (Lloyd & Helmer 1991).

Los programas de vigilancia sanitaria representan un gran esfuerzo para implementar una vigilancia rutinaria y establecer procedimientos de aplicación para los servicios de suministro de agua en sectores rurales y urbanos.

En su aplicación poseen dos componentes significativos:

- En primer lugar se desarrolla una estrategia para unir los resultados obtenidos de los análisis de calidad del agua con las inspecciones sanitarias, con el fin de dar prioridad a las inversiones para realizar las acciones correctivas que conlleven a

remediar los problemas que han sido identificados.

- En segundo lugar, se logra unificar esfuerzos entre los dos roles importantes: el de las instituciones encargadas del abastecimiento de agua y el del ente rector o autoridad reguladora en el campo del agua y la salud. Ambas funciones son reconocidas y el programa permite congeniar estos roles para maximizar los beneficios de la Vigilancia Sanitaria del Agua. Las instituciones encargadas de los acueductos deberán ejercer el control de calidad microbiológico y físico-químico, así como la vigilancia de sus acueductos con la periodicidad establecida por las normas internacionales o por el ente regulador de cada país, para garantizar que el agua suministrada a la población sea de calidad potable. El ente rector o autoridad reguladora es el encargado de ejercer la supervisión de todas estas instituciones, para lo cual deberá planificar una serie de auditorías de calidad de todos los acueductos del país, así como solicitar los resultados de los programas locales de Vigilancia Sanitaria. Los programas de Vigilancia Sanitaria representan un gran esfuerzo para implementar una vigilancia rutinaria y establecer procedimientos de aplicación para los servicios de suministro de agua en sectores rurales y urbanos.

En Costa Rica, el primer programa de Vigilancia Sanitaria inició en enero de 1996 como una iniciativa del Laboratorio Nacional de Aguas y se mantiene vigente hasta el presente (Valiente & Pedley 1997; Valiente

1999). Para desarrollar el programa se seleccionó un equipo multidisciplinario de trabajo, se diseñaron y adaptaron a nuestro país las fichas de campo que iban a utilizarse para las inspecciones sanitarias (Valiente 1999; Valiente y Portuguez 2000). Estas fueron confeccionadas para nacimiento, toma de río, pozo, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento y red de distribución. Las fichas diseñadas para este programa tienen diez preguntas, pero pueden confeccionarse con todas las que se considere necesario, deben contestarse con un SI o NO según preguntas que involucren un grado de riesgo para la contaminación del acueducto; finalmente debe darse un valor total en porcentaje a cada estructura. Por lo que las respuestas afirmativas corresponden a problemas sanitarios, lo ideal es obtener una calificación de cero, no contestar ninguna pregunta afirmativamente. Entre más se acerque a diez, el resultado empeora porque esto significa un alto grado de vulnerabilidad de la estructura que conlleva un grado de riesgo para la salud. Esta valoración corresponde a los grados de la inspección sanitaria, los cuales serán cotejados con el resultado del aislamiento de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*. Es de suma importancia enfatizar que las fichas para la inspección sanitaria se responden en el campo después de la observación directa de las estructuras y las condiciones sanitarias que existan. Se han elaborado croquis para cada acueducto. El disponer de croquis permite realizar el

trabajo de muestreo y las inspecciones sanitarias en una forma homogénea, facilitando que el trabajo y los resultados sean comparables. Una vez realizados los croquis de cada acueducto y establecido el número de visitas de inspección sanitaria por año y la frecuencia - número de muestras bacteriológicas por sistema por año según el número de usuarios, se procede a realizar los muestreos para determinar la calidad del agua en el laboratorio y las inspecciones sanitarias. El programa de Vigilancia Sanitaria tiene la ventaja de involucrar al personal responsable de los acueductos, pues son ellos los que con cierta periodicidad deben ir a realizar las inspecciones sanitarias de sus sistemas de agua. Una vez detectados los posibles problemas que ocasionan la contaminación, puede disminuirse la frecuencia de los muestreos microbiológicos hasta tanto no se realicen las mejoras al sistema, dado que para muchas comunidades resultan muy caros y fuera de su alcance. Con esto, las instituciones pueden ahorrar recursos para utilizarlos en mejoras y mantenimiento, pues carece de sentido que una vez se tenga el perfil de la calidad microbiológica se continúe con muestreos exhaustivos que siempre darán resultados semejantes, hasta que no se corrija la causa que provoca la contaminación.

Material y Métodos

Se realiza una comparación entre los resultados del Programa de Vigilancia Sanitaria

del Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y los brotes de diarrea ocurridos en Costa Rica de marzo entre 1999 y setiembre de 2003, evaluando la importancia que tuvo el suministro de agua no potable en el desarrollo de los mismos y el establecimiento del grado de riesgo sanitario como mecanismo de predicción y prevención de estos eventos. La finalidad de estas acciones radica en corregir las deficiencias encontradas en los acueductos priorizando la inversión en aquellos que presenten el mayor grado de riesgo sanitario para evitar el desarrollo de enfermedades de transmisión hídrica en los usuarios del sistema.

La metodología utilizada es el análisis y la comparación entre los brotes de diarrea ocurridos en la población en este período, la ubicación de estos en el Sistema Cualitativo de evaluación de la importancia del agua de en la transmisión de diarreas y los resultados del Programa de Vigilancia Sanitaria de acueductos. Con el fin de demostrar que existe una relación entre los acueductos con grados de riesgo

mayores y la vulnerabilidad en que se encuentran para el desarrollo de enfermedades de transmisión hídrica, en este caso, brotes de diarrea.



Inspección sanitaria en Captación Monge, Guatuso de Patarrá. Marzo 2004

Análisis de brotes de diarrea

- *Recopilación de la Información:* los datos del brote se recopilan en dos formularios previamente diseñados para este fin. En el primer formulario se tendrán los datos epidemiológicos del brote y en el segundo formulario los datos relacionados con el abastecimiento de agua en los lugares afectados.
- *Muestreo y Análisis de Aguas:* el muestreo se realiza de forma inmediata, procediendo a recolectar muestras en cada sistema de distribución de agua en los lugares afectados. Esto incluye las fuentes de abastecimiento (nacimiento, pozos, ríos), los tanques de almacenamiento y las redes de distribución; en estas últimas se recolecta un mínimo de tres muestras de agua, para lo cual se seleccionan los lugares en donde habitan



Brote de diarrea en Paraiso de Cartago, Costa Rica, Febrero 2004

o frecuentan las personas afectadas por el brote, como casas de habitación, escuelas, iglesias, salones comunitarios. En cada fuente de abastecimiento se recolecta un galón de agua; en los tanques de almacenamiento y la red de distribución se recolecta un mínimo de un litro de agua; en ambos casos las muestras se recogen en frascos estériles y se transportan en hieleras aproximadamente a 4°C. Una vez en el LNA se realizan los análisis microbiológicos de coliformes fecales siguiendo las directrices del "Standard Methods" (Clesceri "et al" 1998).

- *Procesamiento de las muestras para análisis microbiológicos:* en el laboratorio se filtra la muestra de agua a través de una membrana de nitrocelulosa de 0,45µ y 47mm de diámetro. Para el enriquecimiento se utiliza medio caldo GN o agua peptonada pH 7.2 en erlenmeyer de 500ml estériles. Cada membrana se coloca en este medio y se incuba por 18 - 24 horas a 37°C.
- *Identificación de enterobacterias:* a partir del medio de enriquecimiento se procede a inocular los siguientes medios de cultivo: XLD y Tergitol 7 sin TTC. Se incuban los medios a 37°C por 18-24 horas y se procede a la identificación de las colonias para lo cual se realiza la prueba de oxidasa y tinción de Gram. Deben seleccionarse cuantas colonias sean necesarias de todas las placas inoculadas y proceder a la identificación bioquímica. La confirmación de las cepas de *Shigella* y *Salmonella* se realiza por medio de API y serología.
- *Identificación de Aeromonas sp:* se procede a inocular con dos asadas del

medio de enriquecimiento el medio GSP para aislamiento e identificación de *Pseudomonas-Aeromonas*. Se incuba el medio a temperatura de 37°C por 24 horas. Se procede a la identificación de las colonias para lo cual se realiza inicialmente la prueba de oxidasa y la tinción de Gram. Deben seleccionarse varias colonias sospechosas y proceder a realizarles pruebas bioquímicas.

- *Identificación de Vibrio sp.:* se procede a inocular con dos asadas del medio de enriquecimiento APA, de la zona microaerofílica inmediatamente debajo de la superficie, a placas de medio TCBS para aislamiento e identificación de *Vibrios sp*. Se incuba a temperatura de 37°C por 18 a 24 horas. Se procede a la identificación de las colonias para lo cual se realiza inicialmente la prueba de oxidasa y la tinción de Gram. Deben seleccionarse varias colonias sospechosas y proceder a realizarles pruebas bioquímicas y serología.

Programa de Vigilancia Sanitaria

Comprende las siguientes etapas de realización:

- Realizar un inventario de los acueductos.
- Realizar las inspecciones y cuestionarios de inspección sanitaria para identificar las posibles fuentes de contaminación y puntos de riesgo de cada sistema.
- Realizar los muestreos bacteriológicos y físico-químicos.

- Obtener el grado de riesgo para cada estructura que compone el acueducto basándonos en los datos obtenidos en los puntos anteriores. Este grado deberá obtenerse por sistemas y desglosado para cada una de las estructuras que lo componen. Finalmente basándose en el grado de riesgo obtenido puede obtenerse un cuadro global de todos los acueductos. Así mismo, para poder priorizar las inversiones pueden obtenerse cuadros resumen por estructuras, por ejemplo de las redes de distribución, de los tanques de almacenamiento o de las fuentes de abastecimiento.

- Seleccionar los sistemas urgentes correlacionando el grado de riesgo de cada acueducto con su población.

- Priorizar las acciones correctivas y la asignación de recursos, de acuerdo con el grado de riesgo para la salud que presenten.

- Darle continuidad al programa de Vigilancia Sanitaria a través del tiempo.

Descripción de la clasificación del programa de vigilancia sanitaria para AyA:






Para utilizar en acueductos de Costa Rica se ha establecido un esquema de clasificación considerando los siguientes parámetros: el ámbito de contaminación bacteriana utilizando como indicador a los coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* (6,13) y

estableciendo las categorías de acuerdo a los resultados microbiológicos obtenidos previamente y la clasificación por grados para las inspecciones sanitarias. Con base en estas dos categorías se da la clasificación del grado de riesgo para la salud a que están expuestos los usuarios de cada acueducto. Debido a la buena experiencia que hemos tenido al utilizar un código de colores para identificar fácilmente las categorías de la norma para el control de calidad microbiológico, es que se ha introducido un código de colores similar al utilizado en nuestro laboratorio, con algunas modificaciones, dentro de estas la principal es que se ha incluido una categoría estadísticamente significativa, que corresponde a la ausencia total de coliformes fecales y a estructuras en perfectas condiciones, esta categoría se identificará por el color azul.

- Las categorías para la concentración de coliformes fecales son cinco: A,B,C,D y E, definiéndose de acuerdo con la concentración de coliformes fecales detectados en el agua.

- a. Para los acueductos no clorados en la categoría A no se detectan coliformes fecales por lo que el valor es cero, en la categoría B el valor es de 1 a 4, en la categoría C es de 5 a 50, en la categoría D es de 51 a 100 y en la categoría E corresponde a valores mayores o iguales a 101. (Cuadro 1):



CUADRO 1
ESQUEMA DE CLASIFICACION PARA LA CONTAMINACION BACTERIANA
DE LOS ACUEDUCTOS NO CLORADOS
COSTA RICA



AMBITO	COLIFORMES FECALES NMP/100 mL	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	CÓDIGO COLORES
A	0	RIESGO NULO	
B	1 - 4	RIESGO BAJO	
C	5 - 50	RIESGO INTERMEDIO	
D	51 - 100	RIESGO ALTO	
E	>=101	RIESGO MUY ALTO	

b. Para los acueductos clorados se utilizan dos tablas, una para los acueductos con mas de 20 muestras anuales y otra para aquellos con menos de 20 muestras anuales, en la categoría A no se detectan coliformes fecales por lo que el porcentaje de negatividad es 100% en ambos casos, en

la categoría B el porcentaje es 95-99.9% en el primer caso y de 90-99.9% en el segundo, en la categoría C es de 80-94.9% y de 80 a 89.9%, en la categoría D es 60-79.9% en ambos casos y en la categoría E corresponde a valores mayores o iguales a 59.9%.

CUADRO 2
ESQUEMA DE CLASIFICACION PARA LA CONTAMINACION BACTERIANA
DE LOS ACUEDUCTOS CLORADOS CON MAS DE 20 MUESTRAS ANUALES
COSTA RICA





AMBITO	COLIFORMES FECALES %NEGATIVIDAD	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	CÓDIGO COLORES
A	100	RIESGO NULO	
B	95-99.9	RIESGO BAJO	
C	80-94.9	RIESGO INTERMEDIO	
D	60-79.9	RIESGO ALTO	
E	<=59.9	RIESGO MUY ALTO	

CUADRO 3			
ESQUEMA DE CLASIFICACION PARA LA CONTAMINACION BACTERIANA DE LOS ACUEDUCTOS CLORADOS CON MENOS DE 20 MUESTRAS ANUALES COSTA RICA			
AMBITO	COLIFORMES FECALES %NEGATIVIDAD	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	CÓDIGO COLORES
A	100	RIESGO NULO	
B	90-99.9	RIESGO BAJO	
C	80-89.9	RIESGO INTERMEDIO	
D	60-79.9	RIESGO ALTO	
E	<=59.9	RIESGO MUY ALTO	

En ambos casos únicamente la categoría A corresponde al agua potable (color azul), las otras categorías corresponden al agua de calidad no potable (colores celeste, verde, amarillo y rojo), dentro de estas la categoría B, en los acueductos no clorados, se considera agua de calidad satisfactoria (color celeste) (Cuadros 2 y 3):

- Las categorías de inspección sanitaria están comprendidas del 0 al 10. Correspondiendo

a los valores encontrados de acuerdo con las deficiencias estructurales detectadas en los acueductos que puedan tener una directa incidencia en la contaminación del agua. Así para un valor de inspección sanitaria de 0 corresponde un riesgo nulo, para valores de 1 y 2 el riesgo es bajo, para 3 y 4 el riesgo es intermedio, de 5 a 7 el riesgo es alto y para 8, 9 y 10 el riesgo es muy alto (Cuadro 4).

CUADRO 4		
GRADOS DE CLASIFICACIÓN PARA LAS INSPECCIONES SANITARIAS DE LOS ACUEDUCTOS DE AYA COSTA RICA		
GRADO	CALIFICACIÓN DEL RIESGO	CÓDIGO COLORES
0	RIESGO NULO	
1 - 2	RIESGO BAJO	
3 - 4	RIESGO INTERMEDIO	
5 - 7	RIESGO ALTO	
8 - 10	RIESGO MUY ALTO	

- El grado de riesgo para la salud corresponde a la combinación de las dos categorías anteriores: concentración de coliformes fecales con las categorías A, B, C, D y E; y grado de inspección sanitaria con los porcentajes comprendidos entre 0 y 100%. El grado de riesgo se presenta en cinco categorías: riesgo nulo, riesgo bajo, riesgo intermedio, riesgo alto y riesgo muy alto (Figura 1).
- Cada una de estas categorías corresponden a un ámbito de acciones correctivas:

acciones, baja, mediana o alta prioridad de acciones y acciones urgentes (Figura 1).

Resultados

En la figura 1 se muestra la ubicación, de acuerdo con el Programa de Vigilancia Sanitaria, de las redes de distribución de los 26 acueductos analizados, se puede observar el grado de riesgo sanitario y la prioridad de acciones correctivas.

FIGURA 1
PROGRAMA DE VIGILANCIA SANITARIA
DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ACUEDUCTOS

ÁMBITO COLIFORMES FECALES	GRADO DE INSPECCIÓN SANITARIA											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
E			15		18					23	22	26
D					10	25				1-6		
C		7	19	11-20	21-24	3-4-5	13 14	12 17		1-6		
B				8-								
A				2-9								

RIESGO NULO	RIESGO BAJO	RIESGO INTERMEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO
NO ACCIONES	BAJA PRIORIDAD ACCIONES	MEDIANA PRIORIDAD ACCIONES	ALTA PRIORIDAD ACCIONES	ACCIONES URGENTES

- Naranjo
- Barrio Jesús
- Santa Bárbara
- San Pedro Barva
- Grecia
- Palmares.
- Centro La Reforma
- Hospital Ciudad Neilly
- Santa Bárbara

- Monteverde
- Río Segundo Alajuela
- Santa María Dota
- Guayabal Dota
- Cuesta Cedral Dota
- Palmares Fábrica
- Alajuela Centro
- Santa María Dota
- San Rafael de Dota

- Cárcel G.Rodríguez
- San Lorenzo Tarrazú
- Orosi de Cartago
- Cabagra B.Aires
- Talamanca
- Santa Bárbara
- Santa María Dota
- Turrubares

En el Cuadro 6, se enlistan los agentes etiológicos bacterianos potencialmente patógenos, aislados del agua, asociadas a brotes de diarrea. Las bacterias aisladas pertenecen principalmente a la familia Enterobacteriaceae. También en el 45% de los brotes se aislaron bacterias del género *Aeromonas*. En menor porcentaje, 4%, se ha aislado *Vibrio cholerae* no O1 no toxigénico.

CUADRO 6 BACTERIAS POTENCIALMENTE PATÓGENAS AISLADAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN BROTES DE DIARREA COSTA RICA 1999-2003		
<i>Escherichia coli</i>	<i>Klebsiella pneumonia</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>
<i>Salmonella serogrupo B</i>	<i>Klebsiella ozaenae</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>
<i>Salmonella othmarschen</i>	<i>Klebsiella oxytoca</i>	<i>Enterobacter sakazakii</i>
<i>Salmonella javiana</i>	<i>Serratia marcescens</i>	<i>Morganella morganii</i>
<i>Shigella flexneri 2a</i>	<i>Providencia alcalifasciens</i>	<i>Proteus vulgaris</i>
<i>Shigella sonnei</i>	<i>Providencia stuartii</i>	<i>Proteus mirabilis</i>
<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Providencia rettgeri</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Citrobacter diversus</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
<i>Citrobacter amalonaticus</i>	<i>Aeromonas caviae</i>	
<i>Vibrio cholerae</i> no O1	<i>Aeromonas sobria</i>	

En todos los acueductos en los cuales se presentaron brotes de diarrea, el agua era no potable. En el 90% carecía de tratamiento y/o desinfección con cloro residual y en el 10% restante aunque se suponía era un acueducto clorado, en el momento del evento la desinfección estaba ausente.

En sólo un caso, la epidemia de diarrea que afectó a la población se produjo posterior a un desastre natural, inundaciones y deslizamientos.

Las principales bacterias potencialmente patógenas aisladas fueron¹:

- *Salmonella*, con S. Serogrupo B, *S.othmarschen* y *S.javiana*;

- *Shigella* con *S.sonnei* y *S.flexneri 2^a*.
- *Escherichia coli*. Enteroinvasiva (EIEC) y enterotoxigénica (ETEC).
- *Aeromonas hydrophila*
- *Vibrio cholerae* no O1 no toxigénico (un caso).

Se presenta un cuadro resumen (cuadro 7) con aquellos lugares en los cuales se presentaron brotes de diarrea entre 1997 y setiembre de 2003, y que tienen realizado el análisis del grado de riesgo (Programa Vigilancia Sanitaria). El cuadro se presenta por lugar de ocurrencia, número de personas afectadas, principales patógenos aislados y ubicación en el programa de Vigilancia Sanitaria con el grado de riesgo y prioridad

1. La serotipificación y confirmación de cepas bacterianas, fué realizada por el Centro Nacional de Referencia en enfermedades diarréicas y cólera del INCIENSA. Costa Rica.

de acciones correctivas. Como resultado podemos observar que de los veintisiete acueductos afectados el 24% se encontraban en Grado de Riesgo Intermedio, código verde; el 32% en grado de riesgo Alto, código amarillo y el 36% en grado de riesgo

Muy Alto, código rojo. En resumen tenemos que en la mayoría de los brotes de diarrea el grado de Riesgo va desde Muy alto hasta Intermedio, lo cual implica una prioridad de acciones correctivas de la infraestructura del acueducto, desde Mediana hasta urgente.

CUADRO 7
RELACIÓN ENTRE GRADO DE RIESGO Y BROTES DE DIARREA
COSTA RICA 1997 -2003

FECHA	PUNTO DE MUESTREO	PERSONAS AFECTADAS	MICROORGANISMO AISLADO	CÓDIGO COLORES	GRADO RIESGO	PRIORIDAD ACCIONES
21-Ago-97	Naranjo	90	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter aerógenes</i> <i>Citrobacter freundii</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i>		MUY ALTO	URGENTES
22-Mar-99	Barrio Jesús Santa Bárbara.	730	<i>Shigella sonnei</i> y <i>Escherichia coli</i>		INTERMEDIO	MEDIANA
23-Mar-99	Santa Bárbara Centro. Heredia.	74	<i>Enterobacter agglomerans</i> y <i>Citrobacter freundii</i> <i>Proteus mirabilis</i>		ALTO	ALTA
24-Mar-99	San Pedro de Barva de Heredia	15	<i>Salmonella serogrupo B</i> y <i>Escherichia coli</i>		ALTO	ALTA
10-Nov-99	Grecia Centro	>300	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter agglomerans</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>		ALTO	ALTA
24-Feb-00	Palmares. Alajuela	211	<i>Escherichia coli</i> , <i>Providencia alcalifasciens</i> , <i>Proteus vulgaris</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Enterobacter agglomerans</i> y <i>Morganella morganii</i>		MUY ALTO	URGENTES
18-Feb-00	Centro Penitenciario La Reforma.	300	<i>Aeromonas hydrophila</i> y <i>Escherichia coli</i>		INTERMEDIO	MEDIANA
12-May-00	Hospital de Ciudad Neilly	>60	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter aerógenes</i>		MUY ALTO	URGENTES

FECHA	PUNTO DE MUESTREO	PERSONAS AFECTADAS	MICROORGANISMO AISLADO	CÓDIGO COLORES	GRADO RIESGO	PRIORIDAD ACCIONES
31-May-00	Santa Bárbara Centro. Heredia.	>118	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus sp.</i> y <i>Aeromonas sp.</i>	[Green]	INTERMEDIO	MEDIANA
11-Jul-00	Los Olivos y San Bosco de Monteverde de Puntarenas	16	<i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Klebsiella sp</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i>		INTERMEDIO	MEDIANA
08-Ago-00	Río Segundo de Alajuela.	3*	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter agglomerans</i> , <i>Proteus vulgaris</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i>		INTERMEDIO	MEDIANA
21-Sep-00	Santa María de Dota -Centro.	41	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter sp.</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i>	[Yellow]	ALTO	ALTA
21-Sep-00	Guayabal de Dota.	22	<i>Escherichia coli</i> , <i>Citrobacter diversus</i> y <i>Proteus sp.</i>		ALTO	
21-Sep-00	Cuesta Cedral de Dota.	17	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i>		ALTO	ALTA
08-Dic-00	Palmares. Fábrica de Medias y Calcetines. Pozo interno	40	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumonia</i> , <i>Citrobacter sp.</i> , <i>Proteus vulgaris</i> y <i>Serratia sp.</i>	[Red]	MUY ALTO	URGENTES
23-Feb-01	Alajuela Centro: Naciente La Chayotera	>700	<i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter agglomerans</i> , <i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	[Yellow]	ALTO	ALTA
	Red de distribución		Muestras negativas por bacterias.	[Red]	MUY ALTO	URGENTES
02-Mar-01	Santa María de Dota	58	<i>Shigella flexneri</i> y <i>Escherichia coli</i>	[Yellow]	ALTO	ALTA
02-Mar-01	San Rafael Este	32	<i>Shigella flexneri</i> y <i>Escherichia coli</i>	[Red]	MUY ALTO	URGENTES
16-Mar-01	Centro de Adaptación. Dr.Gerardo Rodríguez	160	<i>Escherichia coli</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i>	[Green]	INTERMEDIO	MEDIANA

FECHA	PUNTO DE MUESTREO	PERSONAS AFECTADAS	MICROORGANISMO AISLADO	CÓDIGO COLORES	GRADO RIESGO	PRIORIDAD ACCIONES
19-Sep-02	Orosi de Paraiso de Cartago	10	<i>Salmonella othmarschen</i> , <i>Escherichia coli</i> ,		INTERMEDIO	MEDIANA
2-Oct.-02	Pueblo Nuevo de Cabagra Buenos Aires	22	<i>Salmonella javiana</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Providencia</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Morganella</i> y <i>Proteus</i>		MUY ALTO	URGENTES
9-Oct-02	Talamanca Amubri, Cachabré y Suiro	>50	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Enterobacter agglomerans</i> y <i>Aeromonas sobria</i>		MUY ALTO	URGENTES
26-Feb-03	Santa Bárbara de Heredia	199	<i>Enterobacter aerógenes</i> y <i>E. Agglomerans</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Citrobacter freundii</i>		INTERMEDIO	MEDIANA
02-Mar-03	Santa María de Dota	61	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Citrobacter freundii</i>		ALTO	ALTA
2-Set-03	Turrubares	70	<i>Salmonella javiana</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Aeromonas sobria</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i>		MUY ALTO	URGENTES

Discusión

El programa de Vigilancia Sanitaria fue diseñado para utilizarse en sistemas de abastecimiento de agua, dado que la información obtenida facilita la toma de decisiones a la hora de implementar las medidas correctivas o para la asignación de recursos destinados a efectuar mejoras relacionadas con los suministros de agua, a la población. Actualmente el mayor problema que se tiene en los países en vías de desarrollo

para poder emitir un criterio o para poder juzgar lo adecuado del servicio de suministro de agua está en la dificultad para determinar, principalmente en zonas rurales, la calidad del agua para consumo humano y poder relacionarla con el riesgo a enfermarse. Mientras en Costa Rica se han realizado enormes esfuerzos para que todas las poblaciones urbanas y rurales dispongan de agua en sus casas (incluyendo cantidad y continuidad), todavía existen lugares en los cuales se han realizado escasos esfuerzos

para lograr que el agua que se brinda a las comunidades sea apta para el consumo humano, de ahí que en nuestro país, con una cobertura de agua intra domiciliar del 98%, solo el 71% de la población recibe agua de calidad potable (de acuerdo al Informe Anual 2003 del LNA). Por lo que este tipo de programa es una solución para nuestros países en donde muchas veces las comunidades no poseen dinero para costear los análisis de laboratorio que un programa de control de calidad exige. Con este programa, las comunidades pueden efectuar sus inspecciones sanitarias y tratar de controlar los factores de riesgo que posean sus acueductos, mientras efectúan las mejoras tarifarias que les permitan implementar un Programa de Control de Calidad del agua. El programa de Vigilancia Sanitaria tiene la ventaja de involucrar al personal responsable de los acueductos, pues son ellos los que con cierta periodicidad deben ir a realizar las inspecciones sanitarias de sus sistemas de agua, utilizando fichas de campo muy sencillas para detectar los posibles problemas que ocasionan la vulnerabilidad del acueducto a contaminarse con microorganismos.

Es importante tener en consideración que aunque esta clasificación no incluye los resultados físico químicos, estos deben revisarse previo a tomar las medidas definitivas para asegurarse no existan problemas serios de calidad en este aspecto. También es recomendable, siempre que sea posible, que en aquellos puntos donde la calidad del agua

esté en las categorías D y E, se efectúen remuestreos para comprobar que los resultados obtenidos son constantes y no se deben a una situación puntual pasajera.

Considero importante destacar dos problemas comunes encontrados: en muchos acueductos no se tenía el conocimiento básico de como estaban diseñados sus sistemas de agua, únicamente unos pocos trabajadores, principalmente los fontaneros, los conocían; por lo tanto tampoco tenían croquis ni esquemas de los mismos. El otro problema encontrado fue que aunque a cada municipalidad pertenecen varios sistemas de agua, solamente tienen un dato global de la población abastecida, por lo que desconocemos el dato exacto de cuantos usuarios son abastecidos en cada sistema. Esto representa una dificultad, pues cada sistema tiene diferente grado de riesgo y vulnerabilidad.

Dentro de los principales logros que se obtienen con este programa están:

- La Vigilancia Sanitaria de los servicios de abastecimiento de agua provee una estructura para dar prioridad racional a las inversiones en el sector del agua y por lo tanto conlleva una reducción en el riesgo de exposición a las enfermedades asociadas con servicios de abastecimiento insatisfactorios.
- Este programa desarrolla una metodología apropiada que puede ser aplicada tanto en sectores rurales como urbanos.

- Los mecanismos que llevan a asegurarse los máximos beneficios de esta vigilancia pueden resumirse en el continuo esfuerzo que se realiza para alcanzar los estándares en todos los sistemas de suministro de agua potable; entendiéndose por estándares todo lo relacionado a calidad, cobertura, continuidad, costo, cantidad y materiales.
- EL desarrollo inherente que el programa conlleva de actividades educativas a todos los niveles, con la finalidad de crear en las personas una conciencia sobre la importancia del agua y la salud, del ambiente y del mantenimiento de las estructuras de sus sistemas de abastecimiento.
- El proporcionar un sistema para darle prioridad a las inversiones, lo cual se relaciona directamente con el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes al contribuir a disminuir el riesgo de contaminación en las instalaciones de los sistemas de abastecimiento de agua y contribuir a la expansión y mejoramiento de los servicios.
- La característica predictiva de los resultados, lo cual facilita el tomar decisiones previo a que ocurra un evento de contaminación que pueda provocar un brote de diarrea en los usuarios con aumentos en la morbi-mortalidad de la población.
- La disminución de la vulnerabilidad de un acueducto y del grado de riesgo a contraer enfermedades de transmisión hídrica que se da posterior a presentarse un brote de diarrea, asociado a las mejoras efectuadas en las estructuras que componen dicho acueducto.

En resumen, la atención inmediata de un brote de diarrea, lleva a reducir la cantidad de usuarios afectados, además la valoración del grado de riesgo en estos lugares nos facilita una herramienta importante para realizar las mejoras necesarias. Aunque lo ideal es efectuar este programa previo a que se presenten los eventos que enfermen a la población y que pueden causarle la muerte a algunos usuarios como ya ha sucedido. Además, demuestra que en circunstancias especiales es recomendable el realizar además del control de calidad del agua con indicadores microbiológicos (coliformes termotolerantes y *E.coli*), estudios específicos de detección de patógenos.

Los principales problemas encontrados en este estudio en los acueductos analizados, están relacionados a factores ubicados en dos categorías:

- Deficiencias en el estado y mantenimiento de las estructuras que componen el acueducto.
- Deficiente calidad microbiológica del agua utilizada para consumo humano: bebida, preparación de alimentos y labores higiénicas.

Enumerando los problemas asociados a los dos puntos anteriores, tenemos: captaciones y tanques de almacenamiento en condiciones inseguras para evitar la contaminación del agua, tapas no sanitarias y sin sistema de

seguridad (candado, tornillo), paredes de los tanques agrietadas o herrumbradas, presencia de sedimentos en el interior de los tanques, lo que evidencia falta de limpieza y mantenimiento, tuberías con fugas, zonas en la red de distribución con presiones bajas o con cortes de agua que afectan la continuidad del servicio, carencia de cercas de protección que impidan el acceso de personas y animales a las captaciones o los tanques de almacenamiento, deficiente calidad microbiológica y físico química del agua superficial captada, ausencia de sistemas de tratamiento y/o desinfección del agua, etc. Estas situaciones conllevan a infraestructuras inadecuadas, convirtiéndose en un círculo vicioso, en donde la infraestructura se deteriora y no se dispone de fondos para repararla, con lo que simultáneamente la calidad del agua empeora al estar expuesta a la contaminación ambiental.

Con la experiencia acumulada durante estos siete años atendiendo los brotes de diarrea coordinadamente con otras instituciones del sector salud, hemos podido observar que después de un brote de origen hídrico que afecte a la población en una comunidad, se logra que se realicen una serie de mejoras en el acueducto que los abastece, relacionadas con los problemas sanitarios detectados, observándose el mejoramiento en la calidad microbiológica del agua y disminuyendo el grado de riesgo y la vulnerabilidad del sistema. Como se observa en el cuadro 7, cuando no se realizan mejoras, los brotes se repiten año con año en la misma

comunidad. Los resultados del programa tienen carácter predictivo, por lo que deben de utilizarse para evitar la ocurrencia de brotes de diarrea en la población.

Es importante el implementar este tipo de programas, no sólo en acueductos involucrados en la transmisión de enfermedades de origen hídrico, sino en todos los acueductos en general, con lo cual se pueden implementar las medidas correctivas previo a la ocurrencia de eventos de contaminación que provoquen problemas de salud en los usuarios y pueden establecerse las probabilidades de que eventos de esta índole ocurran asociados a los grados de riesgo existentes en cada localidad.

Agradecimientos

Agradezco la colaboración del personal del Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), por haber hecho posible la implementación del programa de Vigilancia Sanitaria del Agua para acueductos, en la atención de brotes de diarrea. A Felipe Portugués por su colaboración en la adaptación del programa de vigilancia municipal para ser utilizado en los acueductos de AyA.

Referencias Bibliográficas

- Clesceri L. Greenberg A. & Eaton A. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington DC: American Public Health Association. 1998. 20th Edition. p.9-227.
- Lloyd,B. & Helmer,R. **Surveillance of Drinking Water Quality in Rural Areas**. New York: John Wiley & Sons. 1991. Pp.166.
- Organización Mundial de la Salud. **Guías para la calidad del agua potable: Vigilancia y control de los Abastecimientos de Agua a la Comunidad**. Ginebra: WHO. 1993 p.18-45.

- Reglamento de Calidad del Agua Potable.** La Gaceta No100. Costa Rica. 1997.
- Valiente,C. 1999. **Vigilancia Sanitaria del Agua: un nuevo enfoque para Municipalidades de Costa Rica.** En: Revista Costarricense de Salud Pública. 1998. 8(15) p.
- Valiente C. y Mora D. 2002. **El papel del agua para consumo humano en los brotes de diarrea reportados en el periodo 1999-2001 en Costa Rica.** Rev. Costarricense de Salud Pública, Año 11. (20): p. 26-40.
- Valiente,C. & Pedley,S. **Sanitary Surveillance in Costa Rica's Municipalities.** En: **Waterlines**, London. 1997. 16(1) p.6-9.
- Valiente C y Portuguez F. **Programa de Vigilancia Sanitaria para Acueductos de AyA.** Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. 2000.
- WHO/UNICEF. **Global Water Supply and Sanitation. Assessment 2000 Report.** 2001 En: http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/globassessment/foreword1.html
- World Health Organization. **WHO Highlights Global Impact of Unsafe Water.** Reuters Health Information. 2001. En: <http://id.medscape.com/reuters/prof/2001/03/03.23/20010322publ002.html>
- World Health Organization. **WHO Highlights Global Impact of Unsafe Water.** Burden of Disease and Cost-Effectiveness. 2000. En: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/burden/en/print.html
- World Health Organization. **WHO Safe Water and Sanitation.** 1999. En: <http://www.wpro.who.int/pdf/rcm51/rd/bhpc-1b.pdf>
- World Health Organization. **WHO/OMS Water and Sanitation.**1998. En: <http://www.who.int/int-fs/en/fact112.html>

MODELO PARA LA CUANTIFICACIÓN Y DESAGREGACIÓN DE LAS PÉRDIDAS EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE COMO HERRAMIENTA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PROGRAMA EFICIENTE DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS



Juan Carlos Vindas Villalobos¹

RESUMEN

El tema de las pérdidas de agua o agua no contabilizada en los sistemas de agua potable es una circunstancia prevalectante y constante en todo acueducto, al cual debe dársele la importancia que requiere su precisa cuantificación, de modo que permita conocer sus verdaderos orígenes. Su conocimiento permite a las áreas de diseño y optimización garantizar la vida útil de sus proyectos, así como a las áreas operativas y comerciales desarrollar programas eficientes para su control y reducción. Por otra parte, todo ente operador debe dedicar recursos a la determinación de las causas que provocan las pérdidas de agua, ya que en principio, desde el punto de vista ambiental, económico y financiero se requiere cada vez un uso más eficiente del recurso hídrico, por los beneficios que esto conlleva para la empresa y por ende también para la sociedad. Otro aspecto por tomar en cuenta es la situación económica de los países latinoamericanos, la cual ha provocado que los recursos destinados al desarrollo de proyectos de agua potable y saneamiento a través del tiempo, sean menores en términos reales, por tanto es imprescindible garantizar que los Programas de Reducción de Pérdidas que se emprendan; sean eficientes. Lograr lo anterior implica tener la certeza de ejecutar proyectos rentables que efectivamente contribuyan a la reducción de las pérdidas, lo cual no se logra si no se tiene plena certeza de cuales son las causas o problemas que se deben combatir. Estas apreciaciones son las que motivaron a investigar y desarrollar el modelo, sistematizado en "Excel", para cuantificar y desagregar las pérdidas de agua en un sistema de acueducto, como herramienta para el establecimiento de un programa eficiente de reducción de pérdidas.

Palabras clave: programa eficiente de reducción de pérdidas

Introducción

En el marco del III Foro Mundial del Agua celebrado en Kioto – Japón, el pasado

mes de marzo de 2003, se presentó el *Informe sobre el Desarrollo Mundial del Agua*, el cual informa que para mediados del presente siglo alrededor de 2.000 millones de habitantes de

¹MBA /Ingeniero Civil /Analista Financiero. Director Programa Control de Pérdidas AyA. jvindas@aya.co.cr / jvindas2003@yahoo.com.mx

48 países sufrirán, de no tomarse medidas de forma inmediata, escasez de agua.

Indica que la demanda de agua crece día a día a un ritmo pasmoso e insostenible, mientras que las fuentes disminuyen drásticamente a consecuencia del constante crecimiento urbano, la contaminación desmedida y la creciente y constante tala de bosques.

El panorama es sombrío y se advierte que ningún país del mundo podrá evitar las repercusiones de la crisis del agua.

La problemática se agravará al convertirse la *crisis del agua* en un problema de salud pública que amenazaría a la sociedad con el aumento de la incidencia de enfermedades de origen hídrico.

Ante este panorama y situación descrita, es evidente que todo país y en especial las empresas operadoras, deben tomar conciencia y proceder a ejecutar acciones que permitan garantizar a la población un adecuado servicio de abastecimiento de agua potable a futuro.

Costa Rica es un país privilegiado por los recursos naturales con que dispone y en especial con las fuentes de recurso hídrico, no obstante su utilización debe ser racional y en armonía con el medio ambiente.

Para el año 2002 el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, para poder satisfacer la demanda de sus usuarios, disponía de una producción anual total aproximada de

110.000.000 m³. Sin embargo, se estima que el promedio nacional de sus sistemas presentan pérdidas de al menos un 50%.

Evidentemente esta situación no es la óptima si se desea prevenir los problemas de escasez que se pronostican a futuro.

El Informe sobre el Desarrollo Mundial del Agua anota que la disminución del impacto de la crisis del agua dependerá del crecimiento que siga la población y de la aplicación de políticas adecuadas a la situación prevaleciente, en donde se atribuyen como causas de la escasez las siguientes circunstancias:

- Falta de conciencia sobre la magnitud del problema.
- Conducta de los usuarios del servicio.
- Inercia de los dirigentes, que no han adoptado medidas correctivas.

En este sentido AyA al tener la responsabilidad nacional de proporcionar y garantizar el servicio de agua potable a futuro, debe tomar las acciones que correspondan para minimizar la amenaza de la *crisis del agua* que se pronostica sucederá dentro de 50 años.

Programas de uso eficientes del agua

La conciencia y la preocupación mundial por el uso racional del recurso agua y su desarrollo sostenible, se ha incrementado en los últimos años ante el constante crecimiento de la población de las zonas urbanas y la necesidad de satisfacer a plenitud el servicio básico de agua potable; situación esta, que se

agrava ante los problemas ambientales por causa de la contaminación y la deforestación, que limitan cada vez las fuentes de abastecimiento.

Dentro de los principales problemas de abastecimiento que afrontan los centros urbanos están:

- el agotamiento de las fuentes de producción.
- la contaminación de las fuentes.
- los altos costos de captación, tratamiento y distribución.
- disponibilidad de financiamiento y capacidad de endeudamiento.
- los conflictos generados por los intereses de los diferentes usuarios de las fuentes.

No obstante las circunstancias descritas, en muchas ciudades los porcentajes de pérdidas de agua existentes son elevadas, aspecto este, que incrementa la gravedad de la situación, y hace imperiosa la necesidad de tomar acciones al respecto.

En la década de los setentas en Estados Unidos ante las grandes sequías que azotaron el suroeste de dicho país, surgieron las primeras acciones de uso eficiente del agua, las cuales conforme pasó el tiempo se convirtieron en verdaderos programas.

En un principio fueron programas emergentes, no obstante su eficiencia y la cada vez más limitada oferta de agua, los han convertido en programas de mediano y largo plazo, siendo en la actualidad una necesidad el incorporar el control y la reducción de pérdidas

como una labor más dentro de las actividades operativas a través de una nueva cultura operativa de cara al futuro, por cuanto, dicha actividad es intrínseca a todo el quehacer empresarial de un operador de sistemas de acueducto.

En la actualidad para muchos países y sus principales ciudades los programas de uso eficiente del agua no constituyen una opción más por considerar, sino más bien representa la única.

Los programas exitosos de uso eficiente del agua de carácter nacional o empresarial deben estar definidos con una visión integral por lo que deben estar conformados por actividades básicas, entre las cuales se puede destacar:

- establecimiento de políticas nacionales o empresariales, según corresponda.
- definición y establecimiento de programas eficientes de reducción de pérdidas.
- establecimiento de objetivos por alcanzar (ambientales, sociales, económicos, financieros, operativos, etc.).
- definición, establecimiento y priorización de programas de mejoras operativas y comerciales.
- definición y establecimiento de programas educativos dirigidos a la población.
- definición y establecimiento de estrategias tarifarias.

Programas de reducción de pérdidas

La globalización de la economía y de la información misma, en asociación con el desarrollo de redes mundiales, ha permitido que

la sociedad tenga acceso a la información a través de Internet en tiempo real. De igual forma la masificación de los medios de comunicación y la competencia comercial cada vez mayor, han impulsado a las sociedades a ser cada vez más exigentes en la satisfacción de sus necesidades, lo mismo que a requerir respuestas rápidas y al menor costo.

Esta situación ha favorecido el benchmarking e inducido a las empresas a buscar con mayor esfuerzo la modernización de sus estructuras y procesos, como única vía para garantizar la permanencia empresarial en un mundo económico cada vez más competitivo.

En las empresas de agua, el nivel de agua no contabilizada (ANC) es considerado como un indicador clave de excelencia, por tanto cualquier esfuerzo de modernización debe redundar en una reducción de dicho índice.

Los sistemas con niveles de A.N.C. del 10% se consideran eficientes y estos se presentan en los sistemas de países desarrollados en ciudades como París (Francia) y Los Angeles (EUA). Sistemas con porcentajes entre 10% y 20% se siguen considerando eficientes y exitosos. Se considera que el límite superior aceptable es de 25% (valor indicado por el Banco Mundial), índices superiores a este valor implican deficiencias en la gestión operativa y comercial de una empresa.

Por ello al nivel de pérdidas no sólo se le ha relacionado como un reflejo del estado de las

instalaciones o de las redes, sino también como es un reflejo del nivel de gestión operacional actual o anterior.

Como consecuencia de lo indicado, las empresas que han desarrollado programas exitosos de reducción de pérdidas han considerado dicho programa como un tema estratégico institucional, es decir, han establecido los programas de control y reducción de pérdidas como un medio para alcanzar objetivos que le permitan mejorar su gestión operativa:

- Aumentar facturación.
- Disminuir costos operativos.
- Disminuir nivel de explotación de las cuencas.
- Disminuir la contaminación.
- Aumentar la oferta de agua.
- Mejorar imagen empresarial.
- Aumentar cobertura.
- Posponer inversiones en producción.

Condiciones básicas para el éxito de un programa de reducción de A.N.C.

En el ámbito técnico nadie discute los beneficios de ejecutar programas de reducción de pérdidas. Por otro lado, no es tampoco un tema del cual conozcan pocos, ya que igualmente son muchos, por no decir que todos, los técnicos en sistemas de acueducto que conocen que tipo de proyectos forman parte de un programa de control y reducción de pérdidas. Por tanto, no es una materia que está circunscrita sólo a consultores o expertos en el tema.

Lo importante para establecer un programa de control y reducción de pérdidas es contar con una metodología clara y práctica que permita determinar la magnitud y composición de las pérdidas.

Es por ello que los conocedores del tema y de mayor experiencia recomiendan siempre como regla de oro nunca iniciar una Programa de Reducción de ANC sin tener absoluta claridad de donde está el problema, es decir cuales son las variables que contribuyen y en que magnitud.

Como parte importante de la metodología se requiere también una buena medición del Índice de Agua No Contabilizada (IANC), tener claridad de donde medir, cuando medir, con qué medir (nivel de precisión) tanto agua producida como facturada, y asegurarse que los resultados comerciales (información) sean concordantes con los sistemas operativos en análisis.

Además de lo anterior es necesario que existan ciertas condiciones básicas para dar inicio y garantizar la eficacia de un programa de reducción de pérdidas, entre ellas las principales están:

- Debe existir conciencia institucional de la importancia del programa.
- Debe contar con el respaldo y aprobación de la alta administración.
- Debe ser un programa concebido con carácter y visión integral.
- Debe ser un programa que responda a los objetivos institucionales definidos.
- Debe constituir parte integral de la gestión operativa de la empresa.

- Debe implementarse un cambio de cultura operativa con énfasis al control de pérdidas (operativo y comercial).
- No debe ser un programa puntual, debe ser una gestión permanente.
- Debe basarse en consideraciones de rentabilidad (económica, social, ambiental).
- Debe contar con una metodología global (diagnóstico y cálculo).
- Debe poseer un sistema de información oportuno y veraz.
- Debe basarse en la medición de resultados.
- Debe tener responsables definidos.

Beneficios de los programas de reducción de A.NC.

El control de las pérdidas de un sistema de acueducto es el programa de mayor rentabilidad que pueda emprender la empresa y sus beneficios no sólo se limitan al campo financiero, ya que pueden incluir también réditos sociales y ambientales. Dentro de esto beneficios están:

FINANCIEROS:

Aumento en facturación por:

- Incorporación de servicios ilegales.
- Eliminación de problemas de subregistro.
- Eliminación de micromedidores con problemas de lectura (parados, no localizados, obstruidos, en propiedad privada, etc.).
- Eliminar ajustes a la facturación.

Disminuir costos por:

- Reducción del volumen de agua por tratar.
- Mejorar las condiciones de operación de los sistemas y reducir costos de bombeo.

- Disminuir costos de tratamiento de agua cruda y de aguas negras al reducirse el volumen de agua por tratar.
- Disminuir el número de reparaciones por problemas de presión, mala construcción, calidad de materiales, efecto de tránsito vehicular, etc.

Disminuir costos de inversión

- Al permitir priorizar de manera ordenada y planificada planes de inversión de mínimo costo y financiamiento rentable.
- Al aplazar el tiempo de ejecución de las inversiones pues permite aumentar la vida útil de la capacidad instalada de la infraestructura al reducir la demanda actual de los servicios.

AMBIENTALES:

La reducción de pérdidas conlleva beneficios por cuanto:

- Implica una menor tasa de explotación del recurso agua.
- Se requiere un menor esfuerzo para la recuperación del ecosistema.
- Son menores los volúmenes de agua contaminada que recibe el ecosistema.

SOCIALES:

Los beneficios sociales se enfocan en:

- Calidad de vida al mejorar los servicios de agua potable y disminuir enfermedades de origen hídrico.
- Ampliación de las coberturas de servicio al disponer de mayor volumen para la oferta.
- Equidad social al estar el 100% de los usuarios del sistema registrados, eliminando

la carga que representan los costos operativos de los usuarios clandestinos y otros por problemas de micromedición.

- Calidad del servicio, al eliminar problemas de cantidad, continuidad y presión.
- Mejora relación cliente - empresa.

¿Qué es el agua no contabilizada (ANC)?

El Agua No Contabilizada resulta de la diferencia entre el volumen de agua que produce un sistema (propia o externa) y el volumen que se entrega y factura a los usuarios del mismo.

Se calcula mediante un indicador porcentual llamado Índice de Agua No Contabilizada (IANC), que representa la relación entre el volumen total que se suministra a la red y el volumen de agua que se factura a los usuarios en determinado período, a saber:

$$\text{IANC (\%)} = \frac{V_p - V_f}{V_p}$$

Donde:

V_p: Es el volumen de agua producido en m³ para el período de análisis.

V_f: Es el volumen de agua facturado en m³ para el período de análisis.

El I.A.N.C. no sólo representa las pérdidas físicas (metros cúbicos) del sistema sino que también indirectamente muestra de algún modo las pérdidas financieras, no siendo estas últimas proporcionales.

Las pérdidas de un sistema de acueducto de conformidad con sus características se dividen en pérdidas físicas y pérdidas comerciales.

Agua no contabilizada (A.N.C.) y agua no facturada

En el caso de pérdidas de agua se utiliza con mucha regularidad el término de agua no contabilizada (A.N.C.) para incluir todo tipo de pérdida, física o comercial y si esta es facturada o no y si se puede contabilizar o no.

El término agua no contabilizada se relaciona con la diferencia que se calcula entre el total de agua producida y registrada y el agua total facturada, por tanto incluye todos los casos.

No obstante es claro que puede existir divergencia de criterios a la hora de calificar el tipo de pérdidas, sin embargo se propone para facilidad utilizar el término de Agua No Contabilizada para tratar el tema de pérdidas de agua en general.

Pérdidas físicas y pérdidas comerciales

Pérdidas Físicas

Las pérdidas físicas son aquellas que están relacionadas con los diferentes componentes del sistema. Se toman en cuenta las fugas en tuberías, en accesorios, fugas en estructuras, tales como rebalses e infiltraciones (desarenadores, plantas de tratamiento, tanques). Se dividen en fugas visibles y no visibles.

Pérdidas Comerciales

Son aquellas relacionadas con el proceso

comercial a saber: consumos fraudulentos, no facturados, volúmenes no contabilizados por problemas en los micromedidores (subregistro), por medidores parados, medidores no localizados, medidores en propiedad privada, volúmenes no contabilizados por falta de micromedición, por ajustes a la facturación.

Existen prácticas también de crear una clasificación adicional a la anterior y se refiere a las:

Pérdidas por usos no Facturados

Estos constituyen el componente de las pérdidas que están relacionados con las cantidades de agua que a pesar de ser utilizadas, no son incorporadas al sistema de facturación comercial, por tanto no reditúan ingresos para el operador del sistema. Se pueden incluir en este grupo los consumos operacionales, consumos especiales (hidrantes, fuentes ornamentales, camiones cisternas, lagunas, precarios, asentamientos, eventos especiales, etc.), además de los consumos fraudulentos o clandestinos.

No obstante lo anterior para efectos del modelo en "Excel" propuesto se mantendrá la clasificación tradicional entre pérdidas físicas y pérdidas comerciales.

De las pérdidas descritas las pérdidas físicas o técnicas son las que representan las verdaderas pérdidas de agua de un sistema, mientras que las dos clasificaciones siguientes (comerciales y usos no facturados)

corresponden a pérdidas aparentes ya que de alguna manera prestan un beneficio. Sin embargo, es factible realizar dicha clasificación en el modelo si el administrador considera conveniente realizar esta separación.

Desagregación de las Pérdidas

Un elemento fundamental para la estructuración de un eficaz programa de reducción de pérdidas es conocer el origen o causas que contribuyen al total de pérdidas de agua de un sistema de acueducto.

El total de pérdidas de un sistema de distribución está conformado tanto por pérdidas comerciales, pérdidas físicas y pérdidas por usos no facturados.

Por tanto es importante conocer en que proporciones contribuyen las causas comerciales y en cuanto las causas técnicas. Es por ello que reviste de crucial importancia la desagregación de cada una de ellas.

Por lo general y de conformidad con la realidad en AyA y a la factibilidad de obtención de información las pérdidas comerciales y físicas se pueden desagregar en:

Importancia de la Desagregación de las Pérdidas

Para garantizar una administración y operación eficiente en un sistema de acueducto es fundamental conocer la composición de las pérdidas, ya que ello permite conocer las causas de las mismas.

PÉRDIDAS COMERCIALES

- Pérdidas por error en micromedición.
- Pérdidas por servicios sin medición.
- Pérdidas por medidores parados.
- Pérdidas por medidores no localizados.
- Pérdidas por medidores en propiedad privada.
- Pérdidas por conexiones clandestinas.
- Pérdidas por ajustes en facturación.

PÉRDIDAS FÍSICAS

- Pérdidas en Plantas de Tratamiento.
- Pérdidas en Tanques de Almacenamiento.
- Pérdidas por reparación de fugas visibles.
- Pérdidas por fugas visibles y no visibles.
- Pérdidas por consumos especiales sin medición.

Total Pérdidas de Distribución = Pérdidas Comerciales + Pérdidas Físicas

Una administración operativa y financiera eficiente implica dirigir los recursos a aquellas acciones que garantizan el aporte de mayor valor agregado al objetivo que se persigue.

Así las cosas, el conocer el origen de las pérdidas permitirá enfocar los esfuerzos operativos y financieros a disminuir o eliminar dichas causas garantizando que las mismas se han realizado en función de la obtención de una rentabilidad positiva (económica, social, ambiental), es decir, se ejecutó el proyecto que más contribuye a disminuir las pérdidas y el de menor costo por punto porcentual de pérdida eliminada.

Además de lo anterior, debe tomarse en cuenta que el IANC es un fiel reflejo de nuestro nivel operativo, esto quiere decir que: Altas pérdidas implican mala gestión, Bajas pérdidas

significan buena operación del sistema. Esto muestra otro de los aspectos importantes de conocer la composición de las pérdidas, el cual es indicar en qué aspectos operativos se está fallando o presenta debilidades, para así proponer y desarrollar actividades que mejoren la gestión.

Objetividad en la Reducción de las Pérdidas

Los altos índices de agua no contabilizada que presentan muchas de las empresas operadoras de agua ha sido considerado por muchos críticos de los modelos de gestión existentes, como la principal causa de todos sus males, especialmente la de la baja capacidad financiera, por ser este último el motor para generar proyectos de mejoras y ampliación de los sistemas.

Es por ello que muchos recomiendan iniciar proyectos de reducción de pérdidas justificando su ejecución en los ingresos adicionales que se logran si se lograra reducir las pérdidas.

No obstante lo anterior, debe tenerse presente que, si bien es cierto que no es racional perder grandes volúmenes de agua y al mismo tiempo seguir invirtiendo en mayores fuentes de producción, tampoco lo es tratar de reducir las pérdidas por debajo de los niveles óptimos sin importar la rentabilidad (beneficios vrs costos) de dicho proyecto, es decir reducir pérdidas sin cuantificar sus costos.

Costos y Beneficios de Reducir Pérdidas

Toda empresa eficiente y responsable antes

de ejecutar un proyecto realiza un análisis y evaluación del mismo, entre ellos el análisis económico. La racionalidad dice que si los beneficios económicos de ejecutar un proyecto son mayores que sus costos de ejecución, el proyecto es viable, de lo contrario no se recomienda por ser deficitario.

En este sentido no cabe duda que reducir las pérdidas de agua en un sistema, tiene beneficios (financieros, ambientales y sociales), pero también se debe tener claro que reducir las pérdidas tiene un costo. Es por ello que en una sana y correcta administración empresarial ambos conceptos deben tener igual prioridad a la hora de decidir iniciar un proyecto de reducción de pérdidas.

Por tanto sólo en la medida en que los beneficios sean mayores que los costos se justifica la inversión, caso contrario su ejecución es un error.

El mito de los Ingresos Adicionales Reducción de Pérdidas

Por lo general las pérdidas relacionadas con aspectos comerciales implican que la empresa está produciendo agua y la misma es consumida por los usuarios, pero a estos no se les está facturando el monto correcto por el volumen realmente consumido.

Este es el caso de los usuarios con medidor con problemas de subregistro, detenido, no localizado y en propiedad privada. De igual forma sucede con el usuario con servicio fijo y ni que decir, el cliente clandestino.

Los programas de reducción de pérdidas que se dirijan a corregir estos problemas, evidentemente significarán un aumento en la facturación. Sin embargo, este incremento en la facturación no será igual o equivalente al valor del volumen de pérdidas reales. Lo anterior tiene su explicación en el patrón de comportamiento del usuario, que cuando no paga el servicio su consumo será el máximo posible (cultura de desperdicio y fugas), pero cuando tiene que pagar, su comportamiento es uso racional inducido por el pago, por tanto la empresa recibirá un incremento en la facturación equivalente a un servicio con consumo promedio al de los usuarios con medición efectiva.

Por otro lado, la reducción de pérdidas físicas no implican aumento en la facturación, por cuanto todas las fugas o rebalses nunca llegan a consumirse, pues todas se infiltran en el suelo. No obstante, los beneficios son la reposición de inversiones, al disponer de mayor oferta de agua igual a volumen de pérdida eliminado e igualmente una reducción de costos en reparación de fugas y costos de producción, tratamiento y bombeo, también equivalente al costo de producir un volumen igual al de la pérdida resuelta.

El tener claro lo anterior, ayuda con la definición de los objetivos que persigue una Institución al desarrollar un programa de reducción de pérdidas y justificar la inversión.

Si se desea aumentar facturación, se deben emprender acciones para disminuir las

pérdidas comerciales, las cuales también ayudan a aumentar la oferta de agua, por cuanto los usuarios tienden a consumir menos cuando son efectivamente bien medidos y están correctamente registrados.

Importancia del Análisis de los Costos de los Proyectos y sus Beneficios

Es un pensamiento común generalizado que la reducción de pérdidas sólo beneficios produce, ya sea un aumento en oferta de agua, mayor facturación o una combinación de ambos, sin interiorizar que para lograr esto, se debe incurrir en un costo.

Al reducir pérdidas a través de la ejecución de proyectos de inversión, se incurre en costos, los cuales por lo general serán más elevados cuando se trata de controlar pérdidas difíciles, además no necesariamente una pérdida fácil de detectar no implica una pérdida fácil de controlar y de bajo costo.

Desde esta perspectiva es importante indicar que el disponer de una metodología para la cuantificación de las pérdidas y su desagregación no garantiza una ejecución eficiente de un programa de reducción de pérdidas, ya que la cura del mal puede resultar más cara que la enfermedad. Se desprende entonces la importancia del análisis y la evaluación económica de los proyectos de solución desde el punto de vista de los objetivos por alcanzar (financiero, social y ambiental) para así priorizar los de mayor valor agregado en función de los beneficios por alcanzar.

¿Qué es un Programa Eficiente de Reducción de Pérdidas?

Un programa eficiente de reducción de pérdidas desde el punto de vista económico, es aquel cuyos resultados esperados (beneficios) son superiores a los costos de implementar dicho programa.

Para una correcta evaluación de los proyectos por ejecutar es necesario que se evalúen en escenarios de 5 ó 10 años, por cuanto en la mayoría de los casos, los costos de inversión son puntuales (únicamente en un año) y sus beneficios se recibirán por un tiempo mucho mayor (varía según sea el caso), de ahí la necesidad de evaluarlos en términos de valor presente y en períodos que comprendan el total de vida útil del proyecto.

Por tanto, además de identificar las causas de las pérdidas y cuantificar sus valores se hace necesario la evaluación económica de los proyectos para verificar su viabilidad (económica, social, ambiental) por lo que deben estudiarse cuidadosamente antes de ejecutar las acciones para garantizar la eficiencia del proyecto.

El Modelo de Cuantificación de Pérdidas

La sistematización del modelo como herramienta para la determinación y cuantificación de las pérdidas de agua en los sistemas de acueducto, fue elaborado en un archivo o libro de "Excel", el cual está

compuesto por 15 hojas electrónicas ligadas entre sí. Las diferentes hojas que componen el archivo se denominan de la siguiente forma:

- Detalle de Pérdidas.
- Balance de Agua.
- Caudales Mínimos.
- Compra de Agua Cruda o Tratada.
- Venta de Agua en Bloque.
- Pérdidas Especiales.
- Otras Pérdidas Operativas.
- Consumos Usuarios Medidos con Medidores Parados o No Localizados.
- Población y Estimación de Fraudulentos.
- Producción.
- Plantas de Tratamiento.
- Pérdidas en Tanques.
- Medidores con Subregistro.
- Ajustes a la Facturación.
- Facturación Neta.

La mecánica consiste en recopilar la información en cada una de las hojas electrónicas, las cuales están ligadas con la hoja electrónica Balance de Agua, en la cual se reúne toda la información para elaborar el Balance de Agua del sistema y proceder a calcular los distintos valores de las pérdidas. La hoja "Balance de Agua", por su parte, está ligada con la hoja "Detalle de Pérdidas", la cual muestra el resumen y la desagregación de las pérdidas del sistema en análisis. A continuación el detalle de las hojas indicadas:

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Región
Sistema de Acueducto de Composición de las Pérdidas de Agua

Concepto	Volumen de Pérdidas (m ³ /mes)	Porcentaje (%)
PERDIDAS COMERCIALES	67,986	9.2%
Pérdidas por error en micromedición	37,100	5.0%
Pérdidas por servicios sin medición	-	0 %
Pérdidas por medidores parados	9,201	1.2%
Pérdidas por medidores no ubicados	-	0 %
Pérdidas por medidores en propiedad privada	-	0 %
Pérdidas por servicios clandestinos	3,371	0.45%
Pérdidas por Refacturaciones	11,676	1.6%
Pérdidas por ajustes en facturación de Oficio	6,637	0.9%
PERDIDAS TECNICO-OPERATIVAS	286,684	38.7%
Pérdidas en tanques de almacenamiento	-	0 %
Perdidas Reparación de Fugas	5,068	0.7%
Consumos especiales sin medición	2,231	0.3%
Pérdidas en fugas visibles y no visibles	279,385	37.7%
TOTAL PERDIDAS SISTEMA DISTRIBUCION	354,670	47.9%
Pérdidas Comerciales	67,986	9.2%
Pérdidas Técnico Operativas Netas	284,453	38.4%
TOTAL PERDIDAS SISTEMA DISTRIBUCION NETA	352,439	47.6%

Detalle de Pérdidas

Balance de Aguas:

La hoja de “Balance de Aguas” está estructurada de forma tal que se distingue un apartado de “Información General” que contiene el número de servicios y la población abastecida por el sistema de acueducto. En segundo término; se encuentra el capítulo de “Información Comercial” que contiene toda la información referente a datos comerciales que permiten la cuantificación y desagregación de las pérdidas comerciales del sistema. Por

último, se tiene la sección de “Información Operativa”, la que reúne todos los datos necesarios para identificar, cuantificar y desagregar las pérdidas operativas.

De igual forma la plantilla fue elaborada para que la primera columna muestre la asignación de una variable a cada línea de información, con el objeto de facilitar la comprensión de los cálculos realizados en dicha hoja y que se indican en la última

columna de la plantilla denominada “procedimiento”.

La segunda columna pretende facilitar la visualización de la estructuración de los datos contenidos en el Balance de Agua, en función de las distintas secciones contenidas (Información General, Comercial y Operativa).

La tercera columna muestra el nombre de la variable el cual está ligado al contenido del dato numérico mostrado, la cuarta columna indica la unidad y la quinta, el valor absoluto o porcentual según corresponda.

La sexta columna “sitio” registra un dato de suma importancia que tiene como fin conocer de

donde procede, indicando el nombre de la hoja electrónica de la cual provienen. En el modelo, al situarse en la casilla del valor, se puede observar la dirección precisa: hoja electrónica y fila y columna respectiva. Cuando no se incluye el nombre de una hoja en una fila de la columna “sitio” y en su lugar aparece la palabra “fórmula” significa que el resultado aparecido en la casilla de la columna “valor” corresponde a un dato producto de operaciones propias dentro de hoja “Balance de Agua” cuya simplificación se muestra en la fila de la última columna “procedimiento”.

A continuación se muestra, la hoja “Balance de agua” con lo referente a “Información General”, “Información Comercial” e Información técnica operativa.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
REGIÓN CENTRAL
Sistema de Acueducto
BALANCE DE AGUAS

Variable		Nombre	Unidad	Valor	Obtención de Datos	
					Sitio	Procedimiento
INFORMACION GENERAL						
V1	INFORMACION	Población	Hab.	10,296	Hoja Población y Estimación de Fraudulentos	
V2		No. De Domicilios (incluye comerciales, industrias, inst públicas)	Und.	1,584	Hoja Población y Estimación de Fraudulentos	
INFORMACION COMERCIAL						
V3	DATOS SERVICIOS	No. Servicios Registrados	Und.	16,173	Hoja Facturación Neta	
V4		No. Servicios con Medidor	Und.	16,173	Hoja Facturación Neta	
V5		No. Servicios con medidor funcionando	Und.	15,390	Fórmula	v4-v6-v7-v8
V6		No. Servicios con Medidor Parado	Und.	783	Hoja Medidores Parados y No Localizados	
V7		No. Servicios con Medidor no Localizado	Und.	-	Hoja Medidores Parados y No Localizados	
V8		No. Servicios con Medidor en propiedad privada (XP)	Und.	-	Hoja Medidores Parados y No Localizados	
V9		No. Servicios con medidor con problemas de subregistro	Und.	44,236	Hoja Medidores con Subregistro	
V10		No. Servicios s/ medidor	Und.	-	Hoja Facturación Neta	
V11		No. Servicios Clandestinos Estimados	Und.	84	Hoja Población y Estimación Fraudulentos	

Variable	Nombre	Unidad	Valor	Obtención de Datos	
				Sitio	Procedimiento
INFORMACION COMERCIAL					
V12	Volumen Neto Total Facturado	M3/mes	386,348	Hoja Facturación Neta	
V13	Volumen Facturado usuarios c/ medidor	M3/mes	386,348	Hoja Facturación Neta	
V14	Volumen facturado a usuarios s/medidor	M3/mes	-	Hoja Facturación Neta	
V15	Volumen Facturado a usuarios con medidor funcionando	M3/mes	374,603	Fórmula	v14-v17-v18-v19
V16	Volumen facturado a usuarios c/ medidor parado	M3/mes	11,745	Hoja Medidores Parados y No Localizados	
V17	Volumen facturado a usuarios con medidor no localizado.	M3/mes	-	Hoja Medidores Parados y No Localizados	
V18	Volumen Facturado a Servicios con medidor en propiedad privada (XP)	M3/mes	-	Hoja Medidores Parados y No Localizados	
V19	Volumen Venta de Agua en Bloque	M3/mes	-	Hoja Venta Agua en Bloque	
V20	Error Promedio en los micromedidores	%	10%	Hoja Medidores con Subregistro	
V21	Volumen real de consumo de usuarios con medidor funcionando	M3/mes	411,703	Fórmula	(v16*(1+v21))
V22	Consumo real promedio por usuario con medidor funcionando	M3/mes-usuario	26.8	Fórmula	v22/v5
V23	Consumo promedio real estimado de usuario sin medidor	M3/mes-usuario	0	Hoja Facturación Neta	
V24	Volumen Real Estimado de Consumo usuarios con medidor parado	M3/mes	20,946	Fórmula	V6*v23
V25	Volumen real estimado de Consumo usuarios con medidor no localizado	M3/mes	-	Fórmula	v7*v23
V26	Volumen real estimado de Consumo usuarios con medidor en propiedad privada (XP)	M3/mes	-	Fórmula	v8*v23
V27	Volumen real estimado de Consumo usuarios sin medición	M3/mes	-	Hoja Facturación Neta	
V28	Perdidas por subregistro	M3/mes	37,100	Fórmula	v22-v16
V29	Perdidas por usuarios sin medición	M3/mes	-	Fórmula	v28-v15
V30	Perdidas por Usuarios con medidor Parado	M3/mes	9,201	Fórmula	v25-v17
V31	Perdidas Usuarios con medidor no localizado	M3/mes	-	Fórmula	v26-v18
V32	Perdidas Usuarios con medidor en propiedad privada (XP)	M3/mes	-	Fórmula	v27-v198
V33	Perdidas Usuarios Clandestinos	M3/mes	3,371	Fórmula	v23*v11*1,5
	Perdidas por Ajustes a Facturación por Refacturaciones	M3/mes	11,676	Hoja Ajustes a la Facturación	
V34	Perdidas por Ajustes a Facturación por Cargos Varios de Oficio	M3/mes	6,637	Hoja Ajustes a la Facturación	
V35	TOTAL PERDIDAS COMERCIALES	M3/mes	67,986	Fórmula	v29+v30+v31+v32+v33+v34+V35
INFORMACION TECNICA OPERATIVA					
V36	Volumen de Agua Captado	M3/mes	741,018	Hoja de Producción	
V37	Volumen Agua Cruda Comprada otra fuente y entra planta tratamiento	M3/mes	-	Hoja Compra Agua Cruda y-o Tratada	
V38	Volumen Agua Cruda Vendida antes de entrar a planta tratamiento	M3/mes	-	Hoja Venta de Agua en Bloque	
V39	Volumen Agua Entrada a Planta de Trat.	M3/mes	-	Hoja Plantas de Tratamiento	
V40	Volumen Consumo Interno de Planta de Tratamiento.	M3/mes	-	Hoja Plantas de Tratamiento	
V41	Volumen de Salida de la Planta	M3/mes	-	Hoja Plantas de Tratamiento	
V42	Volumen de Agua Tratada comprado a otro sistema	M3/mes	-	Hoja Compra Agua Cruda y-o Tratada	
V43	Volumen Producido	M3/mes	741,018	Fórmula	v42+ 43

Variable	Nombre	Unidad	Valor	Obtención de Datos	
				Sitio	Procedimiento
INFORMACION TECNICA OPERATIVA					
V45	Volumen de Entrada a Tanques de Almacenamiento	M3/mes	-	Hoja Perdidas en Tanques	
V46	Volumen Perdidas por Estanqueidad en tanques	M3/mes	-	Hoja Perdidas en Tanques	
V47	Volumen de Salida de Tanques de Almacenamiento	M3/mes	-	Hoja Perdidas en Tanques	
V48	Volumen de Perdidas por Rebaleses en Tanques	M3/mes	-	Hoja Perdidas en Tanques	
V49	Volumen Perdidas por consumo operacional en tanques	M3/mes	-	Hoja Perdidas en Tanques	
V50	Volumen Venta de Agua en Bloque	M3/mes	-	Hoja Venta de Agua en Bloque	
V51	Caudal Mínimo Nocturno	M3/mes	-	Hoja Caudales Mínimos	Dato Optimización de sistemas
V52	Consumos mínimos Nocturnos Conocidos	M3/mes	-	Hoja Caudales Mínimos	Dato Optimización de sistemas
V53	Caudal Promedio Diario	M3/mes	-	Hoja Caudales Mínimos	Dato Optimización de sistemas
V54	Pérdidas en Proceso de Captación	M3/mes	741,018	Fórmula	v37+v38-v39-v40
V55	Pérdidas por Estanqueidad, filtración en válvulas y accesorios de planta	M3/mes	-	Hoja Plantas de Tratamiento	
V56	Perdidas por fugas o rebaleses en la Planta	M3/mes	-	Hoja Plantas de Tratamiento	
V57	Otros consumos especiales sin medición (Parques+bomberos+fuentes públicas +donaciones, camiones cisternas, eventos especiales, etc)	M3/mes	2,231	Hoja Perdidas Especiales / Hoja Otras Perdidas	Operacionales
V58	Perdidas Operativas Reparación Fugas	M3/mes	5,068	Hoja Otras Perdidas	Operacionales
V59	Perdidas en Tanques de Almacenamiento	M3/mes	-	Fórmula	v46+v48+v49
V60	Perdidas en Fugas Visibles y No Visibles	M3/mes	279,385	Fórmula	v61-v57-v58-v60-v36
V61	Perdidas en Proceso de Distribución	M3/mes	354,670	Fórmula	v44-v13-v50
V62	Factor de Investigación	Factor	#DIV/0!	Fórmula	(v51-v52-v60)/v53
V63	IANC en Proceso de Captación	%100%	Fórmula		v54/ (v37+v38)
V64	IANC en Proceso de Tratamiento	%0%	Fórmula		(v55+v56)/v40
V65	IANC en Proceso de Distribución	%48%	Fórmula		v61/v44

Administración Adecuada de la Cartera de Proyectos o Priorización de Proyectos

Un aspecto medular para el éxito de un Programa de Control y Reducción de Pérdidas lo constituye la selección y priorización de los proyectos de inversión que garanticen la efectividad de la reducción o eliminación de las pérdidas. De igual forma la eficiencia de un programa está en cumplir lo anterior, pero

seleccionando además los proyectos que son rentables.

El modelo de cuantificación y desagregación de pérdidas de agua presentado, constituye una herramienta para el logro de este objetivo, por cuanto una vez que se tenga la certeza de que los resultados son producto de la mejor cuantificación de las pérdidas que se puede realizar en función de la factibilidad técnica y económica para la generación de datos, es

posible entonces proceder a identificar y formular los proyectos por ejecutar.

El procedimiento consiste en que una vez definidos los proyectos, se prosigue con la estimación de los costos de dichos proyectos. Con los montos determinados se procede a calcular el costo en colones o dólares requerido para reducir un 1% de pérdidas, esto se obtiene al dividir el costo total del proyecto entre el porcentaje total de pérdidas. Con lo que se obtiene la lista de proyectos

con costos unitarios para reducir una unidad porcentual de pérdidas. Aquellos proyectos con menor costo unitario son los más rentables.

El procedimiento anterior es válido si lo que se requiere es disminuir el porcentaje de pérdidas totales sin importar el motivo que los ocasione (físicas o comerciales) y es indiferente del logro de algún objetivo por cumplir mediante el programa de reducción de pérdidas. A continuación, un ejemplo de lo indicado:

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Región Sistema de Acueducto de Composición de las pérdidas de Agua				
Concepto	Volumen de Pérdidas (m ³ /mes)	Porcentaje (%)	Costo de Proyectos	Costo Monetario para reducir 1%
PERDIDAS COMERCIALES	61,348	8.3%		
Pérdidas por error en micromedición	37,100	5.0%	450,000,000	89,880,597
Pérdidas por servicios sin medición	-	0 %		
Pérdidas por medidores parados	9,201	1.2%	75,000,000	60,400,519
Pérdidas por medidores no ubicados.	-	0 %		
Pérdidas por medidores en propiedad privada	-	0 %		
Pérdidas por servicios clandestinos	3,371	0.45%	125,000,000	274,803,625
Pérdidas por Ajustes a facturación	11,676	1.6%	40,000,000	25,385,320
PERDIDAS TECNICO-OPERATIVAS	293,321	39.6%		
Pérdidas en Plantas de Tratamiento	-	0 %		
Pérdidas en tanques de almacenamiento	-	0 %		
Perdidas Reparación de Fugas	18,639	2.5%	600,000,000	238,539,302
Consumos especiales sin medición.	2,231	0.3%	500,000,000	1,660,729,649
Pérdidas en fugas visibles y no visibles.	272,451	36.8%	1,500,000,000	40,797,248
TOTAL PERDIDAS SISTEMA DISTRIBUCION	354,670	47.9%		
Pérdidas Comerciales	61,348	8.3%	690,000,000	83,344,027
Pérdidas Técnico Operativas Netas	291,090	39.3%	2,600,000,000	66,187,242
TOTAL PERDIDAS SISTEMA DISTRIBUCION NETA	352,439	47.6%		
Pérdidas Comerciales	67,986	9.2%		
Pérdidas Técnico Operativas Netas	284,453	38.4%		
TOTAL PERDIDAS SISTEMA DISTRIBUCION NETA	352,439	47.6%		

Sin embargo, la realidad no es tan práctica y existen otros aspectos de vital importancia que deben evaluarse para garantizar la ejecución eficiente y rentable de proyectos. En este sentido los proyectos deben evaluarse de forma integral, es decir evaluar y establecer el período de análisis en función de la vida útil de los proyectos por ejecutar, el costo de la inversión y las economías o ingresos que genera el proyecto, por tanto se deben determinar y analizar todos los flujos de ingresos y gastos durante el período de análisis y verificar que los resultados sean positivos en función de la metodología de evaluación. Si sólo interesan los resultados financieros, lo que se debe evaluar es el resultado del VAN (Valor Actual Neto) y verificar que sea positivo, teniendo especial cuidado en la selección de las tasas de descuento. En este caso la priorización será determinada por los proyectos que generen mayor valor actual neto. De involucrar aspectos ambientales y sociales, los resultados deberán evaluarse en función de la metodología por utilizar.

Otro de los aspectos por considerar a la hora de priorizar y seleccionar proyectos es el

cumplimiento de los objetivos establecidos por la empresa y el logro de estos a través de la ejecución de proyectos tendientes a reducir el agua no contabilizada.

A través de los proyectos de agua no contabilizada, como se indicó, la empresa puede establecer objetivos tendientes a lograr:

- Aumentar la facturación.
- Disminuir costos operativos.
- Disminuir nivel de explotación de las cuencas.
- Disminuir la contaminación.
- Aumentar la oferta de agua.
- Mejorar imagen empresarial.
- Aumentar cobertura.
- Posponer inversiones en producción.
- O una combinación de los anteriores.

Por tanto es necesario tener en cuenta el impacto que cada proyecto tiene con el logro de estos objetivos. A continuación, un ejemplo de los efectos en la reducción de pérdidas según sea el tipo de proyecto por ejecutar:

TIPO DE PERDIDAS	EFECTO DE LA REDUCCION DE PERDIDAS			
	Mejora Facturación	Menores Costos Operativos	Contribuye Aumento de Oferta de Agua	Postpone Inversiones
PERDIDAS COMERCIALES				
Pérdidas por error en micromedición	X			
Pérdidas por servicios sin medición	X	X	X	
Pérdidas por medidores parados	X	X	X	
Pérdidas por medidores no ubicados.	X	X	X	

TIPO DE PERDIDAS	EFECTO DE LA REDUCCION DE PERDIDAS			
	Mejora Facturación	Menores Costos Operativos	Contribuye Aumento de Oferta de Agua	Postpone Inversiones
Pérdidas por medidores en propiedad privada.	X	X	X	
Pérdidas por servicios clandestinos.	X	X	X	
Pérdidas por Refacturaciones.	X			
Pérdidas por ajustes en facturación de Oficio.	X			
PERDIDAS TECNICO-OPERATIVAS				
Pérdidas en tanques de almacenamiento.		X	X	
Perdidas Reparación de Fugas.		X	X	X
Consumos especiales sin medición.	X	X		
Pérdidas en fugas visibles y no visibles.		X	X	X

En conclusión, la selección y priorización de proyectos estará en función de los objetivos que se fije la empresa por cumplir a través del desarrollo del programa de control y reducción, por cuanto los proyectos por seleccionar deben contribuir al logro de estos, y por ende, los proyectos se priorizarán de conformidad con la rentabilidad por obtener (financiera, social o ambiental).

Conclusiones

- Para el éxito de un Programa Eficiente de Control y Reducción y de Pérdidas es imprescindible el conocimiento claro y preciso de las verdaderas causas que provocan las “pérdidas de agua”.
- Para toda empresa es fundamental el contar con una metodología estandarizada para el cálculo y desagregación de las pérdidas de agua.

- La capacidad gerencial que permita visualizar la importancia y necesidad de el control y reducción de las pérdidas en una empresa operadora de acueductos, constituye otro factor fundamental e indispensable para el éxito de un Programa de ANC.

- El control y la reducción de pérdidas en los sistemas de acueducto debe ser una estrategia institucional que permita el logro de sus objetivos (financieros, operativos, sociales, ambientales), por tanto debe formar parte integral de todas las labores operativas y de apoyo de la empresa.

- Visualizar los programas de control de pérdidas como la ejecución de objetivos estratégicos.

- Para garantizar que los beneficios (financieros, sociales o ambientales)de los proyectos de inversión tendientes a controlar o

disminuir las pérdidas de agua sean mayores que sus costos, se requiere la correcta evaluación de los mismos.

- Debe existir una adecuada administración de la cartera de proyectos.

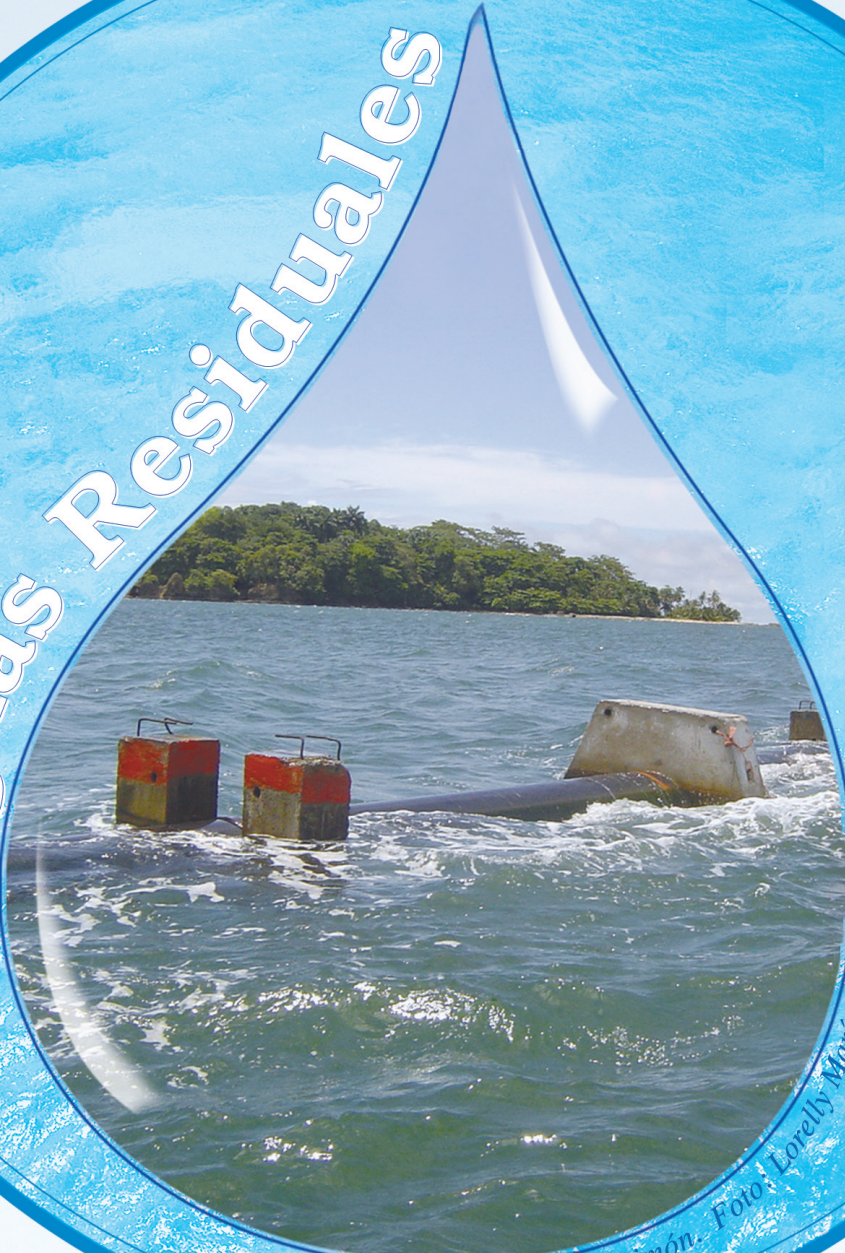
- Es necesario crear una cultura de administración o recopilación de la información como base fundamental para el cálculo y desagregación de las pérdidas de agua, así como para el análisis y evaluación de los proyectos ejecutados.

- Constituye una fortaleza para los programas de agua no contabilizada y de sus coordinadores el combinar los conocimientos técnicos, comerciales y financieros de la empresa para lograr el cumplimiento de metas u objetivos organizacionales, corporativos.

Referencias Bibliográficas

- Felipe I. Arreguín Cortés. **Uso Eficiente del Agua en Ciudades e Industrias.** CEPIS/OPS/OMS. **Uso Eficiente del Agua.**
- Ministerio de Desarrollo Económico de Colombia. **Manual de Agua No Contabilizada.**
- William Carrasco. **Notas sobre Control de Agua no contabilizada.**
- Autor Desconocido. **Artículo, Manual de Agua No Contabilizada.**
- OPS/GTZ/AyA. **Documentos Taller sobre Optimización de Sistemas de Agua Potable.**

Aguas Residuales



Emisario Submarino, Limón

Foto: Lorelly Martín M.

CONSIDERACIONES MEDIO AMBIENTALES Y OPERATIVAS PARA LA PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO SOBRE LA DISPOSICIÓN DE AGUAS ORDINARIAS POR LA MODALIDAD DE EMISARIO SUBMARINO, OPERADO y ADMINISTRADO POR AYA EN EL CANTÓN CENTRAL DE LIMÓN-COSTA RICA



José Miguel Ramírez Corrales¹

Introducción

La población central de Limón cuenta con un medio propio y único que nunca ha sido utilizado en el país para la disposición de aguas residuales de tipo ordinario, el cual entró en operación continua en abril del 2005, se trata del denominado emisario submarino que consiste, en la parte final del sistema, de una tubería de plástico resistente sumergida y anclada en el fondo del mar.

El presente trabajo pretende considerar factores adversos que deben preverse con el fin de hacer eficiente y efectivo este medio de disposición de tal modo que una vez puesto en operación, no se den situaciones de interrupciones, pérdida de calidad estética de las masas de agua oceánicas y de rechazo por parte de la población beneficiada.

Fundamentos básicos

Es importante considerar el fundamento teórico que permite la utilización de este medio de descarga de aguas servidas en el océano.

Las aguas dulces continentales aún cuando sean de tipo residual no han sufrido una modificación sustantiva de su densidad, la cual es de alrededor de 1 gramo / mililitro, lo que significa en términos prácticos que un litro de agua residual ordinaria pesa un kilogramo. La conductividad eléctrica de las aguas residuales varía normalmente entre 300 y 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Para el caso de las aguas marinas su densidad, producto del contenido salino que puede llegar a 3.5 gramos por litro, o equivalente a 35000 mg/L de sales totales, puede llegar hasta un valor de 1.025 gramos/mililitros, es decir, posee en términos prácticos

¹Licenciado en Química. Dip. E.S.T Delft Holanda. Unidad de Química. Laboratorio Nacional de Aguas. jmramirez@aya.go.cr

mayor densidad que las aguas residuales continentales. La conductividad eléctrica de las aguas oceánicas puede variar entre 50000 y 70000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Esta variación en densidades permite que las aguas ordinarias residuales puedan flotar en el agua marina, es decir, la masa de agua de menor densidad ocupa la parte superior de las capas de agua oceánica de mayor densidad. De acuerdo con este principio, si el desfogue o descarga del emisario se hace a varios metros de profundidad, en este caso superior a 15 metros, existirá una dispersión de las aguas residuales hacia la superficie tratando de flotar permitiendo de esa manera que ocurran los mecanismos de mezcla y dispersión. El aprovechamiento de esta tecnología se basa en el principio de diluir los contaminantes con aguas marinas, al dispersar el agua residual ordinaria en su ascenso hacia la superficie. Además se aprovechan las condiciones adversas del exceso de salinidad sobre los microorganismos contaminantes, actuando este medio como bactericida.

Es oportuno señalar que este medio de disposición no contradice la prohibición de la reglamentación nacional referente a no permitir la dilución como medio de desaparecer o disminuir la contaminación. Con la utilización de un emisario submarino no se adiciona agua al residuo líquido para disminuir sus niveles de contaminación por parte del ente generador de la contaminación, sino que más bien se aprovecha un medio receptor considerado

infinito en cuanto a los volúmenes de agua disponible respecto al desecho descargado. En resumen; es una técnica cuyo principal ventaja es la utilización del principio de mezclar de modo infinito con las aguas oceánicas, centralizando las actividades de manejo y operación en el preacondicionamiento y los bombeos hacia el mar de las aguas servidas.

Preacondicionamiento de las aguas antes de la descarga al mar

Las aguas descargadas en el océano sólo serán pretratadas o preacondicionadas eliminando todos los sólidos mayores a 0.5 milímetros por medio de operaciones físicas de separación líquido sólido en los tamices de arco. Las partículas finas descargadas en las aguas residuales por el emisario, no generan sedimentación de sólidos, el aumento de turbiedad y color en las aguas marinas debido al efluente residual será imperceptible, gracias a la constante dinámica del oleaje y las corrientes marinas que renuevan en fracciones de segundos la columna de agua receptora.

La parte medular de la utilización de un emisario submarino es el preacondicionamiento de las aguas con el objeto de asegurar que la dispersión de los contaminantes sea de únicamente aguas cloacales, sin presencia de desechos sólidos ajenos al agua residual. Téngase en cuenta que las aguas típicas domésticas deberán ser aquellas provenientes del uso ordinario en los hogares, establecimientos comerciales, hoteles,

oficinas públicas, en donde los vertidos provengan exclusivamente del uso de inodoros, duchas, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa, etc.

La experiencia del AyA en aquellas zonas donde se tienen sistemas de tratamiento de aguas residuales no es grata y a estos sitios llegan todo tipo de plásticos, trapos viejos, gran cantidad de papeles higiénicos, toallas sanitarias, preservativos, cepillos dentales, zapatos viejos, aceites lubricantes exhaustos, bolas de grasa, etc. Esta mala experiencia obliga a retomar estrategias de educación hacia la población limonense para que eviten la descarga de materiales ajenos a las aguas residuales hacia el alcantarillado. Para ello podría utilizarse espacios radiales en las emisoras de la provincia por parte de técnicos especialistas del instituto y repartición de despleables en escuelas y colegios, charlas dirigidas a grupos influyentes sobre la población.

No sería nada agradable ni apropiado en el futuro para la responsabilidad ambiental del AyA respecto a esta descarga ver desfogar hacia las aguas marinas por el emisario submarino trapos viejos, plásticos, y toda clase de materiales ajenos a las aguas residuales típicos en los alcantarillados sanitarios en el país. La población limonense deberá coadyuvar en la preservación de la calidad estética del paisaje marino y circundante al emisario submarino. Los entes generadores de contaminación deberán disminuir sus cargas

contaminantes previo a la descarga al colector sanitario, así por ejemplo, el mercado central municipal deberá activar el uso eficiente de trampas de grasa y aceites.

La institución deberá prever lo relacionado al mecanismo de abrasión de los tamices de acero inoxidable que se utilizan para el pretratamiento de las aguas antes de su descarga al mar, este mecanismo puede destruir por completo las láminas curvas de acero por las partículas de arena del agua residual. De igual modo deberá disponer de un amplio surtido de piezas clave para el óptimo y continuo desempeño de la estación de preacondicionamiento, tales como sensores, tecles, motores extractores de gases.

Se deberá impedir la conexión al alcantarillado sanitario, así como detener las descargas furtivas ilegales de talleres mecánicos y de cambio de aceites lubricantes, efluentes de bombas gasolineras, tintorerías, procesadoras de alimentos o industrias cárnicas que desechen aceites y grasas comestibles. Estos desechos hidrofóbicos oleosos generarían una mancha de hidrocarburos fácilmente detectable y flotante en las aguas marinas.

Un aspecto que merece atención es sobre los desechos sólidos retenidos en la Estación de Preacondicionamiento, EPA. No deberá trasladarse con esta basura materia fecal ofensiva. Los desechos retenidos tal y como fue

explicado en forma exhaustiva anteriormente, no deberían llegar a este sitio, por lo que se consideran desechos sólidos ordinarios que deben ser enviados al relleno sanitario de la zona. El mismo papel higiénico debe ser colocado en recipientes dentro de los servicios sanitarios y letrinas y ser colocado con la basura ordinaria hacia el relleno. En las aguas residuales las fibras de celulosa son de difícil biodegradabilidad, razón por la cual no es deseable que sean descargadas en el mar.

Muy importante es desaguar y escurrir completamente los desechos retenidos en La EPA de modo tal que no se den escurrimientos de lixiviados durante su traslado hacia el relleno sanitario.

Las aguas crudas que llegan a la estación de preacondicionamiento pueden considerarse que apenas inician los procesos de biodegradación y descomposición en donde los niveles potenciales de hidrógeno de las aguas, pH, aún son considerados normales entre el rango de 6.5 y 9.0 unidades, razón por la cual no son necesarios tratamientos alcalinos con cal, potasa o soda cáustica de estas basuras y desechos sólidos separados de estas aguas pudiendo ser descartadas tal y como se hace en los hogares.

Con el funcionamiento continuo de la EPA y del emisario se evita la generación de malos olores en las instalaciones de pretratamiento y de emisiones de gases extraídos de ahí hacia la atmósfera circundante. El

estancamiento de las aguas residuales en el tanque cisterna, el taponamiento de los colectores sanitarios y la descomposición de los sólidos retenidos en la EPA, si no se envían al relleno sanitario, son factores que promueven la formación de malos olores debidos al ácido sulfídrico, mercaptanos, putrecinas y tioles. La condición de estado de funcionamiento continuo es requisito fundamental para garantizar atmósferas internas y externas manejables.

Los militamices deben ser limpiados permanentemente sea con agua caliente, soda cáustica al 5 % P/V y con escobones en el sentido longitudinal y transversal de las aberturas de los mismos.

El instituto deberá garantizar la permanencia del personal de aguas residuales dedicado a la unidad de pretratamiento mediante incentivos, condiciones de protección personal apropiadas y laboral seguras, de modo tal que no se de la fuga de funcionarios hacia otras dependencias tal y como ha ocurrido en otras experiencias, donde al final se tiene que llegar a la contratación de personal externo para efectuar esas actividades.

El Laboratorio Nacional de Aguas, LNA, por medio de la sección de aguas residuales ha propuesto el plan de monitoreo tanto de las aguas marinas, para las cuales a la fecha se han efectuado 2 campañas de análisis, como también para el control de las aguas en la unidad de pretratamiento desde su entrada en

funcion. Con base en los caudales descargados se establecerá la frecuencia de los monitoreos. Se han iniciado desde el mes de mayo del 2005, las evaluaciones de las masas de agua marina una vez puesto en funcionamiento permanente el emisario, en varios sitios de muestreo incluyendo el área del desfogue y a tres alturas de la columna de agua: superficie, parte media y a 1 metro del fondo, véase cuadro al final.

Sobre personal y condiciones laborales

Otras actividades no menos importantes por ser consideradas deberán ser aquellas relacionadas con la dotación de equipos y materiales indispensables del personal designado en la EPA tales como botas de hule, delantales, guantes de hule, cuero o caucho, tapa bocas tipo quirúrgico, anteojos de seguridad lente claro que eviten el ingreso de agua residual en los ojos, uniformes que incluya camisa y pantalón, manguera y acometida de agua para el lavado de la EPA, botiquín, linterna entre otros. Las tres vías de infección posible del personal, nariz, boca y ojos, deberán mantenerse con la mayor protección.

En la EPA es deseable el manejo de bitácoras donde se anoten las labores realizadas, reparaciones efectuadas cuando corresponda y registros de monitoreo.

Sobre los controles y registros en el sitio; que pueden llevarse a cabo en la EPA se refieren los parámetros tales como: caudal de bombeo hacia el océano, pH, sólidos

sedimentables, conductividad y temperatura. También vigilar sobre situaciones poco comunes tales como la entrada a la EPA de aceites exhaustos, búnker, hidrocarburos que puedan aparecer como una pluma contaminante fácilmente apreciable en el desfogue, etc.

Para las labores de monitoreo es importante dotar de libros foliados para bitácora, equipo portátil para medición de pH y conductividad, conos Inhoff de Nalgene y gradilla de soporte para los mismos. Termómetro para medición de temperatura ambiente y del agua. Los operadores deben llevar registros diarios continuos de las variables medibles "in situ".

En la EPA se prohíbe el ingreso y consumo de alimento dentro de las instalaciones de tratamiento durante la jornada laboral, se prohíbe por completo el ingreso de bebidas alcohólicas. La ropa del personal debe lavarse de ser posible en las mismas instalaciones para evitar la diseminación de focos contaminantes. El personal dispondrá de casilleros, bodega de herramientas y contará como mínimo con tres uniformes. El uniforme será obligatorio cuando se encuentre dentro de las instalaciones.

El personal será asegurado de la CCSS y protegido con póliza sobre riesgos laborales por el INS. Deberá estar vacunado contra Hepatitis B, tétano, etc. Debe ducharse al concluir la jornada de trabajo y dejar el uniforme dentro de las instalaciones para su posterior lavado.

Las instalaciones deberán proveer de equipo de trabajo, herramientas y materiales inventariados, guardarropa, equipo de laboratorio, lavamanos, ducha e inodoro, pila para lavado de uniformes y de botas, escritorio con silla.

En el siguiente cuadro se propone la estrategia de muestreo para las aguas marinas que recibirán las aguas domésticas de Limón. Con base en esa metodología se han efectuado dos campañas de monitoreo antes de la entrada en operación, y posteriormente se usará para evaluar el impacto real de las aguas vertidas en el ecosistema marino circundante.

DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR EL EMISARIO SUBMARINO DE LIMÓN VARIABLES A DETERMINAR IN SITU Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS MARINAS

Variable a determinar	Medida ó acción	Sitio de Medición			METODO
		SUPERFICIE	MEDIO	FONDO	
Conductividad	In Situ	X	X	X	Conductímetro
Temperatura	In Situ	X	X	X	Termómetro
pH	In Situ	X	X	X	pHmetro
Medida Secchi	In Situ		Lo define una sola profundidad en metros		Disco Secchi y cuerda graduada
Oxígeno Disuelto	In Situ y LNA	X		X	Oxímetro y fijación Winkler
DBO	Recolección de muestras en cada sitio	X		X	Winkler
Amonio					Nessler
Nitratos					Reducción Cd
Fósforo	Recolección de muestras en cada sitio	X		X	Colorimétrico
Grasa y aceite					ECC
S.A.A.M.					Azul metileno
S.S.T					Gravimétrico
Metales: Fe; Mn; Cr; Cd; Pb;	Recolección de muestras en cada sitio	X	X		Absorción Atómica
Hidrocarburos	Recolección de muestras en cada sitio	X	X		Fluorométrico, UV ó Cromatografía

Variable a determinar	Medida ó acción	SUPERFICIE	Sitio de Medición MEDIO	FONDO	METODO
Clorofila A	Filtración In Situ	X		X	Extracción ETOH
N.M.P	Botellas esterilizadas	X			Tubos múltiples
Recuento Bacteriano Mesofílico	Botellas esterilizadas	X			Recuento en Placa
Salmonella	Botellas esterilizadas	X			Presencia - ausencia

PANORAMA DEL PROYECTO MEJORAMIENTO AMBIENTAL DEL AREA METROPOLITANA DE SAN JOSÉ



José Antonio Navarro Redondo¹

Varios meses han pasado ya desde que el proceso de formulación del proyecto del Mejoramiento Ambiental del Area Metropolitana de San José, para la ciudad de San José, concluyó exitosamente en este período, los procedimientos y requerimientos previos fueron alcanzados para acceder al préstamo de los fondos del JBIC (Japan Bank for International Cooperation), logrando en corto tiempo la aprobación del Consejo Nacional de Financiamiento Interno, Externo y de Inversión (CONAFIN) para financiamiento; el Decreto Ejecutivo N.32133-S de noviembre de 2004: para Gradualidad de la Implementación del sistema de Tratamiento de las aguas residuales en dos etapas, aprobado por el Ministerio de Salud y el MINAE; y la aprobación del Plan de Acción y del Estudio de Impacto Ambiental por la Secretaria Técnica Nacional Ambiental (SETENA).

Desde entonces, febrero de este año, el proyecto ha tenido una espera en busca de la no objeción, inicialmente por el JBIC, la cual

fue obtenida días después de concluir los trámites en Costa Rica. Posteriormente por el gobierno de Japón, quien ahora tiene en sus manos la decisión de proceder o no con el préstamo. Durante este proceso se han suscitado diversas situaciones, al margen de lo inherente al proyecto, que han hecho que las cosas no lleguen a concretarse en el período esperado, como lo fue el Tsunami de Asia que en diciembre del año anterior desvió la atención internacional a resolver una situación de emergencia en la región. Adicionalmente, el entorno económico que viene atravesando nuestro país hace que los inversores analicen con detenimiento el riesgo de las operaciones, el panorama de la problemática de las políticas fiscal y económica dan señales de alerta al exterior.

Todas estas situaciones en conjunto han retrasado el proceso, afortunadamente en estos días se ha hablado de que el proyecto cuenta con una alta posibilidad de ser aprobado antes de que concluya el año. Lo cual hace

¹Ingeniero Civil. Master y Especialista en Ingeniería Sanitaria. Programa de Mejoramiento Ambiental del Area Metropolitana de San José. jnavarro@aya.go.cr

pensar en las acciones inmediatas a realizar en este momento, en ese sentido la administración superior creó la Unidad de Implementación que tiene la función de avanzar con las tareas de pre-ejecución del proyecto, tareas que se han venido trabajando con las direcciones relacionadas, entre las actividades más destacadas están el de adquirir el terreno necesario para el sistema de tratamiento de las aguas residuales (actualmente se cuenta con 13 hectáreas, lo cual no es suficiente para las condiciones de diseño al año 2025), adquisición de terrenos para instalación de colectores y otras obras civiles conexas, estudios complementarios para el diseño y construcción del Túnel de Trasvase, entre otras actividades propias del proyecto.



Fig. N.1 Terreno a adquirir. Planta de tratamiento La Uruca.

Por otro lado, la percepción del proyecto en el ámbito institucional nacional es de consenso por resolver una necesidad ambiental y de resolver el problema de manera conjunta. El apoyo de los actores involucrados ha sido manifiesto en todas las delegaciones y requerimientos que se han tramitado. Asimismo,

la población muestreada en el área del proyecto ha estado a favor de la implementación de obras de alcantarillado sanitario, mostradas en el Estudio de Impacto Ambiental, en donde las consultas a la población da un apoyo importante al desarrollo de este proyecto.

La necesidad de contar con un sistema de recolección y tratamiento de las aguas residuales es un hecho que tanto el nivel técnico como la ciudadanía del Área Metropolitana demanda, en estudios de disponibilidad de pago y encuestas de percepción de proyecto realizadas durante la fase de factibilidad, ha sido manifiesto. Muchos aspectos han sido analizados dentro de la configuración del sistema, con el objetivo de aminorar los efectos de contaminación, entre ellos lo posibles efectos causados en la zona de recarga del manto acuífero de Colima, se tomó en consideración el sector noreste de la capital como prioridad en el desarrollo del sistema por el efecto de las sustancias de nitratos y nitritos que podrían ser percolados en valores considerables al final del período del proyecto, con el impacto que está causando esta zona como foco de desarrollo urbanístico en San José, así como el impacto en la contaminación de las fuentes de agua superficial en este sector alto de la cuenca. El rehabilitar el sistema existente implica una mejora sustancial en cuanto a las descargas puntuales que se están dando directamente a los ríos actualmente en más de un 50% del área del proyecto, la mejora propuesta significa un saneamiento inmediato de las áreas más pobladas de San José.

Las obras civiles a construir demandarán una estructuración de las necesidades de personal, tal y como fue expuesto en un foro realizado recientemente sobre la problemática de las aguas residuales en la Región Metropolitana, es un tema en el cual la institución debe comprometerse para atender oportunamente las actuales y futuras demandas. Actualmente, la Región cuenta aproximadamente con de 50 funcionarios para atender 600 mil habitantes, lo cual debe modificarse efectivamente para enfrentar un proyecto de más de 200 millones de dólares.

Los requerimientos de personal técnico para la formación de la unidad ejecutora y durante el proceso de construcción es otra tarea a la que el AyA debe avocarse firmemente, para lo cual se ha planeado la creación de nuevas plazas dentro del proyecto ley que se vaya enviar al Poder Legislativo para atender y dar sustento durante la ejecución del proyecto. Se estima que en total el proyecto demandará una cantidad de al menos 250 nuevos puestos entre personal especializado operativo, técnico y administrativo.

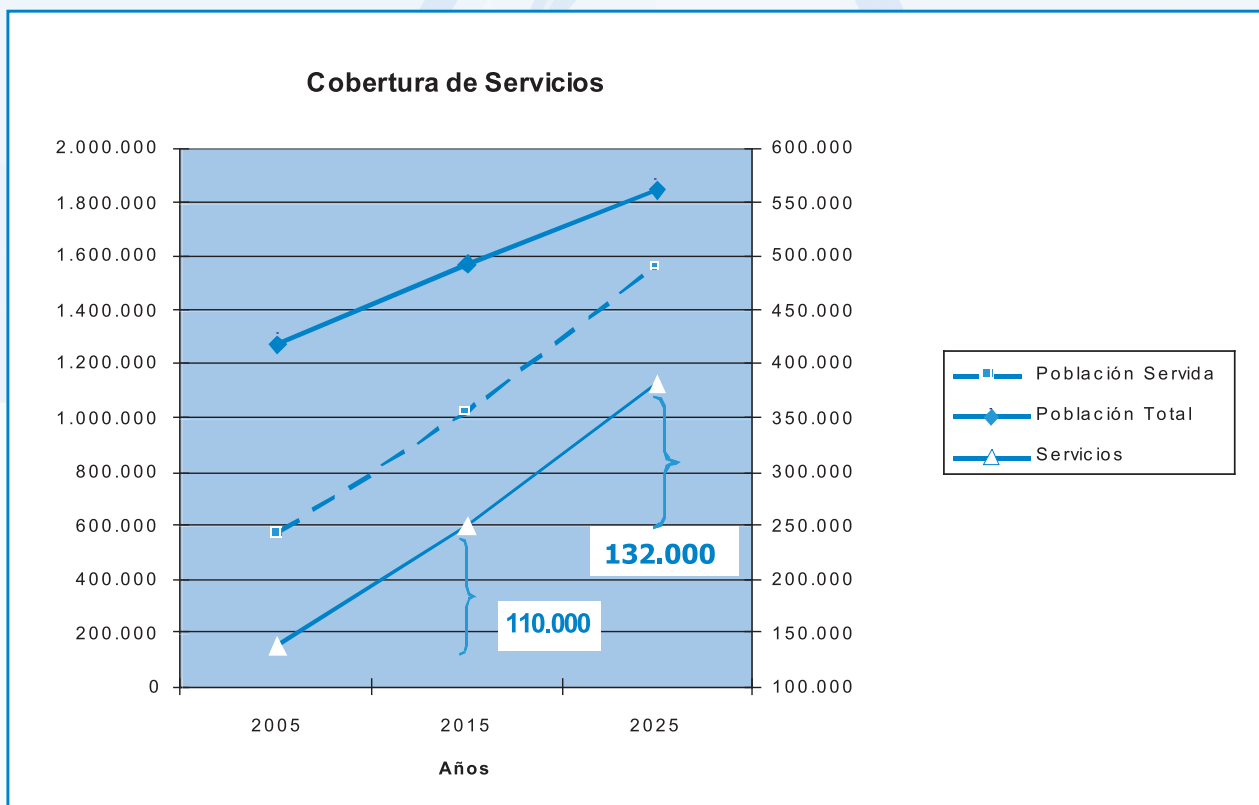
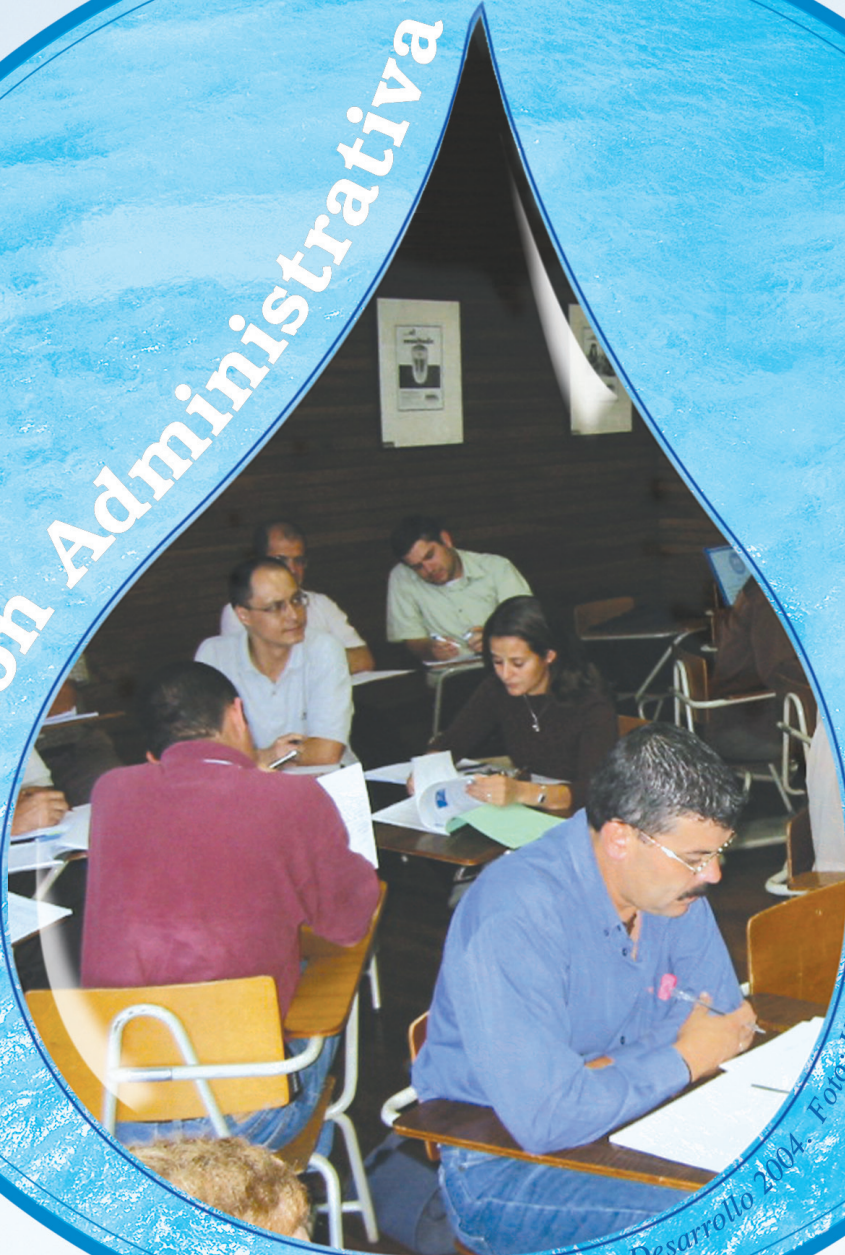


Fig.No.2. Cobertura del Servicio, según período de proyecto

El aumento de la cobertura de los servicios, tiene impactos y retos importantes para los próximos años, teniendo en cuenta que el número de servicios por el alcantarillado sanitario pasará, en el Área Metropolitana de San José, de 139 mil a 250 mil, poco menos de un 100% más de la cantidad de servicios existentes, el AyA deberá procurar una organización de tal manera que se puedan absorber los impactos directos que un proyecto de estos irán a generar, sabiendo además que también se estarán manejando otros proyectos de infraestructura para agua potable por más de 110 millones US\$, lo cual tiene implicaciones serias sobre el planteamiento de la estructura organizacional del AyA.

Dentro de las expectativas que se centran en torno al proyecto de alcantarillado sanitario de San José está a la espera, en los próximos días, de recibir noticias positivas en cuanto a la aprobación del gobierno Japonés e iniciar el siguiente proceso del proyecto en vista de las responsabilidades que esto demandará. El próximo cambio electoral es un factor que incluye un nivel de incertidumbre al proceso, pese a que este proyecto reviste un alto interés a nivel nacional, el hecho de cambio de gobierno sugiere un período de adaptación a las directrices emanadas por la nueva administración.

Gestión Administrativa



Curso Investigación y Desarrollo 2004

Foto: Héctor Feoli B.

DIFERENCIA DE GENERO EN EL USO Y MANEJO DEL AGUA



Giselle Zing Zeledón¹

La Carta Europea del Agua, se inicia con la frase: “Sin Agua no hay comida, no hay bebida, ni luz, ni color, ni lluvia... es decir sin agua no hay vida posible”.

En la planificación participativa, la perspectiva de género es el eje central para enunciar un conjunto de acciones con mujeres y hombres de la comunidad, región o país, que se unan en el plan de manejo de la cuenca y por medio de su realización, ejecuten un manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados. Para ello hay que tener en cuenta cuatro factores claves:

1. Mujeres y hombres tienen acceso y control desigual sobre el agua y los recursos naturales en general.
2. Ambos usan, manejan e impactan de forma divergente los recursos naturales e hídricos, de acuerdo con sus roles en la sociedad.
3. El impacto de la degradación afecta a mujeres y hombres en forma diferente.
4. Los beneficios derivados del uso de los

recursos no son distribuidos de manera equitativa entre ellos.

No se debe dejar de lado que en la mayoría de las culturas tanto las mujeres como los hombres frecuentemente apoyados por niñas y niños, realizan diversidad de trabajos, tienen diferentes accesos a los recursos, a la toma de decisiones sobre esos recursos y al goce de sus beneficios. Ello es válido para el campo de las cuencas, debido a que ahí pueden interactuar varias culturas y grupos étnicos, cada cual con su peculiaridad y manera de vincularse con los recursos, así como de sus relaciones.

El agua es un derecho, un bien común y no debe comprometerse con fines de lucro. La temática del agua se ha patentizado en reportajes, mesas redondas, congresos, y otros; a pesar de ello los profesionales en la materia y en general todos los costarricenses, sienten día a día la ausencia de tan preciado líquido, lo que ha hecho que Instituciones

¹Licenciada en Relaciones Públicas, Oficina de Equidad y Género. gzing@aya.go.cr

públicas y privadas tomen iniciativas en procura de hacer conciencia de la importancia del agua para todos los seres humanos. Una de sus estrategias ha sido la realización de charlas sobre el uso, manejo y explotación del Recurso Hídrico. En el caso de nuestra Institución, esta valiosa labor ha estado promovida por la Comisión de Investigación y desarrollo (CID) y la Gerencia.

Debemos orientar nuestros esfuerzos en la implementación de medidas correctivas de carácter extraordinario, teniendo en consideración decisiones políticas de fondo, ya que estamos viviendo en el presente una cantidad de factores de deterioro del recurso hídrico que está atentando con el futuro de nuestras familias.

Otro punto de preocupación para la sociedad civil, es el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos, donde existe la posibilidad de que nuestra agua llegue completamente a comercializarse, esto atenta con el futuro del país y con nosotros mismos, pues no existe una orientación de acciones y fines que garanticen la calidad y volumen del Recurso Hídrico que requiere el país en el corto, mediano y largo plazo.

Nos referimos ahora al enfoque de género en el recurso hídrico porque la mujer y el hombre, así como sus familias, son beneficiarios del consumo de agua potable. Si bien es cierto existe variedad de culturas, las mujeres y los hombres tienen roles y responsabilidades

diferentes en lo que se refiere al uso y manejo del agua; encontramos que en ciertos lugares las mujeres y los niños se encargan de conseguir el agua para la manutención de sus hogares. Eso conlleva la gran responsabilidad de velar por la salud, la higiene y en el caso de que tengan sus parcelas de tierra, la obligación de la irrigación de sus cultivos, que son sus propios alimentos.

En ciertas áreas rurales, las mujeres tienen que caminar distancias muy lejanas para conseguir el agua, tardan hasta cinco horas para llegar a las fuentes de agua, lo que repercute en su salud física. En las áreas urbanas cuando hay escasez de agua, son las mujeres con sus hijos las que pasan horas haciendo filas para llenar sus recipientes de los camiones cisternas. Esta situación no permite que ellas se desarrollen en otras actividades, tales como: educación, generación de ingresos, actividades políticas, culturales, descanso y recreación.

El agua es esencial para todo ser humano y todas las formas de vida. Pero cuando hay contaminación y carencia en el acceso al agua potable, lo que trae como consecuencia es un agravamiento en el círculo de la pobreza, en el surgimiento y proliferación de enfermedades hídricas y las inequidades de género.

El ser humano ha provocado la degradación de los ecosistemas con la contaminación de acuíferos, mantos friáticos, la salinización. El sobre consumo de agua ha provocado un

impacto tanto en los países ricos como pobres. En lo que se refiere a la pobreza extrema este es un factor que ha contribuido a la catástrofe ambiental.

Se han realizado conferencias en las Naciones Unidas durante los años 90. Empezando con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) en Río de Janeiro, Brasil 1992, y durante el trayecto hacia la Asamblea del Milenio 2000, en Nueva York y la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable en Johannesburgo en el 2001, hubo consenso para erradicar la pobreza, y para ello se debía fomentar la equidad de género y darle a las mujeres mayor poder de decisión. Para ello se requiere de un proceso de planificación que promueva el bienestar, tanto de mujeres como de hombres. La situación de subordinación que siempre ha tenido la mujer respecto con el hombre debe ir cambiando, para así lograr su superación personal, lo que incide en beneficios del desarrollo de sus comunidades.

La preocupación por el mal manejo del agua es un asunto que compete a todos los habitantes del planeta, tanto así que desde enero de 1992, durante la Conferencia Internacional del Agua y el Medio Ambiente, celebrada en Dublín, Irlanda, con la participación de 500 expertos en la materia, se adoptó la conocida "Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible" en la que se tomó una acción específica con el fin de intervenir las presentes tendencias del consumo

excesivo, la contaminación y las amenazas crecientes derivadas de la sequía y las crecidas.

De esta declaración surgen los cuatro principios rectores para un personal capacitado en el adecuado manejo del agua en el ámbito internacional, nacional y local en cada comunidad del mundo:

Principio Nº 1 El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.

Dado que el agua es indispensable para la vida, la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales. La gestión eficaz establece una relación entre el uso del suelo y el aprovechamiento del agua en la totalidad de una cuenca hidrológica o un acuífero.

Principio Nº. 2 El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones en todos los niveles.

El planteamiento basado en la participación implica que los responsables de las políticas y el público en general cobren mayor conciencia de la importancia del agua. Este planteamiento entraña que las decisiones habrían de adoptarse al nivel más elemental apropiado, con la realización de consultas públicas y la

participación de los usuarios en la planificación y ejecución de los proyectos sobre el agua.

Principio Nº. 3 La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua.

Este papel primordial de la mujer como proveedora y consumidora de agua y conservadora del medio ambiente, rara vez se ha reflejado en disposiciones institucionales para el aprovechamiento y la gestión de los recursos hídricos. La aceptación y ejecución de este principio exige políticas efectivas que aborden las necesidades de la mujer y la preparen y doten de la capacidad de participar, en todos los niveles, en programas de recursos hídricos, incluida la adopción de decisiones y la ejecución, por los medios que ellas determinen.

Principio Nº. 4 El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.

En virtud de este principio, es esencial reconocer ante todo, el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible. La ignorancia, en el pasado, del valor económico del agua ha conducido al derroche y a la utilización de este recurso con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante de conseguir un aprovechamiento eficaz y equitativo, de favorecer la conservación y protección de los recursos hídricos.

En estas conferencias se presenta una visión panorámica de las interrelaciones entre género, pobreza y agua, en donde las mujeres juegan un papel protagónico en el manejo y la distribución del recurso hídrico. Plantearon además, como el acceso y saneamiento del agua incide directamente en la salud y las actividades económicas de las mujeres.



Por décadas ha existido la ausencia de las mujeres en puestos de saneamiento. Existen proyectos dirigidos a promover actividades productivas guiadas por las mujeres de nuestro país que se han propuesto llevar una mejor calidad de vida y del consumo del agua, por ejemplo las Administradoras de los Acueductos Rurales y como otras mujeres que han deseado la salud e higiene así como la superación personal y llevar el sustento económico a sus familias, también se han organizado en diferentes partes del país con sus microempresas, tal es el caso de la región

del golfo, el cual comprende distintas asociaciones:

–Asociación de Mujeres Nuevo Amanecer de Orocú, conformado por 20 mujeres, atienden un jardín de iguanas y garrobos, además de un vivero, en Orocú.

–Asociación de Mujeres Activas y Progresivas, conformado por 45 mujeres quienes administran un mariposario, una soda con comida típica y organizan paseos en panga por el golfo, caminatas por senderos, y también tienen venta de artesanía, en Costa de Pájaros.

–La Asociación de Mujeres Morales son las responsables de un proyecto llamado “Uso Sostenible del Recurso Ostras y otros Moluscos” en Punta Morales.

–La Asociación de Mujeres Sembradoras de Pianguas. Tienen cultivos de pianguas en los manglares cercanos, en Comunidad de Jícaro.

–Asociación de Mujeres Artesanas de Chira, se propone recuperar la cerámica que se fabricaba en épocas de la conquista y producir piezas con fines comerciales, en Isla Chira.

La crisis mundial del agua afecta a todos los seres humanos y en especial, según estadísticas, a las mujeres que son las que fungen como jefas de familia y administradoras

de los recursos forestales, vegetación, desechos, ecosistemas que se relacionan con la salud, con el suministro de agua. Si hay mayor grado de deterioro ambiental hay menor calidad de vida.

La transversalización de género se refiere a un proceso que promueve el manejo, y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico en forma equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas ambientales.

Las mujeres del país amas de casa, han dado un vuelco a su vida personal y se han empeñado por superarse y llevar calidad de vida a sus familias, como es el caso de las Vegas de Limoncito, mujeres de avanzada edad de esta comunidad han sido ejemplo para muchos, formularon y construyeron el proyecto de acueducto de su comunidad con gran ahínco, ahora son las administradoras del preciado líquido con gran esfuerzo y esmero.

Es evidente que cuando se trabaja con estrategias que faciliten la participación de las mujeres y hombres en igualdad de condiciones, se obtienen mejores resultados y beneficios para toda la sociedad.

DIRECCIÓN GESTIÓN DE DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN



Ursula Gutiérrez Villafuerte¹

Con la creación de la ley del Sistema Nacional de Archivos N° 7202 del 24 de octubre de 1990 y su Reglamento publicado en la Gaceta del 7 de marzo de 1995, impone la obligación a todas las instituciones públicas de crear un Archivo Central y Archivos Centralizados. Así mismo la Ley 8220 de Simplificación de Trámites obliga al Instituto a dar respuesta pronta y cumplida, también la Ley 8292 de Control Interno debe ser cumplida y una realidad a partir del 2004.

Por lo tanto, la Junta Directiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados mediante el acuerdo N° 2004-278 Crea la **DIRECCIÓN GESTIÓN DE DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN (GEDI-AYA)**, encargado de unificar, estandarizar, administrar en un sistema integral, la información y documentación que se genera por diversos medios en el Instituto, en especial en forma escrita, electrónica, visual, a efectos de que constituya un instrumento esencial para la toma de decisiones, con

sistemas de conectividad, accesibilidad, eficiencia, eficacia, economía de escala, y que se encuentre disponible para los diversos actores por los diversos medios.

Organización del GEDI-AYA

VISIÓN

Constituirse en la central de transmisión del conocimiento interinstitucional, creciendo día con día, como fuente fidedigna de compilación, procesamiento, almacenamiento, y expansión, partiendo de los principios y valores institucionales, que propicien el desarrollo sustentable para con los clientes internos y externos, tanto humano como intelectual. Guiada por la honestidad, discreción y justicia, generando una imagen de respeto y confianza.

MISIÓN

Ofrecer instrumentos eficaces y eficientes al servicio institucional, con herramientas

¹Master en Administración, GEDI. ugutierrez@aya.go.cr

accesibles para la toma de decisiones en el desempeño funcional, fomentando en cada una de las actividades la filosofía y valores que aseguren una relación permanente, de servicio y trabajo integrado con los usuarios de los diversos niveles del Sistema de Información Administrado, tanto con personal técnico, como con nuestras autoridades superiores, demás profesionales de nuestra Institución y medio ambiente, obteniendo de esta manera un crecimiento empresarial, personal y competitivo para todos.

Objetivo general

Administrar, procesar, almacenar, normalizar, supervisar, controlar y transmitir a nivel institucional, el uso de la información, la generación del conocimiento institucional, para lograr mayor eficacia, eficiencia, economía de escala, mejor aprovechamiento de los datos, sistemas, documentos e información para la toma de decisiones.

Objetivos específicos

1. Identificar, normalizar, administrar, procesar, transmitir y controlar la documentación, conocimiento e información que se gesten en el AyA, como un movimiento interactivo que permita a los trabajadores el intercambio de ideas y conocimientos, mejorando la toma de decisiones.
2. Constituirse en una plataforma de servicio e información que brinde apoyo a todos los usuarios que requieran del

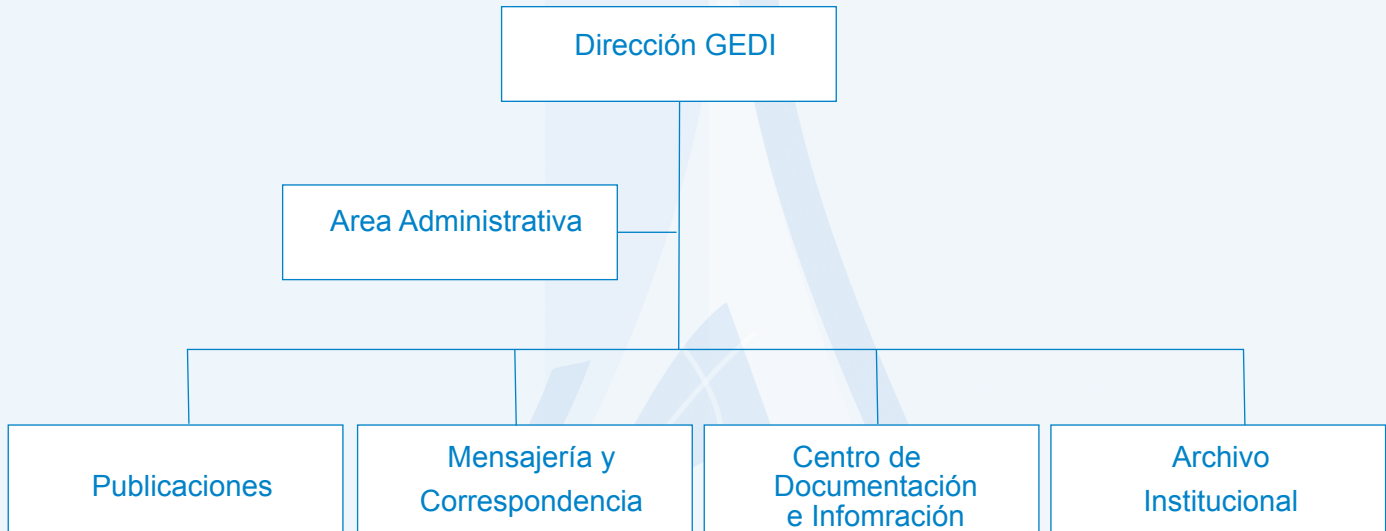
soporte de sistemas de información y documentación.

3. Organizar actividades o eventos (talleres), que permitan conocer el uso y manejo de los sistemas de información y documentación para que adquiera nuevas habilidades con esta herramienta.
4. Establecer normas sobre producción y reproducción de documentos, optimizando los recursos.
5. Normalizar y agilizar la labor de recepción y entrega de documentos, brindando un excelente servicio al cliente.



Funciones

1. Administrar la información en forma eficiente, eficaz y económica sostenible.
2. Aprovechar el uso de la tecnología para optimizar e integrar los flujos de información a nivel institucional.
3. Responder eficientemente a las necesidades y retos constantes, debido al crecimiento institucional.
4. Aprovechar la información que se genera para facilitar la toma de decisiones.



5. Estandarizar los formatos de los documentos oficiales que generen las diversas oficinas institucionales.
6. Cumplir con lo establecido en las Leyes 7202 y su Reglamento, 8292 de Control Interno y la 8220 Simplificación de Trámites (sobre protección al ciudadano del exceso de trámites y requisitos administrativos).

La creación del GEDI-AyA, representará un ahorro muy significativo para la Institución, a grosso modo se superarán los \$430,000,000 por año, ya que:

- Propicia al buen aprovechamiento del tiempo en actividades como la entrega de correspondencia, tanto interna como externa, permitiendo un mejor servicio al cliente, al igual que en el Centro de Documentación (Biblioteca), donde los

usuarios contarán con un sistema avanzado de búsqueda y localización de la información más actualizada en los diferentes temas.

- Representará además un ahorro de recursos, al controlarse muy de cerca el gasto de papelería, fotocopias, tintas, impresiones, etc.
- Propicia la reducción de problemas de espacio en el nuevo edificio.
- Además con esto, se tendrá un sistema de información que brinde el soporte oportuno para la toma de decisiones.
- Con el desarrollo y creación de esta dependencia, la Institución no solamente podrá contar con una gestión óptima de la documentación e información, en cualquier forma que se dé, sea, electrónica, física, etc. Sino que también da paso al desarrollo de las competencias a lo interno del AyA, a la vez estará al nivel de otras instituciones

en su avance en el campo de información y el uso eficiente.

También figuran como ventajas de desarrollar y facultar a esta dependencia:

- Flujo de información igual que otras instituciones.
- Servicio al cliente interno y externo, optimizando el uso de la cibernética.
- Lograr la normalización de los formatos de los documentos emitidos por las diversas oficinas y dependencias en todo el país.
- Ahorro por un adecuado control de fotocopiado, con cuyo ahorro podrá satisfacerse otra necesidad.
- Flujo de información por red, lo cual agilizará la toma de decisiones y sobre todo, el control centralizado y la gestión desconcentrada.
- Ahorro en trasiego documental, físico, franquicia postal, encomiendas, etc.

LA CID, UNA OPCIÓN DE DESARROLLO PARA EL FUNCIONARIO DEL AYA



Manuel López Fonseca¹

1. Primeros pasos de la CID:

El Plan Estratégico para el período 2003 – 2020 aprobado para el AyA durante el año 2003, estableció como uno de sus ejes estratégicos la investigación y el desarrollo. Este eje - se puede asegurar - se constituyó en la génesis de lo que unos meses después llegaría a consolidarse como la COMISION DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL AyA, conocida como la CID.

Como en todo nuevo proyecto, el inicio fue un poco incierto y lleno de interrogantes, sobre todo en cuanto a cual era el camino más adecuado que se debía seguir para alcanzar los objetivos trazados y para poder despertar el interés de los funcionarios en los procesos de investigación. No obstante lo anterior, con el apoyo del SIPAA y de la Gerencia General en la persona del MBA. Heibel Rodríguez Araya, el proyecto arrancó en forma definitiva.

El primer paso fue comenzar a reclutar a los funcionarios que formarían parte del cuerpo ejecutivo de la CID; poco a poco se fueron identificando algunos de ellos y fue así como se seleccionó en forma definitiva el primer grupo de trabajo que conformaría la Comisión. Estos funcionarios debían tener ciertas características sobre todo de identificación y compromiso con la investigación y el desarrollo, y por supuesto, con la Institución, ya que su trabajo sería y es en la actualidad totalmente "ad honorem" y como una actividad adicional a sus trabajos cotidianos.

Comenzaron así con entusiasmo y dedicación, las primeras discusiones de trabajo, se establecieron planes de acción, se formalizaron los objetivos, se fijaron cronogramas de reuniones y charlas mensuales, se retomó la revista "Evolución" como el documento oficial de la CID, mediante el cual se publicarían los trabajos de investigación de los diferentes funcionarios

¹Licenciado en Administración - División Alcantarillado Sanitario - Región Metropolitana. manuel.lopez@aya.go.cr

del AyA y se estructuró una organización funcional consistente en una Comisión conformada por un Coordinador, un Subcoordinador, una tesorera, una secretaria y cuatro vocales, quienes actualmente dependen directamente de la Gerencia General. Implementada esta organización se dio inicio a las diferentes actividades bajo el siguiente objetivo general: “Promover e incentivar la elaboración de proyectos y estudios especiales e investigaciones, dentro de los funcionarios del AyA, con el afán de establecer las bases para el desarrollo y optimización de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario”.

2. Actividades desarrolladas durante el año 2003

Organizada la Comisión y establecidos los objetivos, en marzo del 2003 inició la primera ronda de charlas de la CID. Durante este primer año de trabajo, se lograron presentar un total de treinta y tres charlas a cargo de diferentes funcionarios y expositores externos, tanto en el área metropolitana, como en algunas regiones.

Para este año se logró también la participación de la CID en el XXIII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental celebrado en Managua, Nicaragua, donde se obtuvieron tres premios por las ponencias realizadas, se formalizó además el consejo editorial de la revista “Evolución” y se dio inicio al programa de capacitación denominado: “Como realizar

trabajos científicos”, con la participación del Doctor Francisco Hernández Ch., PhD – catedrático de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica. Concretamente para este período del 2003 y tratándose del primer año de labores, se cumplieron con las expectativas establecidas en aproximadamente un 90%, según el plan de trabajo originalmente trazado.



Jornada de la CID 2005 en Liberia Guanacaste

3. Actividades desarrolladas durante el año 2004

Para el año 2004, se le dio continuidad al programa de charlas en todo el país, como una forma de motivar a los funcionarios para que incursionaran en el campo de la investigación, y para que los trabajos que desarrollan en las diferentes direcciones, se dieran a conocer en todos los ámbitos institucionales. Asimismo, se le dio seguimiento al curso de investigación científica, se realizó un análisis sobre la interiorización del Plan

Estratégico 2003-2020 por parte de los funcionarios del AyA, además, con el apoyo de la Junta Directiva, la Presidencia Ejecutiva y la Gerencia General se logró la participación en tres congresos internacionales, uno, en la Habana Cuba, otro en San Juan Puerto Rico y otro en El Salvador y se culminó este año en forma exitosa, con el desarrollo de un seminario de dos días en el mes de octubre denominado: "I Seminario de Investigación y Desarrollo del AyA". Como cierre de actividades, en diciembre de este año, se realizó una reunión de trabajo entre los funcionarios de la CID, el Consejo Editorial de la revista Evolución y la Gerencia General, en el cual se le presentó un informe final de labores a la Gerencia y se le entregó el plan de trabajo para el período 2005, para este año las expectativas superaron el 90% de los planes y metas fijadas.

4. Actividades por desarrollar durante el año 2005

En el año 2005, ya se tienen programadas varias charlas que se impartirán en el área metropolitana y en las diferentes regiones, así como la segunda parte del curso de investigación científica y el II Seminario de Investigación y Desarrollo.

También se espera lograr la participación en varios eventos y foros nacionales e internacionales y el establecimiento definitivo

de la Oficina de Investigación y Desarrollo del AyA, como parte del fortalecimiento y consolidación de esta actividad.

Por otra parte y con la aprobación de la Gerencia General y la Presidencia Ejecutiva, ya se están iniciando conversaciones para hacer realidad el Centro de Capacitación de Investigación y Desarrollo del AyA, y se realizarán los trámites correspondientes para incluir a la CID en la estructura orgánica del AyA como una Unidad formal.

5. La CID una tarea de todos

Los funcionarios que conforman el cuerpo ejecutivo de la CID, están claros en cuanto a que aún se deben mejorar y corregir muchos aspectos de este proceso, se deben fortalecer algunos programas y se debe aspirar al logro de metas que le den un mejor y mayor valor agregado a la gestión institucional, no obstante, la CID es un programa evolutivo, que está abierto al cambio, a la sana crítica y al consejo positivo de todos los funcionarios, por lo que en ese sentido, requerimos del apoyo, la solidaridad y la retroalimentación permanentes, como variables indispensables para el mejoramiento continuo y la fijación de un rumbo común para generar pensamiento, estudio, investigación y por supuesto; el desarrollo institucional, como el fin último de este programa.

CONTABILIDAD DE COSTOS EN AYA



Marvin Ortega Calderón¹

RESUMEN

La implantación del Sistema Integrado Financiero Suministros, propició el establecimiento del módulo de contabilidad de costos, lo que implicó el desarrollo de una estructura de costos de acuerdo con las necesidades de la organización. Esto le permitió a la Institución, contar con una herramienta que le facilita tener información veraz, confiable y oportuna para la toma de decisiones.

Palabras Claves: Contabilidad de Costos, Suministros, Sistemas de Costos, Finanzas, Sistema Integrado Financiero Suministros.

Antecedentes

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados desarrolló el Sistema Integrado Financiero Suministros (SIFS). Este sistema permite efectuar transacciones en línea en tiempo real, en todo el país. Esta particularidad consiste en que los registros se realizan desde el punto de origen de las transacciones. Implica la afectación simultánea tanto contable, de costos, presupuesto, compras y almacenes cuando así lo requieran los procesos.

Las transacciones se separan en módulos dependiendo de la naturaleza del registro, así tenemos los módulos de:

Libro mayor	GL
Cuentas por cobrar	AP

Cuentas por pagar	AR
Materiales	MM
Activos	AM
Costos	CO

El Sistema Integrado Financiero Suministros se implantó en febrero de 1999, antes de esa fecha el Instituto no utilizaba un sistema de contabilidad de costos que le permitiera obtener un mayor detalle de las operaciones realizadas. Fue así que en la implantación del Sistema Integrado Financiero Suministros, se incluyó el desarrollo e implantación del módulo de Contabilidad de Costos, para lo cual fue necesario establecer una estructura de costos de acuerdo con la organización y necesidades de la Institución.

¹Licenciado en Contaduría Pública (C.P.A), Dirección Financiera.mortega@aya.go.cr

La implantación del sistema de contabilidad de costos facilitó la obtención de la información requerida, con un mayor grado de análisis de la gestión realizada por cada una de las áreas del Instituto. Además, es indudable que este conocimiento permitirá tomar las medidas adecuadas para mejorar los resultados en el futuro.

Sistema de Contabilidad de Costos

El sistema de contabilidad de costos se define como el proceso que permite identificar, medir, acumular, analizar, preparar, interpretar y comunicar información que permita a la Administración Superior cumplir con los objetivos de la Organización.

La contabilidad de costos es el principal sistema de información cuantitativa en la organización que brinda información que permite cumplir con los siguientes objetivos:

Planeación y control de las operaciones rutinarias: mediante la contabilidad de costos los contadores logran observar la organización con una visión de gerente, porque a través de la planeación de las operaciones se llega a medir el desempeño de las áreas de trabajo que componen la organización.

Acumulación de los costos de los servicios de la Organización: el cumplimiento de este objetivo ayuda a la Administración Superior a fijar el precio de venta de los servicios, tasas y tarifas en el caso de las Instituciones Públicas.

Elaboración de informes: internos para la Administración Superior, a fin de ser utilizados

en la toma de decisiones, planes y políticas, así como informes externos solicitados por organismos tales como: Banco Central, ARESEP, Contraloría General de la República, Autoridad Presupuestaria y Organismos Internacionales (Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, BCIE, etc). En el caso de los informes internos, sirven para la medición del desempeño de las actividades, también permiten a los Directores tomar decisiones importantes tales como reducir costos, recomendar el incremento en el precio de venta, elaborar planes y proyectos de mediano o largo plazo y fijar políticas a lo interior de la empresa para mejorar la productividad o la eficiencia.

A continuación se mencionan algunos tipos de análisis que se pueden llevar a cabo:

- Confrontación de las cifras presupuestarias con las reales.
- Determinar la rentabilidad de las diferentes regiones, mediante el enfrentamiento de los ingresos con los costos incurridos.
- Determinar el precio de venta razonable de los servicios que brinda la Institución.
- Obtener estados de resultados por región.
- Medir el desempeño de cada una de las áreas del Instituto, evaluando los costos en que incurrieron y los resultados obtenidos.
- Controlar las Inversiones que se están llevando a cabo en las diferentes Regiones.
- Control de la ejecución y avance de las Inversiones supervisadas por las Unidades Ejecutoras; Dirección de Obras Urbanas y Dirección de Obras Rurales.

Descripción General del Módulo Contabilidad de Costos del AyA

El módulo de Contabilidad de Costos (CO) del Sistema Integrado Financiero Suministros (SIFS) tiene por objeto acumular, determinar y controlar los costos de producción, constituyendo una herramienta básica para la administración de la Institución.

El módulo de CO abarca los siguientes puntos importantes para mencionar: en primer lugar, se define al control de los Proyectos de Inversión u Obras en Construcción, bien sea financiados por entes externos o por la propia Institución. Un segundo, es aquel que permite crear una estructura de costos adecuada a la Institución, de tal manera que definidos los centros de costos se pueda conocer de forma automática y en tiempo real los gastos de la Institución, hasta el nivel de detalle que se defina en el Centro de Costo.

Estructura de Costos

Esta obedece a la estructura organizativa de la Institución, en la cual se puede determinar tanto para las áreas funcionales (Administrativas) u operativas de la empresa, los costos generados por cada una de estas.

El control de cada una de las áreas de la empresa, tanto funcionales como operativas se realiza a través de lo que se conoce como “Centro de Costo”.

Centro de Costos; es el que esta representado por una serie de actividades y

funciones, de las que se hace responsable a un funcionario o supervisor.

En el caso de los centros de costos de la Institución se componen de ocho dígitos.

Centros de costo Sede Central

Los centros de costos de la Sede Central se clasifican de la siguiente forma y se identifican en los primeros dígitos del código.

- Administración Superior (10)
- Administración de Apoyo (20)
- Centros Centros de Costos (30)

Centros de Costos

Administración Superior

A este grupo pertenecen aquellas areas funcionales que usualmente pertenecen o brindan apoyo a la Administración Superior.

Se identifican con el “10” en los dos primeros dígitos, en los dos siguientes se identifica las áreas funcionales como por ejemplo:

10010000	Junta Directiva
10020000	Presidencia Ejecutiva
10020100	Rectoría del Aguas
10020200	Contraloría de Servicios
10020300	Oficina Igualdad y Equidad
10030000	Gerencia General
10030100	Subgerencia
10030200	Área de Control Interno
10030300	Organización Institucional
10040000	Auditoría
10050000	Asesoría Jurídica
10060000	Oficina de Prensa

También es importante indicar que en los dígitos quinto y sexto se puede identificar otras áreas funcionales que las integran como la Sub-Gerencia o los departamentos.

Centros de Costos

Administración de Apoyo

Son aquellas áreas funcionales de la Sede Central que brindan apoyo al resto de las áreas de la Institución (Direcciones). Se identifican con el "20" en los dos primeros dígitos del código del Centro de Costos. En los dos siguientes dígitos se identifican el área funcional de apoyo y en el quinto y sexto dígito los departamentos u otras áreas que lo conforman.

Otros Centros de Costos

En este se agrupan los centros de costos de otras áreas que no forman parte de la actividad normal de la Institución, pero que es de su interés brindarles apoyo.

Se identifican con "30" en los primeros dígitos y en el tercero y cuarto el área específica.

Ejemplos:

30010000	Fondo de Ahorro
30020000	Cooperativa
30030000	SIPAA
30040000	ASTRAA

Centros de Costos Regiones

Los centros de costos de las regiones están conformados de ocho dígitos.

En las regiones se pueden encontrar diferentes tipos de centros de costos, los que se mencionan a continuación:

- Centros de Costos Generales Administrativos Sede Regional
- Centros de Costos Generales Operativos Sede Regional
- Centros de Costos Generales Administrativos Cantonal
- Centros de Costos Generales Operativos Cantonal
- Centros de Costos Operativos

Centros de Costos Generales

Los centros de costos generales se clasifican en centros de costos generales administrativos y centros de costos operativos, y se utilizan únicamente en aquellos casos en que un gasto no se puede identificar con un área o actividad específica.

Los dos primeros códigos asignados para cada región son los siguientes:

50	Metropolitana
51	Brunca
52	Pacífico Central
53	Chorotega
54	Huetar Atlántica
55	Central

Centros de Costos Generales Oficina Cantonal

A su vez las Regiones están conformadas por Oficinas Cantonales, a excepción de la Región Metropolitana que tiene una estructura organizativa diferente a las demás regiones pero que a finales del 2003 asumió la Cantonal de Mora que pertenecía a la Región Central.

Los dígitos tercero y cuarto son los que corresponden a la Oficina Cantonal, a

continuación se detallan las cantonales por Región.

50	Metropolitana
10	Metropolitana
11	Mora
51	Brunca
10	San Isidro
11	Ciudad Neily
12	San Vito
13	Ciudad Cortés
14	Buenos Aires
15	Río Claro
52	Pacífico Central
10	Puntarenas
11	San Ramón
12	Palmares
13	Esparza
14	San Mateo
15	Parrita
16	Quepos
53	Chorotega
10	Liberia
11	La Cruz
12	Bagaces
13	Santa Cruz
14	Nicoya
15	Filadelfia
16	Cañas
17	Tilarán
18	El Coco
19	Papagayo
54	Huetar Atlántica
10	Limón
11	Pococí
12	Siquirres
13	Guácimo

14	Matina
55	Central
10	Puriscal
11	Alajuela
12	Atenas

Centros de Costos Operativos

Los centros de costos operativos corresponden a las actividades sustantivas de la Institución. El código de los centros de costos operativos se conforma de ocho dígitos al igual que los demás centros.

La estructura de los centros de costos de operación es la siguiente:

R	Región
OC	Oficina Cantonal
Ss	Sistema (Acueducto o Alcantarillado)
Aa	Actividad (corresponde a los dos últimos dígitos)

Las actividades que están definidas son las siguientes:

10:	Captación Acueducto.
11:	Tratamiento Acueducto.
12:	Conducción Acueducto.
13:	Distribución Acueducto.
14:	Medición (Lectura).
16:	Cobro.
20:	Conexiones.
30:	Medidores.
40:	Recolección de Aguas Negras.
41:	Planta de Tratamiento de Aguas Negras.
42:	Evacuación de Aguas Negras depuradas.

- 43: Comercialización de Alcantarillado.
- 50: Trabajos para Activos en Construcción.
- 60: Trabajos para terceros.
- 70: Venta de materiales.

Los dígitos quinto y sexto asignados a Sistemas de Acueducto o Alcantarillado no se están utilizando en la actualidad.

Logros Alcanzados

Al ser la contabilidad de costos una herramienta reciente en la Institución, se tuvo que pasar por un proceso de capacitación y concientización, de manera que la información que se registre sea confiable y oportuna para la toma de decisiones.

Al ser conscientes de que la contabilidad de costos representa una herramienta de suma importancia para medir la gestión de las diferentes áreas de la Institución y por ende de sí misma, es que se fomentó el análisis de la información de costos en todas las Regiones, para que las decisiones que se tomen sean basadas en información objetiva y además ayude a utilizar los recursos de una manera más eficiente.

Fue entonces en el período 2003 gracias al esfuerzo que realizó la Dirección Financiera que se logró efectuar el primer análisis de costos por región, y de ahí en adelante es una tarea que ha venido realizando la Dirección.

En el 2004 la Dirección Financiera incluyó dentro de su plan de trabajo, la capacitación

en el análisis de la información de contabilidad de costos dirigido a encargados de costos y jefes administrativos de las Regiones.

A partir del segundo semestre cada una de las regiones empezó a realizar el análisis de su región y así lo a hecho hasta la fecha, esto ha permitido que elaboren su estado de resultados, tanto por Región como por Oficina Cantonal.

Esta práctica de utilizar la contabilidad de costos como herramienta de evaluación de las diferentes áreas de la Región, le permite a los responsables, entre algunos aspectos, los siguientes:

- Evaluar periódicamente la gestión de la Región.
- Mejorar el aprovechamiento de los recursos.
- Elaborar el presupuesto en base a los costos reales históricos.
- Tomar medidas correctivas.

Esto le facilita tanto a las regiones como a la Institución, cumplir con algunos de los objetivos establecidos en el Plan Estratégico tales como:

- Brindar mayor autonomía a las Regiones con respecto a la toma de decisiones.
- Fomentar la gestión empresarial y la rendición de cuentas para el manejo eficiente de los recursos.
- Evaluación y control de la gestión de las diferentes áreas.

Es bien sabido que la información veraz y oportuna es importante en la toma de decisiones

de una empresa, por lo que podemos concluir que la contabilidad de costos, aparte del capital humano, se convierte en un factor importante para que el AyA se posicione entre las organizaciones líderes a nivel latinoamericano.

Referencias Bibliográficas

- Ortega Pérez de León, Armando. **Contabilidad de Costos**. México: Limusa, 1997. 929p.
- Torres Salinas, Aldo S. **Contabilidad de Costos: análisis para toma de decisiones**. México: McGraw Hill, 1996. 233p.

EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PLAN DE SUSTITUCIÓN DE HIDRÓMETROS OFICINA CANTONAL DE ALAJUELA



Maximiliano Pérez Martínez¹

RESUMEN

En abril del 2002, la Junta Directiva aprobó (AN-2002-148) una serie de directrices en materia de micromedición. Además de establecer que todos los servicios de agua potable que preste AyA deben disponer de un medidor, define los criterios para la sustitución de los medidores y solicita la realización de un estudio técnico económico sobre los resultados obtenidos con la instalación de los 50.000 hidrómetros clase "C" adquiridos mediante la licitación pública 2000-032.

Para los efectos de este trabajo y a partir de estas directrices se definieron dos planes alternativos para la sustitución de hidrómetros en los servicios de tarifa domiciliar en la Oficina Cantonal de Alajuela y se realizó una evaluación financiera de los mismos. El objetivo fundamental del trabajo consistió en establecer la viabilidad financiera de estos planes de sustitución de hidrómetros.

Para la elaboración de estos planes se procedió a simular, a partir de los consumos promedios y la estructura de consumos de la tarifa domiciliar, el avance de las lecturas de los hidrómetros y de esta forma estimar el número de hidrómetro por sustituir cada año.

Las pérdidas por subregistro se estimaron a partir de las mediciones que de estas ha realizado el Departamento de Medición. La reducción de estas pérdidas representan los potenciales beneficios de este proyecto y su valoración monetaria corresponde a las tarifas vigentes al 13 de octubre del 2003.

Uno de estos planes supuso que la sustitución de los hidrómetros se realizaría con recursos propios y el segundo, mediante la contratación de una empresa. También fue necesario elaborar estimaciones detalladas de los costos para cada uno de los planes.

Para la evaluación financiera se utilizaron la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN).

Se concluyó que los planes de sustitución de hidrómetros definidos en el marco de este trabajo son financieramente viables, así como el uso de hidrómetros volumétricos clase "C". También se halló que los resultados financieros se pueden mejorar acelerando la sustitución de los hidrómetros, lo cual es más factible lograr mediante la contratación de empresas.

Palabras claves: agua, pérdidas, subregistro, hidrómetro, evaluación, financiera.

¹Master en administración con énfasis en finanzas. Región Central Oeste. Área comercial. mperez@aya.go.cr

Introducción

El presente trabajo es un resumen de un análisis financiero para fines académicos. En el mismo se evalúan los efectos que el subregistro de los hidrómetros provoca en las finanzas de la Oficina Cantonal de AyA en Alajuela, y las implicaciones de la política de micromedición acordadas por la Junta Directiva del AyA. Además, se proponen mejoras a estas políticas. En este capítulo se presenta la justificación del proyecto y se definen los objetivos, alcances y limitaciones de este.

Los sistemas de acueductos, aun los más eficientes en países desarrollados, registran niveles de pérdidas de agua que se ubican entre el 10 y el 20%. A este fenómeno también se le conoce como agua no contabilizada. En términos generales, consiste en la diferencia entre el volumen de agua producida y el volumen facturado. Las pérdidas no superiores al 25% son aceptables según el criterio del Banco Mundial. En AyA dichas pérdidas se estiman en alrededor del 50%, en promedio.

Usualmente esas pérdidas se clasifican en dos grupos: pérdidas físicas y pérdidas comerciales. Entre las primeras, por ejemplo, se encuentran los rebalses en los tanques de almacenamiento y las fugas en la red de distribución. Las pérdidas comerciales incluyen los servicios fraudulentos, los ajustes a la facturación, y los problemas de micromedición: servicios fijos, hidrómetros

detenidos, aterrados o dentro de propiedades y el subregistro en los hidrómetros.

Por diversas razones, tales como el desgaste, el tipo de aparato, las condiciones de la instalación y hasta las características físicoquímicas del agua, los hidrómetros no registran la totalidad del agua consumida por los usuarios. A este tipo específico de pérdidas se le conoce como subregistro.

El Departamento de Medición del AyA presentó a conocimiento de la Junta Directiva de AyA una propuesta tendiente a reducir las pérdidas relacionadas con los problemas de micromedición, entre las que se encuentra el subregistro.

En la sesión ordinaria No. 2002-031 del 16 de abril del 2002, la Junta Directiva de Acueductos y Alcantarillados emitió el acuerdo No. AN-2002-148, el cual establece como política institucional; la sustitución de los hidrómetros luego de acumular 3.000 metros cúbicos de consumo, o después de siete años de estar en uso, lo que suceda primero. Debido al alto costo que esto implica, se propuso alcanzar dicha meta en un plazo de cinco años.

El subregistro del consumo en los hidrómetros significa facturar un volumen inferior al realmente consumido por el usuario del servicio. Con las tarifas vigentes al 31 de octubre del 2003, un servicio de tarifa urbano-domiciliar con un consumo promedio de 30

metros cúbicos por mes, al cual le son facturados únicamente 23 metros cúbicos, o sea, que un subregistro de 25,0%, representa una pérdida anual para AyA de ¢10.608,00 por servicio. Si se considera, además, que todos los hidrómetros, incluso los nuevos, tienen algún nivel de subregistro y los que acumulan más de 3.000 metros cúbicos de consumo muestran un subregistro superior a 30%², resulta clara la importancia que tiene este problema para AyA como un todo, con más de 450.000 servicios.

Una serie de elementos económicos, financieros y estratégicos justifican todos aquellos esfuerzos de investigación que permitan la generación de propuestas destinadas a mejorar la eficiencia con que son usados los recursos de la institución, lo cual coincide con los objetivos de este trabajo.

El objetivo de este trabajo consistió en analizar los efectos financieros en el largo plazo del Plan de Sustitución de Hidrómetros, derivado de las directrices sobre micromedición establecidas por la Junta Directiva del AyA en abril del 2002, en la Oficina Cantonal de Alajuela, Región Central, para proponer mejoras a dicho plan.

Materiales, Métodos y Limitaciones

Este trabajo se circunscribe al análisis del Plan de Sustitución de Hidrómetros establecido por la Junta Directiva en el caso particular de

la Oficina Cantonal de Alajuela para los servicios domiciliarios, así como a la propuesta de mejoras del plan. No obstante, se supone que este fenómeno es lo suficientemente homogéneo como para permitir aplicar las conclusiones del presente trabajo, con las salvedades que correspondan, a los demás sistemas administrados por AyA en todo el país.

Aunque el fenómeno de las pérdidas ha sido ampliamente estudiado por funcionarios de esta institución en diferentes épocas, la sustitución de hidrómetros para reducir el subregistro y la migración hacia el uso de aparatos de medición de mayor sensibilidad, son temas relativamente nuevos. Así, por ejemplo, las estimaciones de pérdidas por subregistro que recientemente se han elaborado en el marco del Programa de Control de Pérdidas del AyA, combinan información procedente de las bases de datos del Laboratorio de Hidrómetros del AyA con informes suministrados por la administración funcional del Sistema Comercial (OPEN-SGC).

En los últimos tres años AyA ha instalado hidrómetros, incluso en la Oficina Cantonal de Alajuela, con características metrológicas (precisión) distintas a las de los que usualmente se han adquirido. La base de datos del Sistema Comercial (OPEN-SGC) no incluye esta variable (clase metrológica), además de que a la fecha no se han realizado estudios que permitan determinar los efectos netos en la facturación por el uso de estos hidrómetros. De tal manera que el presente estudio no

²AyA. Departamento de Medición. Estudio a 484 hidrómetros del Acueducto de Santa Ana, junio del 2001.

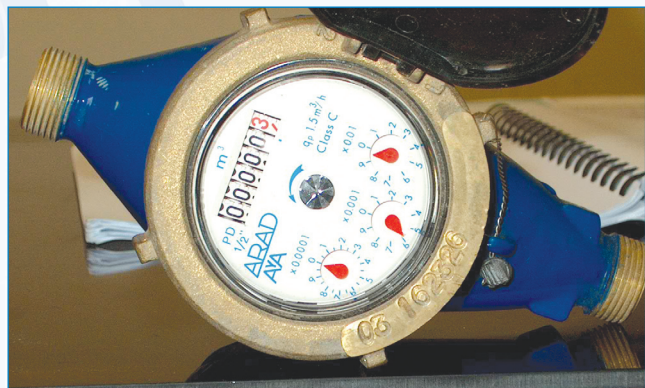
diferencia el uso alternativo de hidrómetros de mayor precisión. Tampoco se consideraron las diferencias en los niveles de subregistro que muestran los hidrómetros de *chorro múltiple* respecto a los *volumétricos*.

La estructura tarifaria del AyA, basada en precios diferenciados por niveles de consumo, especialmente en la tarifa domiciliar, los ajustes con la facturación obligados por reglamento, la lectura bimensual y otros factores operativos y comerciales podrían afectar en uno u otro sentido las estimaciones necesarias para este análisis.

En el marco de los objetivos planteados, las limitaciones citadas respecto a las estimaciones del subregistro no se consideran suficientemente significativas como para anular las conclusiones a que se llegue con la realización de este análisis.

En el caso de los costos que se incrementan por la sustitución de hidrómetros, además del precio de los hidrómetros y otros gastos administrativos como transporte y almacenaje, la mano de obra se valorará, alternativamente, a partir de las contrataciones que recientemente ha hecho AyA con empresas privadas para el cambio de hidrómetros y trabajos similares. La oferta de este tipo de servicios no es muy amplia, y más bien podría decirse que se trata de un mercado incipiente, por lo cual estos precios podrían responder a condiciones poco competitivas.

Los hidrómetros, aún nuevos, no son capaces de medir la totalidad del agua consumida por los usuarios del servicio. La precisión con que estos miden el agua consumida depende de una serie de factores, tales como su clase metrológica (A,B,C), el tiempo transcurrido en operación, el volumen acumulado, las condiciones de instalación, las características físicoquímicas del agua y los materiales de fabricación del hidrómetro. A este tipo de pérdida se le conoce como subregistro.



Una serie de estudios realizados en otras latitudes establecen que las pérdidas por subregistro de los hidrómetros son de entre 15% y 43% de las pérdidas totales relacionadas con el agua no contabilizada (ANC)³.

Según la Dirección de Operación de Sistemas del AyA, el nivel de pérdidas por subregistro en la Región Central Oeste es de 26,2% del total de los servicios, y de 24,7% en la categoría domiciliar. En la Oficina Cantonal de Alajuela el subregistro se estima en 29,2% y 27,1%, respectivamente. Estas se refieren a la relación entre el volumen de agua consumida y el volumen efectivamente facturado.

³ Arregui, F y García-Serra, J. **Metodología para la evaluación del error de medición de un parque de contadores**. Tesis doctoral. Instituto Tecnológico del Agua, Universidad Politécnica de Valencia, 1998

El subregistro de los hidrómetros es un problema de gran importancia dentro del análisis del ANC, por una serie de razones, ya que afecta todos los sistemas y todas las categorías de los servicios medidos, es progresivo, representa un porcentaje significativo dentro de las pérdidas comerciales, sus efectos en las finanzas del operador son cuantificables y existen posibilidades de reducir su impacto mediante proyectos rentables.

AyA utiliza dos tipos de hidrómetros: volumétricos y de chorro múltiple. Los hidrómetros volumétricos son más precisos que los de chorro múltiple, especialmente a bajos caudales.

Al igual que cualquier otro instrumento de medición, los hidrómetros son fabricados para que cumplan con determinadas normas internacionales, tales como las normas *ISO 4064 (Measurement of water flow in closed conduits - meter for cold potable water)*. La norma ISO 4064-1 regula lo relativo a la terminología y a las características técnicas, dimensionales y metrológicas, y la pérdida de presión.

Los límites de precisión son iguales para las distintas clases metrológicas, pero varían los caudales (volumen por unidad de tiempo) a los cuales el hidrómetro mantiene una

determinada precisión. Para esto se recurre a los conceptos de *caudal mínimo* y *caudal de transición*. El caudal mínimo se define como el volumen por unidad de tiempo (litros por hora) al cual el hidrómetro debe garantizar un error inferior a 5%. Para el caudal de transición este error deberá ser inferior al 2%. Por ejemplo, para un hidrómetro de clase B y de 13 mm, el caudal mínimo es de 30 litros por hora, mientras que este mismo caudal es de 15 litros por hora para un hidrómetro clase C. Los caudales de transición deberán ser de 120 y 22,5 litros por hora, respectivamente⁴.

El caudal de arranque se define como el volumen por su unidad de tiempo al cual el hidrómetro comienza a registrar. Según las normas técnicas del AyA (501 y 502), los hidrómetros del tipo chorro múltiple clase “B”, deben garantizar un caudal de arranque no mayor a 16 litros por hora. Para los hidrómetros volumétricos clase “B”, se exige un caudal de arranque no mayor a 15 litros por hora.

Según las especificaciones publicadas por Arad Ltda. Dalia, fabricante israelí de hidrómetros, en su página de internet, el hidrómetro volumétrico modelo P, clase C, y el hidrómetro de chorro múltiple modelo M, clase B, ofrecen los niveles de precisión mostrados en el siguiente cuadro:

Niveles de precisión			
Hidrómetros marca Arad			
Caudales	Unidad (1)	Modelo P - volumétrico	Modelo M - chorro múltiple
Caudal mínimo (Q_m)	L / h	15	30
Caudal transición (Q_t)	L / h	22,5	120

(1) L / h : litros por hora. Fuente: www.arad.co.il

⁴ Ibid.

Esta marca ha sido ampliamente utilizada por AyA. Al 31 de octubre del 2003, 52,0%⁵ de los hidrómetros instalados en la Oficina Cantonal de Alajuela corresponden a esta marca.

Históricamente, AyA ha utilizado hidrómetros clase "B". Sin embargo, en el año 2002 adquirió 50.000 hidrómetros de la clase "C" mediante la licitación pública No. 2000-032. Estos aparatos son marca "Arad", fabricados en Israel, por los cuales pagó un precio unitario de US \$15,88. Posteriormente esta licitación fue ampliada en 25.000 hidrómetros.

A la fecha no se han publicado, al menos en el país, estudios concluyentes sobre los beneficios financieros relativos al uso de hidrómetros clase "C". Pruebas realizadas por el Departamento de Medición del AyA a 24 hidrómetros, de clase metrológica no identificada, provenientes de Parrita y que incluyeron ensayos a bajos caudales (30 litros por hora), indican que los hidrómetros muestran un elevado nivel de subregistro a bajos caudales. En la prueba correspondiente a un caudal de 30 litros por hora, 19 de los 24 hidrómetros no registraron consumo, lo cual significa un error de -100% en cada uno de estos 19 hidrómetros. El error general para los 30 aparatos fue de -74,67%⁶. Sin que esta observación sea concluyente, es probable que sea beneficioso para la institución utilizar hidrómetros clase "C", ya que estos se caracterizan por un mayor nivel de precisión, especialmente a bajos caudales.

Según el Programa de Reducción de Pérdidas de la División de Operación de Sistemas del AyA, y a partir de datos suministrados por el Laboratorio de Hidrómetros de AyA generados a partir de una muestra de 484 hidrómetros provenientes del acueducto de Santa Ana, los porcentajes de error de medición, según los rangos de consumo acumulado para hidrómetros con más de 3.000 metros cúbicos acumulados de consumo, son los mostrados en la siguiente distribución:

Rangos de consumo acumulado	% de error (1)
3.000 - 3.499	-28,3
3.500 - 3.999	-33,4
4.000 - 4.999	-30,0
5.000 - 5.999	-27,2
6.000 - 6.999	-30,8
7.000 - 7.999	-28,4
8.000 - 8.999	-14,6
9.000 - 9.999	-36,0
Más de 10.000	-58,1

Corregido con 10% por punto de arranque (valor estimado promedio).
Fuente: Departamento de Medición. Basado en muestra de 484 Hidrómetros del Acueducto de Santa Ana. Junio - 2001.

Estos errores promedio están ponderados, como aproximación a una curva típica de consumo, de la siguiente manera:

Caudal	Ponderación
2.500 l / h	35,0%
1.500 l / h	40,0%
450 l / h	20,0%
60 l / h	5,0%

⁵AyA. Según muestra de 458 hidrómetros. Oficina Cantonal de Alajuela. Anomalías de lectura. Octubre, 2003. - OPEN - SGC (IL015).

⁶ AyA. Departamento de Medición y Región Pacífico Central. Prueba de exactitud a 24 hidrómetros domiciliarios, acueducto de Parrita, 2003.

Esta ponderación responde a estimaciones realizadas por el Departamento de Medición, a partir de la experiencia relativa a los caudales utilizados por las familias para sus actividades cotidianas de lavado, cocinado y consumo directo de agua potable.

Al 31 de octubre del 2003 la Oficina Cantonal de Alajuela concentraba 60,6% del total de servicios administrados por la Región Central Oeste. De los 18.194 servicios a cargo de esta cantonal, 95,3% corresponden a la tarifa domiciliar (urbana y rural), y 95,1% a la tarifa urbana-domiciliar. Conviene recordar que este trabajo se enfoca en los servicios urbano-domiciliarios de la Oficina Cantonal de Alajuela, por lo que implica a más de 95% de los servicios de esta cantonal, y a 57,7% del total de servicios prestados por la Región Central Oeste.

Al 31 de octubre del 2003, en la Oficina Cantonal de Alajuela se facturaron 18.194 servicios, por medio de 16.931 conexiones. Se emite una factura por conexión. A los servicios facturados bajo el sistema de “cobro por bloque” se les consideró como conexiones en función del número de bloques.

El análisis propuesto consiste en la elaboración de dos escenarios. El primero se ajusta a la propuesta de la Junta Directiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, la cual consiste en sustituir los hidrómetros con 3.000 metros cúbicos o más de consumo acumulado en un plazo de

cinco años. El segundo escenario consiste en que la sustitución de los hidrómetros se haría en el primer período del plazo de análisis (cinco años), sustituyéndose en cada uno de los restantes cuatro años; únicamente aquellos hidrómetros que acumulen nuevamente 3.000 o más metros cúbicos de consumo, así como las nuevas conexiones cuyos hidrómetros logren acumular este número de metros cúbicos antes de que finalice el último período de los que conforman el análisis.

Para determinar el número de hidrómetros que se van a sustituir en cada uno de los períodos de ejecución del plan, se moduló el avance de la lectura acumulada de los hidrómetros en servicio de la tarifa urbana domiciliar de la Oficina Cantonal de Alajuela. Para tal efecto se solicitó a la Administración Funcional del Sistema Comercial Integrado, hacer una lista de la totalidad de las lecturas de los hidrómetros correspondientes a los meses de setiembre y octubre del 2003 en la tarifa urbano-domiciliar, ya que las rutas de lectura están agrupadas en dos áreas y al momento de realizar esta evaluación la lectura era bimestral. Con los datos de setiembre del 2003 se abarcó el área 2, y con los de octubre del 2003 el área 1. En este bimestre se facturaron, a partir de lecturas “reales”, 14.232 conexiones, de un total de 16.070, correspondientes a la tarifa urbano-domiciliar.

Con los datos de consumo registrado en el bimestre que se completó con las lecturas de setiembre y octubre del 2003, se proyectaron

los consumos promedios por mes que registrarán estos servicios en los siguientes períodos. En general, se trata de consumos aceptados y pagados por los clientes, ya que no se incluyen las refacturaciones ni las facturas estimadas. A partir de estos datos (consumo promedio por conexión), se simuló la lectura acumulada que tendrá cada uno de los hidrómetros al final de cada uno de los cinco años establecidos para la ejecución del plan, y se estimó así el número de hidrómetros por sustituir en cada uno de estos períodos.

Las lecturas acumuladas de los hidrómetros con problemas de lectura y que por ende no fueron leídos; problemas tales como: estar aterrados, cortados o no localizados, así como las lecturas “refacturadas”, se modularon de la siguiente forma: en primer lugar se observó la distribución de las lecturas acumuladas entre los hidrómetros con lectura real y se distribuyó en rangos de 250 metros cúbicos hasta los 3.000 metros cúbicos de lectura acumulada; y un último rango correspondiente a los hidrómetros con más de 3.000 metros cúbicos de lectura acumulada. Esta misma distribución se aplicó a los 1.838 hidrómetros no leídos. A cada uno de estos rangos se les aplicó la distribución de consumo promedio por conexión reportados por el OPEN-SGC al 31 de octubre del 2003 en el informe de facturación. De esta forma se modularon las lecturas acumuladas que tendrán estos hidrómetros durante los cinco años propuestos para la ejecución del plan.

Con los hidrómetros correspondientes al crecimiento vegetativo (3,0% anual) o nuevas conexiones, se procedió de la siguiente forma: se asumió que todos los hidrómetros parten de una lectura acumulada igual a cero. Igualmente, se partió del supuesto de que la distribución de consumos observada en los servicios en tarifa urbano–domiciliar al 31 de octubre del 2003 se cumplirá en el caso de los hidrómetros instalados en los nuevos servicios, por lo que se aplicó esta distribución de consumos para simular las lecturas que tendrán estos hidrómetros a lo largo de los períodos propuestos para la ejecución del plan.

Una vez estimadas las lecturas acumuladas en los hidrómetros para los tres tipos de situaciones consideradas, a saber, hidrómetros con lectura real, no leídos y nuevos servicios, se sumaron estos y se obtuvo así una estimación del número de hidrómetros por sustituir en cada uno de los cinco períodos considerados para la ejecución del plan de sustitución de hidrómetros.

En el caso del primer escenario propuesto, o sea, el correspondiente a la propuesta de la Junta Directiva, el número de hidrómetros por sustituir en cada período se distribuyó de forma homogénea a lo largo de los cinco años, y se estableció como meta un saldo de hidrómetros por sustituir igual a cero para el final del quinto y último período de ejecución del plan.

En el caso del escenario alternativo, se asumió que la totalidad de hidrómetros con 3.000 o más metros cúbicos de consumo acumulado serán sustituidos en el primer período. En los restantes cuatro años, sólo serán sustituidos aquellos hidrómetros que acumulen 3.000 o más metros cúbicos en menos de cinco años, así como los hidrómetros correspondientes a las nuevas conexiones que logren acumular 3.000 o más metros cúbicos de lectura antes de que finalice el último período establecido para la ejecución del plan.

En el plan se utilizarán tanto hidrómetros nuevos como reparados. En cuanto a estos últimos, se tiene la opción de comprar los repuestos y realizar la tarea con personal propio de la institución, o bien, contratar una empresa que se encargue de la reparación, incluyendo la compra de los repuestos y la calibración del hidrómetro una vez arreglado. Esto le permite al AyA disponer de hidrómetros con un nivel de precisión similar al de los nuevos, pero a un menor costo. A partir de los datos de salidas registrados en la bodega de la Región Central Oeste, se estableció que 30,0% de los hidrómetros instalados por la Oficina Cantonal de Alajuela son aparatos reconstruidos⁷.

Se asumió que este mismo porcentaje de hidrómetros reconstruidos serán utilizados en el plan de sustitución analizado en el presente trabajo.

Respecto a las salidas de efectivo relacionadas con la compra de los hidrómetros nuevos necesarios para dar cumplimiento al plan trazado por la Junta Directiva de AyA (escenario 1) analizado en el presente trabajo, se asumió que estos serán adquiridos en dos tramos: en el año "0" los necesarios para cubrir los primeros tres años del plan, y el resto durante el año 3, o sea, los necesarios para cubrir los dos últimos años de ejecución del plan.

En el caso del escenario 2 o alternativo se utilizó el mismo método para distribuir las erogaciones relacionadas con la compra de hidrómetros nuevos.

Las erogaciones relacionadas con la reparación de hidrómetros se asignaron el mismo año en que serán utilizados para la ejecución del plan.

El precio de referencia utilizado para los hidrómetros nuevos es de US \$15,88, o sea, ¢6.551,14 al tipo de cambio de venta vigente el 31 de octubre del 2003. Ese monto corresponde a lo pagado por AyA por cada uno de los 75.000 hidrómetros volumétricos clase "C" marca Arad, adquiridos mediante la licitación pública número 2000-0032, importados bajo la modalidad *delivered duty paid* (DDP), es decir, "entregada derechos pagados", por lo que este precio unitario incluye los derechos e impuestos de importación.

⁷AyA. Informe salidas bodega 314. Hidrómetros nuevos y reparados del 01-01-2003 al 31-10-2003. SIFS.

El costo unitario de reparación para AyA de un hidrómetro volumétrico clase “C” se estimó en US \$11,70, o sea, ₡4.826,72 al tipo de cambio de venta vigente el 31 de octubre del 2003. Al costo unitario (US \$10,70) de reparación de hidrómetros clase “B”, según lo contratado por medio de la licitación pública No. 2002-0015, se agregó un dólar (US \$) a efectos de considerar la diferencia en el costo de los repuestos necesarios para reparar un hidrómetro volumétrico clase “B” respecto de uno clase “C”.

En virtud de los precios de referencia utilizados, es claro que en el marco del presente análisis se asume que los hidrómetros con más de 3.000 metros cúbicos de lectura acumulada serán sustituidos por aparatos volumétricos de la clase metrológica “C”. Son los hidrómetros domiciliarios de mayor precisión y de más alto precio adquiridos por AyA en los últimos diez años; además de recibir especial atención por parte de la Junta Directiva al aprobar esta, el plan analizado en este trabajo.

En el caso del primer escenario, la sustitución de hidrómetros requerirá la contratación de dos funcionarios, y la adquisición de un vehículo. Si bien es cierto que con los funcionarios y los vehículos disponibles en la Oficina Cantonal de Alajuela, es posible desarrollar este Plan de Sustitución de Hidrómetros (escenario 1), también es conveniente, para efectos de comparación de los escenarios propuestos, incorporar estos egresos (laborales y de transporte) y poner a

un mismo nivel, en términos de estructura de costos, ambos modelos. Cabe agregar que algunos de los funcionarios que actualmente laboran en el área comercial de esta oficina no tienen plaza fija, ya que están contratados de forma temporal en el marco de un proyecto destinado a la reducción de las cuentas por cobrar, por lo que la incorporación de los costos laborales en el escenario 1 resulta ajustado a la realidad.

Para la estimación de la inversión inicial correspondiente a la adquisición del vehículo que requerirá la cuadrilla para la sustitución de hidrómetros, se asumió que se utilizará uno similar a los que actualmente usa la Oficina Cantonal de Alajuela en labores comerciales (panel Fiat Fiorino, modelo 2002, de diesel). El precio, con gastos e impuestos incluidos a octubre del 2003 (modelo 2004), es de US \$13.200 (₡5.445.528,00), según la información suministrada por el Departamento de Ventas de la agencia (SAVA). Según los registros auxiliares de la contabilidad de la institución, estos vehículos tienen una vida útil de siete años, y se deprecian en “línea recta”, por lo que, una vez finalizado el Plan de Sustitución de Hidrómetros tendrán registrado en libros un valor de ₡1.555.865,15 cada uno. Este monto será asignado como valor de rescate del vehículo y, por lo tanto, como un ingreso en el flujo de caja al finalizar el quinto y último período de ejecución del plan.

Los puestos o plazas requeridos para este tipo de labores se denominan “Auxiliares de

servicios comerciales 2", según la nomenclatura propia del AyA. A partir de los informes de revisión de la nómina, y con la asesoría de la sección de presupuestación laboral del AyA, se estimó el costo anual de la contratación de estos dos funcionarios a tiempo completo, el cual resultó ser de ₡3.965.687,04.

A partir del análisis de la productividad diaria en tareas muy similares a la sustitución de hidrómetros, se determinó que una cuadrilla (dos funcionarios y un vehículo) podrían sustituir cuarenta (40) hidrómetros, en promedio, por día. Esto significa, considerando meses de veinte días laborables, que se requeriría 18,0% del tiempo efectivo de esta mano de obra durante el primer año (₡713.823,67); 19,0% el segundo (₡753.480,54); 20,0% el tercero (₡793.137,41), 22,0% el cuarto (₡872.451,15) y 23% el quinto y último año (₡912.108,02). El resto del tiempo estos funcionarios realizarían otros trabajos propios del área comercial.

Utilizando como fuente de información los informes de rendimiento del combustible de los vehículos asignados a tareas comerciales de la Oficina Cantonal de Alajuela (AyA 506 y AyA 507), se estimaron los gastos por combustible. A partir de los controles sobre cambios de aceite y otros gastos de mantenimiento se estimaron los gastos correspondientes a estos rubros. Se consultó a la administración de Riesgos de la Dirección de Suministros el costo de la póliza de seguros. Finalmente, se obtuvo un

costo anual por transporte, a tiempo completo, de ₡468.060,21. Estos costos se distribuyeron, a lo largo de ejecución del plan, con los mismos porcentajes con que se asignaron los costos laborales: ₡84.250,84 (18,0%) el primer año; ₡88.931,44 (19,0%) el segundo; ₡93.612,04 (20,0%) el tercero; ₡102.973,25 (22,0%) el cuarto período y ₡107.653,85 (23,0%) el quinto y último año de ejecución del plan (apéndice 6).

En el caso del segundo escenario el costo de sustitución de los hidrómetros se valoró a partir del precio pagado a la empresa Serva del Norte, S.A. (cédula jurídica 3-101-200306) por el servicio denominado *cambio o instalación de hidrómetro en conexión existente* correspondiente a la contratación por registro de elegibles número CAE-2003-00013 de la Región Central Oeste. Dicho costo es de US \$2,75 por cada cambio de hidrómetro, lo que representa ₡1.134,50, según el tipo de cambio de venta vigente al 31 de octubre del 2003 (412,54 colones por US dólar).

Se consideraron como hundidos y poco significativos los costos en materiales, tales como válvulas, empaques y accesorios, que ocasionalmente se producen al sustituirse un hidrómetro, así como los costos administrativos correspondientes al proceso de adquisición de hidrómetros, de transporte, manejo de inventarios y a la administración del contrato de mantenimiento y sustitución de hidrómetros.

Esta estimación combina los cálculos de las pérdidas por subregistro estimadas por el Departamento de Medición de AyA, con el comportamiento del consumo por rangos reportados en los informes de facturación generados por el OPEN - SGC, y la estructura tarifaria vigente al 31 de octubre del 2003 en la categoría urbano-domiciliar.

Para el primer escenario se utilizó la ponderación de las pérdidas por subregistro correspondiente a los rangos de consumos acumulados mayores a los 3.000 metros cúbicos, respecto a la distribución de las lecturas acumuladas y observadas entre los servicios urbano-domiciliar de la Oficina Cantonal de Alajuela, correspondientes a las lecturas del mes de octubre del 2003.

En el caso del segundo escenario se utilizó esta misma ponderación para el primer período, pero para los siguientes períodos se utilizó la estimación de pérdidas por subregistro correspondiente al rango entre 3.000 y 4.000 metros cúbicos de consumo acumulado. En este caso se partió del supuesto de que, transcurrido el primer año, todos los hidrómetros de tarifa domiciliar serán sustituidos al alcanzar los 3.000 metros cúbicos de consumo acumulado, y en ningún caso superarán los 4.000 o más metros cúbicos.

El número de hidrómetros que se deben sustituir por año se dividió a lo largo de los 12 meses que lo conforman. Luego se

distribuyeron los hidrómetros que se deben sustituir por mes conforme a la estructura de consumos. La diferencia en los montos por facturar antes y después de la sustitución del hidrómetro se estimó agregando, al consumo promedio de los servicios por rango de consumo, el porcentaje de volumen correspondiente a las pérdidas por subregistro para los hidrómetros con más de 3.000 metros cúbicos de consumos acumulados:

$$V_{hn} = V_{ha} \times (1 + S_t)$$

en que:

V_{nh}: volumen registrado por el nuevo hidrómetro

V_{ha}: volumen registrado por el hidrómetro anterior (sustituido)

S_t: porcentaje ponderado del subregistro para hidrómetros con más de 3.000 m³.

Luego :

$$\text{Ingresos adicionales} = (V_{nh} \times T_f) - (V_{ha} \times T_f)$$

en que :

T_f = tarifa vigente al 31 de octubre del 2003

El volumen adicional que se debe facturar por rango de consumo se “corrigió” con el porcentaje de subregistro correspondiente a las lecturas acumuladas entre 0 y 3.000 metros cúbicos :

$$V_{hn} = V_{ha} \times [(1 + S_t) \times (1 + S)]$$

en que:

S: porcentaje de subregistro en hidrómetros

con menos de 3.000 m³ de lectura acumulada.

Los ingresos adicionales correspondientes a cada uno de los hidrómetros sustituidos se multiplicaron por el número de meses que hay entre el mes siguiente a la sustitución y el mes de diciembre. En el caso de los hidrómetros sustituidos durante el mes de diciembre los ingresos adicionales se agregaron en el próximo período, con excepción de los ingresos adicionales relacionados con los hidrómetros sustituidos en diciembre del quinto período, los cuales no fueron considerados en el flujo de caja. La suma de los ingresos adicionales correspondientes a cada mes conforma los ingresos que se incrementan de cada uno de los cinco períodos de ejecución del plan.

Debido a que los métodos de evaluación que utilizan la actualización o descuento de los flujos futuros de efectivos, como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), son considerados más objetivos a la hora de seleccionar y jerarquizar proyectos de inversión, se utilizaron en este trabajo para evaluar, desde el punto de vista financiero, el Plan de Sustitución de Hidrómetros aprobado por la Junta Directiva de AyA.

El valor actual neto (VAN) se define como la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y el valor actualizado de las inversiones y otros egresos de efectivo, concepto que corresponde a la siguiente formulación matemática:

$$VAN = -I_0 + \frac{R_1}{(1+k)} + \frac{R_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+k)^n}$$

en que:

I₀= Inversión inicial.

R₁ a R_n= Flujo de efectivo por período.

k= Rendimiento mínimo o costo de oportunidad.

Cuando el VAN es mayor que cero, el proyecto o la inversión analizada es financieramente aceptable. Por el contrario, si este valor es menor a cero, la inversión no es financieramente viable.

Como complemento de este análisis financiero se utilizó la tasa interna de retorno (TIR). Esta se define como aquella tasa de descuento (r) que iguala el valor actual de los flujos de beneficio y el valor actual de los flujos de inversión. Dicho de otra manera, es la tasa que descuenta todos los flujos de una inversión (ingresos y egresos) a un valor de cero. Esta es su formulación matemática:

$$I_0 = \frac{R_1}{(1+r)^1} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \frac{R_3}{(1+r)^3} \dots + \frac{R_n}{(1+k)^n}$$

en que:

I₀= Inversión inicial.

R₁ a R_n= Flujo de efectivo por período.

r= Tasa de rendimiento que verifica la ecuación.

En el caso de la TIR, el proyecto o la inversión será financieramente aceptable si supera el costo de oportunidad o tasa mínima

de rendimiento previamente definida por la empresa.

En el caso de que alternen flujos netos positivos y negativos no se consideró la TIR para el análisis financiero, ya que en tal situación múltiples tasas de rendimiento satisfacen la ecuación.

Estos métodos de evaluación se derivan de distintas hipótesis respecto a las tasas de rendimiento a las que pueden reinvertirse los flujos intermedios relativos la inversión. La TIR supone que estos flujos son reinvertidos a la tasa encontrada. El VAN supone que los flujos intermedios son reinvertidos a la tasa mínima o costo alternativo de oportunidad definido previamente por la empresa.

La literatura financiera⁸ considera de mayor solidez el supuesto sobre la reinversión utilizado en el cálculo del VAN. El análisis planteado en este trabajo parte de esta misma consideración.

Las opciones de inversión que tiene AyA son de muy variada índole: en infraestructura, en tecnología, en capacitación, en mercadeo, en asesorías, transitorias, y otras. Con excepción de las colocaciones en activos financieros, no hay información reciente relativa a los rendimientos desde la perspectiva financiera que se podrían obtener de esas inversiones.

El Ministerio de Hacienda mediante el oficio número TN-2700-03 del 2 de diciembre del

2003 de la Tesorería Nacional, y con fundamento en el artículo 6 de la Ley 8299 (Reestructuración de la Deuda Pública), solicitó al AyA que estas inversiones las canalicen de forma directa por medio de la Unidad de Atención de la Deuda Pública (“from office”) de este mismo ministerio. El Ministerio negociará, cada vez que se gestione una colocación, el rendimiento de esta. Según lo indagado por la Dirección Financiera de AyA, este rendimiento es aproximadamente de 5%.

En virtud de tan bajo rendimiento, la institución ha optado por mantener sus excedentes de liquidez y los fondos provenientes de distintos programas de financiamiento (PL-480, FRAU⁹, Asignaciones Familiares, Partidas Especificas) en cuentas corrientes. A pesar de que estas cuentas corrientes generan bajos rendimientos: 10,3% el Banco Nacional y 9,3% el Banco de Costa Rica (a octubre del 2003), estos superan las tasas ofrecidas por Hacienda.

Por tal razón y por considerarse una buena referencia de los posibles rendimientos que podría obtener AyA de sus inversiones transitorias, se definió como costo de oportunidad la tasa pasiva pagada por las cuenta corriente número 18782-3 del Banco Nacional, o sea, 10,3%.

Por ser una institución pública, AyA está restringida a colocar sus excedentes temporales de liquidez únicamente en entes

⁸Por ejemplo: Marín y Ketelhöhn; Gitman; Sapag y Sapag

⁹FRAU: Fondo Rotativo de Acueductos Urbanos.

financieros públicos, por lo que esta tasa refleja adecuadamente las posibilidades máximas de rendimiento por sus saldos en cuenta corriente que puede obtener AyA.

Resultados

Las simulaciones del avance de las lecturas de los hidrómetros instalados en servicios domiciliarios de la Oficina Cantonal de Alajuela, permitieron obtener los planes de sustitución de hidrómetros, que se resumen a continuación:

Escenario	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1	1.693	1.828	1.967	2.109	2.253
2	7.402	592	615	639	662

Estos planes, combinados con los porcentajes ponderados de pérdidas por subregistro en los hidrómetros según el nivel de lectura acumulada, las tarifas vigentes al 31 de octubre del 2003 y los costos (hidrómetros, manos de obra y transporte) de la sustitución de estos aparatos con 3.000 o más metros cúbicos de lectura acumulada, dieron como resultado los flujos de efectivo neto, según el escenario, que se resumen a continuación:

Escenario	Año 0	Año 1	Año 2
1	-30.248.144,04	2.886.393,499.4	91.193,78
2	-38.907.220,46	7.333.244,60	27.542.459,52

Escenario	Año 3	Año 4	Año 5
1	-3.188.095,19	24.065.248,72	33.734.936,72
2	23.533.381,26	31.367.415,94	33.356.791,40

A partir de estos flujos de efectivo neto se obtuvieron los siguientes valores actuales netos (VAN) y tasas de retorno (TIR):

Escenario 1	
Valor actual neto (VAN)	¢ 14.797.955,19
Escenario 2	
Valor actual neto (VAN)	¢ 49.673.347,79
Tasa interna de retorno (TIR)	44,0%

Tal y como se observa en este cuadro, tanto el escenario 1 como el escenario 2 muestran resultados positivos desde el punto de vista financiero. Esto significa que la implementación del Plan de Sustitución de Hidrómetros establecido por la Junta Directiva de AyA en el acuerdo AN-2002-148, del 16 de abril del 2002, en la Oficina Cantonal de Alajuela para los servicios de tarifa urbano-domiciliar, es financieramente viable. Más aún, los valores obtenidos en esta evaluación (VAN y TIR) muestran que el plan analizado es de un elevado rendimiento, difícil de obtener con otras inversiones posibles para AyA. Esto a pesar de que 36,8% de los hidrómetros sustituidos no generan ingresos adicionales por corresponder a servicios ubicados en el rango de consumo de los 0 a los 15 metros cúbicos por mes.

Conclusiones

- El Plan de Sustitución de Hidrómetros aprobado por la Junta Directiva del AyA en abril del 2002 (AN-2002-148) es financieramente viable, conforme a los resultados obtenidos

para los servicios urbano-domiciliarios de la Oficina Cantonal de Alajuela.

- Cuanto menos tiempo se demore la sustitución de los hidrómetros con 3.000 o más metros cúbicos acumulados de lectura, mayor rendimiento generará el plan, tal y como lo demuestra la comparación de los resultados obtenidos en el escenario 1, respecto al escenario 2.
- Utilizar hidrómetros volumétricos clase "C", conforme a las políticas de la Junta Directiva de AyA, es financieramente factible.
- Se obtendrían mejores resultados, desde el punto de vista financiero, si el Plan de Sustitución de Hidrómetros se lleva a la práctica mediante contratación de empresas, suponiendo que esto permitiría sustituir todos los hidrómetros que en el primer período del análisis alcancen los 3.000 o más metros cúbicos de consumo acumulado.
- Los costos operativos promedios por hidrómetro sustituido son más bajos cuando esta actividad se realiza con recursos propios del AyA (¢919,00 por hidrómetro), en comparación con la contratación (¢1.135,00 por hidrómetro).

Recomendaciones

A la luz de los resultados obtenidos y de las dificultades observadas a lo largo de la

elaboración de este trabajo, se hacen las siguientes recomendaciones para mejorar el Plan de Sustitución de Hidrómetros, así como la gestión de la Oficina Cantonal de Alajuela y de AyA en general en materia de micromedición:

- Asignar los recursos financieros, humanos y materiales necesarios para implementar el Plan de Sustitución de Hidrómetros en la Oficina Cantonal de Alajuela.

- Preferiblemente, desarrollar el plan mediante la contratación de empresas, con la condición de que la sustitución se ejecute bajo los supuestos establecidos en el escenario 2 del presente análisis.

- Alternativamente, utilizar cuadrillas propias del AyA, pero mejorando la productividad de estas otorgando incentivos y ejerciendo controles.

- Profundizar en los análisis económicos y financieros destinados a optimizar el uso alternativo de hidrómetros de chorro múltiple o volumétricos, así como la selección de su clase metrológica. Estos estudios deberán considerar, además, el nivel de consumo de los servicios.

- Destinar recursos humanos y materiales a la cuantificación y el análisis de la pérdidas en general, y del subregistro en los hidrómetros en particular.

- Adquirir o desarrollar programas de cómputo para la gestión del Laboratorio de Hidrómetros que permitan la generación de bases de datos para su aplicación en análisis estadísticos del subregistro en los hidrómetros.

- Incorporar en las bases de datos del Sistema Comercial Integrado (OPEN-SGC) referencias a las características técnicas del hidrómetro, tales como el tipo, y su clase metrológica, así como la distinción entre nuevos y reparados.

- Elaborar reportes que permitan a los encargados del área comercial disponer de la información necesaria para planear estrategias en materia de sustitución de hidrómetros, y de otros aspectos relacionados con la micromedición.

- Capacitar a los encargados del área comercial en aspectos técnicos y económicos relacionados con los hidrómetros, para que puedan tomar decisiones más eficientes en materia de micromedición.

Referencias Bibliográficas

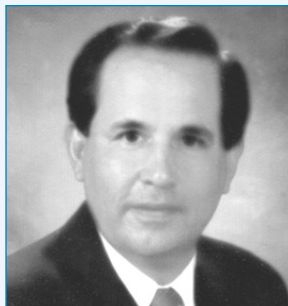
- Acueductos y Alcantarillados. **Plan Estratégico 2003 - 2020**. San José: AyA, 2003.
- Acueductos y Alcantarillados y otras instituciones. **Agua potable y saneamiento de Costa Rica**. San José, 2002.
- Anderson, R.; Sweeney, D. y Williams, T. **Estadística para administración y economía**. 7^{ed}. México: International Thomson Editores, S.A., 1999.
- Arregui de la Cruz, F. y García-Serra, J. **Metodología para la evaluación del error de medición de un parque de contadores**. Instituto Tecnológico del Agua, Universidad Politécnica de Valencia. (www.ita.upv.es), setiembre del 2003.
- Brealey, R. y Myers, S. **Principios de finanzas corporativas**. 5^{ta}. edición. Madrid: McGraw Hill, 1998.
- Castillo, Silvia. "El país subestima emergencia hídrica". **El Financiero**. Costa Rica, 21 de julio del 2003. No. 421.
- Castro, O. **Evaluación financiera, económica y social**. San José: B.C.I.E., 1991.
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. **Norma metrológica peruana NMP 005-3. Medición del flujo del agua en conductos cerrados. Medidores para agua potable fría, parte 3: métodos y equipo de ensayo**. Lima, Perú: INDECOPI, 1996.
- Facio, Rodrigo. **Estudio sobre economía costarricense**. 4^a edición. San José: ECR, 1990.
- Farrer, H. **Las pérdidas en las empresas de agua potable y saneamiento. Pérdidas operacionales: metodología de cálculo y proyectos**. San José: CAPRE, 1993.
- Gitman, L. **Principios de administración financiera**. 8^{va}. edición. México, D.F.: Pearson Educación, 1998.
- Marín, J. y Ketelhohn, W. **Inversiones estratégicas**. 3^{era}. edición San José: Asociación Libro Libre, 1988.
- Mora, Darner. "Agua, privatización y pobreza". **La Nación**. Costa Rica, 24 de julio del 2003.
- Naciones Unidas. **Agua para todos, agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo**. UNESCO (www.unesco.org), 2003.
- Rosales, R. **Formulación y evaluación de proyectos**. San José: ICAP, 1999.
- Sapag Chain, Nassir y Reinaldo. **Preparación y evaluación de proyectos**. Santiago de Chile: McGraw-Hill, 2000.
- Vindas, J.C. **Programa de reducción del agua no contabilizada**. San José: AyA, 2003.

Salud Ocupacional



Hundimiento Emisario Submarino Limón. Foto: German Araya M.

ALCOHOLISMO: ENFERMEDAD SILENCIOSA CON SEVERAS REPERCUSIONES EN EL ÁMBITO LABORAL



Juan Rafael Fonseca Quirós¹

Los seres humanos tememos padecer enfermedades que por su sintomatología, signología y graves consecuencias son muy evidentes y en la mayoría de los casos pueden acabar con nuestra vida en un corto tiempo, por ejemplo, nos aterroriza un ataque cardíaco, o algún tipo de cáncer como el de pulmón, próstata, senos, otros.

Sin embargo, existe una enfermedad que se oculta o es silenciada, debido al estigma que rodea a quien la padece, como también por el silencio familiar, dado que les provoca vergüenza o temor reconocer que alguien de su familia la padece, esta enfermedad generalmente la sufre en su total desarrollo el jefe (a) de familia, sin estar exentos el resto de los integrantes de cada familia.

La enfermedad de la que estamos hablando no es otra más que el alcoholismo, denominado el padre de las drogas y definido inicialmente como una enfermedad rastrea como la

serpiente e insidiosa, por la manera compulsiva y desenfrenada con que lleva a las personas hacia el consumo de la bebida, la Organización Mundial de la Salud (OMS) la definió como una enfermedad progresiva e irreversible, con repercusiones en lo físico, social, espiritual, familiar y económico, que se caracteriza por la incapacidad del enfermo detenerse o abstenerse de la ingestión de bebidas alcohólicas.

El alcohol científicamente está demostrado que es una droga, la cual está indultada y cuenta con dispensa social, por lo que se facilita su uso en todas nuestras actividades sociales, por ejemplo, la utilizamos para celebrar bautismos, cumpleaños, matrimonios, fiestas populares, Semana Santa, Navidad, Año Nuevo, actividades deportivas, la muerte de un ser querido, otras. Precisamente el alcohol al formar parte de todos nuestros actos, nos envuelve sutilmente estableciendo paulatinamente la progresividad, para crear en

¹Licenciado. Trabajo Social, Salud Ocupacional Dirección Recursos Humanos, jfonseca@aya.go.cr

nosotros la dependencia o adicción a esta bebida. El alcohol se nos disfraza de varias formas para que las personas lo ingieran de acuerdo con sus gustos, si es por fermentados, pueden ser el vino, cerveza o chicha y si es por destilados como el rompope, cremas, ginebra, vodka, guaro, whisky, ron, coñac.

Nuestra cultura coadyuva al desarrollo del alcoholismo en las personas y su origen es de orden multi-causal, ya hemos hecho mención a algunas de estas causas, pero existen los denominados puntos ciegos de nuestra cultura que son facilitadores y que generan celeridad en el desarrollo del alcoholismo, a saber:

Primero, el costarricense se caracteriza por tomar rápidamente, la persona de la mesa de tragos, que termina primero de beber el contenido de licor en su vaso, sirve la bebida nuevamente sin tomar parecer a los acompañantes. Segundo, el costarricense toma en exceso; la capacidad de nuestro hígado es para metabolizar un trago o una cerveza en una hora, y las personas acostumbran a tomar varios tragos o cervezas en una hora, motivados con la idea de que entre más aguanten, más fuerte es el bebedor. Tercero, el costarricense recurre al alcohol no tanto por la degustación, sino por la búsqueda de sus efectos, es común observar personas que hacen como vaciado el trago en su garganta, porque lo que se busca rápido es el efecto y no tanto la degustación de la bebida. Cuarto, el costarricense socialmente acepta el estado de embriaguez que es un nivel de

ingestión alcohólica antes de la intoxicación etílica, esta fase de embriaguez por lo general es aplaudida en los eventos sociales, se trata de aquel estado en que es común observar que una persona de comportamiento tímido, al calor de los tragos se anima a cantar en Karaoke, a bailar en forma desinhibida, aun cuando se esté tropezando con los demás, por los efectos del alcohol que provocan mareo, a manejar vehículos a altas velocidades, por considerarse muy diestro en la conducción y como lo señalamos anteriormente estas actitudes, bajo los efectos del alcohol son aceptadas y hasta aplaudidas por la gente, sólo se le rechaza a la persona cuando pasa del nivel de embriaguez, que con los ejemplos anteriores, hemos tratado de explicar, al nivel de intoxicación etílica, que es cuando se sufre un estado de sopor, donde la persona pierde el control de su organismo y es ayudada por los acompañantes que tienen que sacarlo en brazos y conducirlo a algún lugar de reposo, o brindarle otros tipos de ayuda.

Aparte de estos cuatro puntos ciegos de nuestra cultura, podemos citar otros factores influyentes en el consumo de bebidas alcohólicas, como son la propaganda desmedida y casi sin control que se vale de falsos indicadores sociales, para promocionar la bebida y de la utilización de figuras femeninas y masculinas estilizadas o que poseen imagen social, a las cuales se les quiere imitar o alcanzar; o bien el empleo de recursos psicológicos como la propaganda motivacional subliminal. El machismo es otro

de los factores que conducen al alcoholismo, esto lo resume una expresión popular que dice “para ser hombre a tres cosas tenés que oler, a guaro, tabaco y perfume de mujer”. Y finalmente quiero también recalcar que existe una comunicación analógica, propia del alcoholismo, por ejemplo, se refiere a aquella comunicación por gestos o ruidos que facilitan la obtención de la bebida alcohólica, dónde por más distante que este un grupo de bebedores de un saloner o cantinero, a una sola señal con el dedo, le sirven una nueva orden de tragos o cervezas, o bien un día de pago con sólo un silbido o pequeño gesto que se le haga a un compañero de trabajo, que también, por más distante que se encuentre, ya se entendieron para reunirse a la salida del trabajo, o en determinada cantina o lugar de tragos.

Las estadísticas en Costa Rica, nos vienen a confirmar el serio problema de alcoholismo por el que atraviesa nuestro país y mayormente si lo interpretamos en términos de familia, donde en promedio cada familia está constituida por cinco miembros, de manera que las cifras que se citan si se multiplican por cinco que es el promedio de personas afectadas por el alcoholismo en el seno de cada familia, las cifras resultantes serían alarmantes. El IAFA, tiene estudios que nos indican que el 17 % de la población costarricense mayor de 15 años o sea unos 425000, son bebedores problema, de los cuales 170.000 son crónicos. En nuestro país se ingieren 14000 litros de licor por hora.

Las edades con que se inician los jóvenes en las bebidas alcohólicas cada vez van disminuyendo, el promedio actual se encuentra en los 12 años.

El estigma que rodea a la persona alcohólica provoca dentro de otras cosas una fuerte resistencia a la aceptación de que se es adicto al alcohol, además de que se considera que es un asunto personal de orden privado, por eso es común escuchar de personas a las que se le ofrece ayuda de tratamiento, la expresión de “yo bebo con mi dinero, no con el suyo, así es que no se meta con mi vida y lo que hago”. Sin embargo si esta expresión fuera cierta el bebedor a nivel individual sólo se afectaría él, sin afectar a su familia, su trabajo o su comunidad, pero sabemos de la agresión física, emocional y económica que padecen los hijos y el respectivo cónyuge a consecuencia del alcoholismo; en el trabajo acontece el bajo rendimiento y la alteración de las buenas relaciones humanas y en su comunidad, se le pierde la confianza y respeto, por las conductas indebidas que presenta, provocadas por los efectos del alcohol.

Si fuera solo un asunto individual como muchos de los bebedores lo justifican, entonces su forma de beber no afectaría su recinto laboral; pero conocemos de consecuencias en el trabajo provocadas directamente por los trabajadores que consumen bebidas alcohólicas, la mayoría de estas consecuencias, inciden en el

rendimiento laboral, a continuación se indican algunas de ellas:

- Ausentismo parcial y total del trabajo.
- Frecuentes incapacidades.
- Frecuentes permisos.
- Estados anímicos muy variados.
- Notables cambios físicos en corto tiempo.(palidez, bajo de peso)
- Desinterés por el trabajo, (bajo rendimiento).
- Frecuentes préstamos.
- Sustracción de equipo o herramientas.
- Encubrimiento por parte de compañeros (sobrepresores) y utilización intencionada de evasores, como anteojos oscuros, gomas de mascar, pastillas de sabores.
- Causante de problemas entre compañeros y superiores.
- Accidentes de tránsito.
- Conflictos familiares.

Otro aspecto importante de anotar es que los índices de alcoholismo en la mujer se encuentran en constante aumento, con el agravante de que biológicamente, la mujer tiene una serie de debilidades hacia la droga alcohol, que le facilitan establecer más rápidamente la adicción, por esto se indica que el promedio de desarrollo de la enfermedad en la mujer es de 6 años y en el hombre de 10 años, algunas de las razones es que la mujer cuenta con más grasa corporal que el hombre por lo que diluye menos el alcohol en el cuerpo, otra razón es la no existencia o poca presencia de la enzima deshidrogenasa alcohólica que

es la que actúa como catalizador o desdoblador del alcohol en cuerpo, mediante el proceso de metabolización que realiza el hígado, también algunos investigadores agregan otros factores influyentes en la mujer de orden emotivo - hormonal.

Síndrome feto - alcohol

En el caso de la mujer embarazada, cuando una mujer en estado de gravidez ingiere alcohol, este atraviesa la membrana placentaria, por lo que puede afectar directamente al feto y provocar retardo en el desarrollo integral del niño.

El hijo durante el embarazo puede perder por los efectos neurotóxicos del alcohol el 30% de las neuronas, perder peso, sufrir ciertas deformaciones físicas, como la denominada boca de pescado y otros problemas adicionales, como el aborto.

Concluyendo hay que entender que nuestra **cultura del güaro en Costa Rica**, está tan difundida, que nos sienta muy bien la categorización que se nos da, de que vivimos en una alcoholocracia, donde se nos bautiza con licor y se nos entierra con licor y sólo tomamos dos veces al año, invierno y verano.

Quiero finalizar comentando que esta enfermedad silenciosa del alcoholismo, es devastadora y ha arrasado con vidas, familias y organizaciones de trabajo y que si nos está haciendo daño debemos acudir al principio de

la humildad y recurrir a la ayuda, la cual se puede obtener, a través de diversas organizaciones como Alcohólicos Anónimos, el Instituto sobre Alcoholismo y Farmacodependencia (IAFA) y en nuestro caso particular del AyA, se puede acudir al Departamento de Salud Ocupacional, para recibir una atención individualizada sobre este particular, o bien, grupal, a través de las tres opciones de grupo que tenemos de momento, como son el Grupo de terapia de La Uruca, (Plantel La Uruca), reuniones los lunes de 6 a.m. a 8 a.m. Grupo de terapia del Área de Comercial, denominado Vida Nueva en A y A, reuniones en sala de sesiones de Recursos Humanos, Comercial, con horario los viernes de 2 p.m. a 4 p.m.

Finalmente el grupo Chorotega, que se reúne los viernes de 2 p.m. a 4 p.m. En la sala de sesiones del Edificio Central de AyA en Liberia.



Referencias Bibliográficas

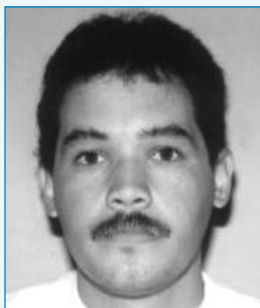
- Bejarano O, Julio *et.al.* **Consumo de drogas en Costa Rica, resultados de la encuesta Nacional, 1995.** San José, Costa Rica, IAFA, Departamentode Investigaciones, 1996.
- Lizu San Lee Ch. *et.al.* **Compilación sobre algunos indicadores de bebidas alcohólicas y drogas en Costa Rica 1995.** San José, C. R., 1997.
- Costa Rica, Instituto sobre Alcoholismo y Farmacodependencia. **Algunos indicadores relacionados con el consumo de bebidas alcohólicas, tabaco, y otras drogas en Costa Rica, 1999.** San José C. R. 2000.
- Investigadores ticos tras gen que causa adicción. Buscan Clave del Alcoholismo. **La Nación.** San José, C.R.28-02-2000p.4A.

Ventana Externa



Flor Justicia gutata. Foto: Guisella Rawson A.

APORTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL A LA INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN COSTA RICA



José Millán Araujo¹



Ana Isabel Barquero Elizondo²

RESUMEN

Mediante una investigación documental y entrevistas a académicos e investigadores se identificaron y caracterizaron los diferentes proyectos e iniciativas relacionadas con la investigación y gestión del recurso hídrico que se ejecutan actualmente en la Universidad Nacional.

Como resultado de la investigación se identificaron 21 proyectos vigentes, entre los cuales se incluyen proyectos y programas específicos así como institutos, laboratorios y centros de investigación que desarrollan acciones diversas en materia de investigación y gestión del agua.

Dentro de los principales resultados obtenidos observamos que la mayoría de los proyectos desarrollan en forma conjunta acciones de investigación, extensión y docencia; abarcando diferentes áreas temáticas relacionadas con la gestión del recurso hídrico y con una amplia participación de especialistas de diferentes disciplinas. De igual forma, los proyectos producen un importante impacto a diferentes grupos meta, especialmente a las comunidades e instituciones públicas en las diferentes áreas en donde se desarrollan los mismos, generando además productos de gran calidad que contribuyen a ampliar y mejorar el conocimiento para avanzar hacia la gestión sostenible del recurso.

PALABRAS CLAVE

Recurso hídrico, proyectos, Universidad Nacional, programas, centros de investigación, gestión del recurso hídrico.

Introducción

Actualmente la temática del recurso hídrico es una prioridad en la agenda ambiental nacional; siendo el objetivo avanzar en el manejo integral de dicho recurso como condición necesaria para la sostenibilidad

del desarrollo económico y social del país, sin embargo la problemática del agua en Costa Rica es compleja y se hace necesario avanzar en muchos aspectos para alcanzar un estado ideal en su manejo. En este sentido, el sector académico nacional ha venido desarrollando

¹M.Sc. en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. millan@una.ac.cr

²Master en Gestión Ambiental, abarq@una.ac.cr

desde hace algún tiempo, acciones específicas en materia de investigación y extensión en las cuales ha generado información y conocimientos que contribuyen a un mejor entendimiento y por ende, a un mejor manejo de los recursos hídricos del país. Actualmente la Universidad Nacional cuenta con investigadores y académicos que desarrollan acciones académicas en las diversas dimensiones que componen el quehacer de la gestión del recurso hídrico. En marzo de 2004 se creó el Programa Interdisciplinario de Investigación y Gestión del Agua de la Universidad Nacional (PRIGA-UNA) como respuesta a la necesidad de promover, divulgar, articular y potenciar el quehacer que en materia de recursos hídricos se desarrolla en la universidad, generando un impacto sustancial en la conservación y protección del patrimonio hídrico nacional.

Una de las primeras acciones estratégicas del PRIGA-UNA ha sido la identificación y caracterización general de proyectos y demás iniciativas relacionadas con el recurso hídrico que se realizan en la Universidad Nacional, buscando con ello dar a conocer, no sólo a la comunidad universitaria sino a la colectividad en general, las investigaciones que en materia del agua se adelantan en esta casa de estudios. De igual forma, los resultados de esta investigación servirán como elemento fundamental para promover la sinergia y el trabajo interdisciplinario entre los proyectos y académicos, así como la generación de nuevas propuestas y de acciones concretas como aportes novedosos de la Universidad

Nacional para contribuir a la gestión integral y sostenible del recurso hídrico.

Objetivo

Conocer el trabajo y los aportes que, en materia de investigación y gestión del recurso hídrico, se ejecutan actualmente en la Universidad Nacional.

Objetivos específicos

Identificar y caracterizar los programas, proyectos y centros de investigación, así como, los especialistas que trabajan actualmente en investigación y gestión del recurso hídrico.

Conocer el grado de vinculación existente entre los proyectos, con algunos aspectos relacionados al manejo del Recurso Hídrico.

Elaborar una base de datos y un catálogo sobre los proyectos y académicos relacionados con investigación y gestión del recurso hídrico en la Universidad Nacional.

Metodología

La información de los proyectos se obtuvo mediante una revisión de los catálogos de proyectos académicos de la Direcciones de Investigación y Extensión, así como catálogos y prospectos informativos de las facultades y escuelas académicas de la Universidad, entre éstas la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, La Facultad

de Ciencias Sociales y La Facultad de Ciencias de La Tierra y El Mar. De igual forma se hizo una revisión y recopilación de información de los proyectos, contenida en el sitio "WEB" de la UNA.

Para verificar y completar la información obtenida se elaboró y aplicó una encuesta a los responsables de proyectos, a fin de obtener información específica de los mismos que no estaba contenida en los catálogos. Para llenar el cuestionario se procedió a entrevistar personalmente a los responsables de proyectos y cuando no fue posible, se acordó enviar el cuestionario para que fuese completado por el responsable de dicho proyecto. En el cuestionario aplicado a los académicos se solicitó información general sobre el encargado del proyecto, cantidad y especialidad de los participantes involucrados, las líneas específicas de investigación, el ámbito geográfico, información sobre los beneficiarios,

vinculación del proyecto con aspectos relacionados al manejo del recurso hídrico, etc.

Resultados

Como resultado de esta investigación, se identificaron 21 proyectos vigentes relacionados con el tema Recurso Hídrico en la Universidad Nacional. De estos proyectos; cinco corresponden a laboratorios, institutos o centros que, de acuerdo con sus objetivos y funciones, desarrollan uno o varios proyectos o acciones específicas en materia del agua. También existen dos programas que ejecutan proyectos relacionados con el tema, así como 14 proyectos específicos sobre investigación y gestión del recurso hídrico adscritos a diferentes facultades y escuelas de la UNA. A continuación se presenta el listado de los proyectos vigentes relacionados con los recursos hídricos en la UNA.

Listado de proyectos, programas y centros de investigación relacionados con el recurso hídrico en la Universidad Nacional

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

1. El saber ambiental: acción y teoría para la promoción de una adecuada calidad de vida.
2. Evaluación multicriterio para la gestión integrada de microcuencas de los Ríos Segundo y Ciruelas.
3. Regímenes ambientales y gestión de cuencas internacionales en Centroamérica.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

4. Biodiversidad de la entomofauna acuática del Valle Central de Costa Rica.
5. Desarrollo de modelos industriales de filtros de zeolitas para el tratamiento de aguas residuales.
6. Biorremediación de las aguas del Río Tibás con el uso de microalgas y *Lemna sp.* y la producción de principios activos como agentes biocidas.

7. Desarrollo y utilización de zonas húmedas artificiales como tratamiento de aguas residuales (actividad I y II etapa).
8. Estudio básico determinación de la pluma de sedimentación en la zona costera de la Cuenca del Río San Juan.
9. Desarrollo institucional plan de mejoramiento microcuenca Río Pirro.
10. Aprendo biología con un arrecife de coral artificial.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR

11. Manejo de los recursos marinos costeros en el Gran Caribe
12. Vulnerabilidad de las aguas a la contaminación por plaguicidas en la Zona Atlántica

SEDE REGIÓN CHOROTEGA

13. Manejo integral de la Cuenca del Río Morote

SEDE REGIÓN BRUNCA

14. Evaluación y manejo ambiental de la Cuenca del Río Térraba

PROGRAMAS, INSTITUTOS, LABORATORIOS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

15. Programa Cambio Social, Biodiversidad y Sustentabilidad (CAMBIOS) (Facultad de Ciencias Sociales)
16. Centro Internacional en Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE) (Facultad de Ciencias Sociales)
17. Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE) (Sede Región Chorotega)
18. Servicio Nacional de Información Oceanográfica (SERIO) (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales)
19. Instituto Internacional de Océanos (IOI) II fase (Centro Regional Operativo para América Latina) (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales)
20. Laboratorio de Hidrología Ambiental (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales)
21. Programa Humedales de Costa Rica: Uso y Conservación (Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar)

Con relación a los participantes involucrados directamente en los proyectos, existen aproximadamente 50 especialistas, incluyendo a los responsables de los proyectos, que colaboran en la ejecución de los proyectos específicos así como en los programas y centros de investigación. La gama de disciplinas, especialmente a nivel de bachillerato o licenciatura, de dichos especialistas es muy variada como puede observarse en el Cuadro 1. El mayor porcentaje de participantes corresponde a académicos con formación en química seguido por biólogos, geógrafos, economistas, agrónomos y educadores respectivamente. Además hay un importante grupo de estudiantes y tesistas de la UNA que participan en la ejecución de los proyectos.

CUADRO 1.
FORMACIÓN DE LOS PARTICIPANTES DE LOS PROYECTOS
(Incluye a los responsables de los proyectos)

Formación profesional	Cantidad
Ingeniería Eléctrica	1
Oceanografía	1
Relaciones Internacionales	2
Biología	7
Química	11
Economía	3
Antropología	2
Biología marina	3
Geografía	4
Agronomía	2
Biotecnología	1
Ingeniería forestal	2
Educación	2
Planificación	3
Periodismo	1
Sistemas de Información Geográfica	1
Geología	1
Hidrología	1
Derecho internacional	1
Comercio internacional	1
TOTAL	50

Los temas de investigación de los proyectos sobre el recurso hídrico son muy variados como puede observarse en el Cuadro 2. Dichos temas o líneas de trabajo abarcan aspectos generales como biodiversidad, medioambiente y recursos naturales hasta temas más específicos como

lo son el desarrollo de métodos y técnicas para el tratamiento de las aguas residuales, la educación ambiental en arrecifes coralinos, la valoración económica del recurso hídrico a nivel de cuencas y la evaluación de aguas subterráneas entre otros aspectos.

CUADRO 2
LÍNEAS DE TRABAJO DE LOS PROYECTOS ESPECÍFICOS,
PROGRAMAS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Evaluación de la calidad de aguas por contaminantes agrícolas e industriales

Participación comunitaria en el manejo de los recursos naturales

Desarrollo de sistemas de información ambiental

Educación para la conservación del área marina

Uso de sistemas de información geográfica

Comercio e integración en Mesoamérica

Promoción y gestión del desarrollo local

Manejo de recursos marino-costeros

Tratamiento y purificación de aguas

Evaluación de aguas subterráneas

Evaluación de impacto ambiental

Manejo de cuencas hidrográficas

Manejo de recursos naturales

Conservación de humedales

Investigación oceanográfica

Gestión del recurso hídrico

Biodiversidad y ambiente

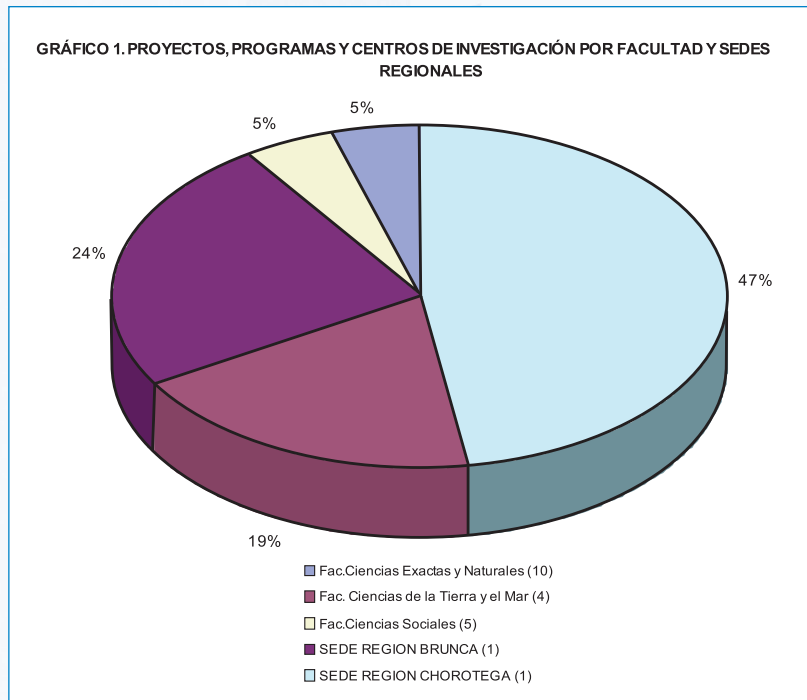
Ordenamiento territorial

Seguridad alimentaria

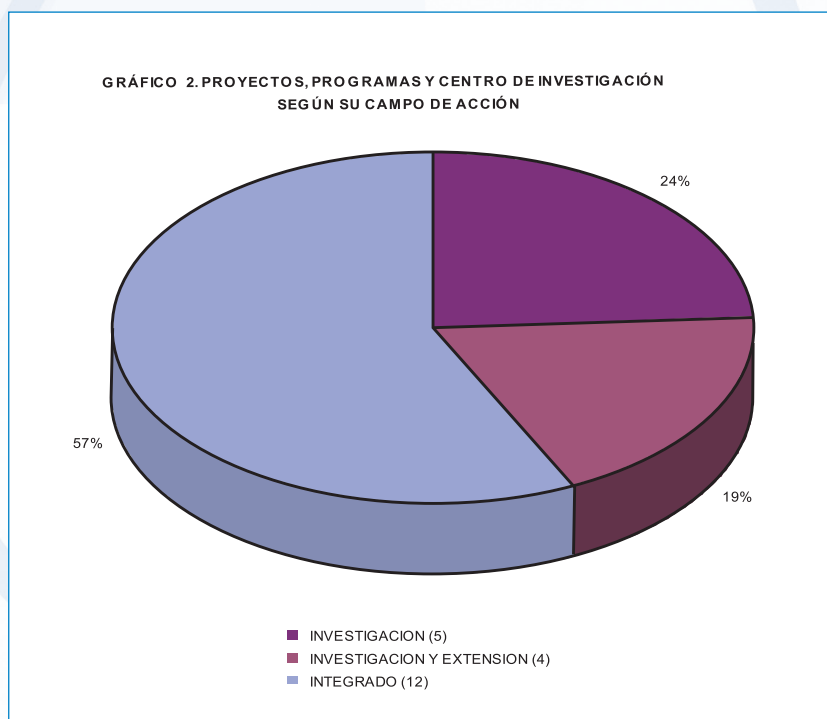
Turismo sostenible

Los datos del Gráfico 1 indican que la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales es la que contiene el mayor número de proyectos en ejecución (47%) seguida por la Facultad de Ciencias Sociales (24%) y

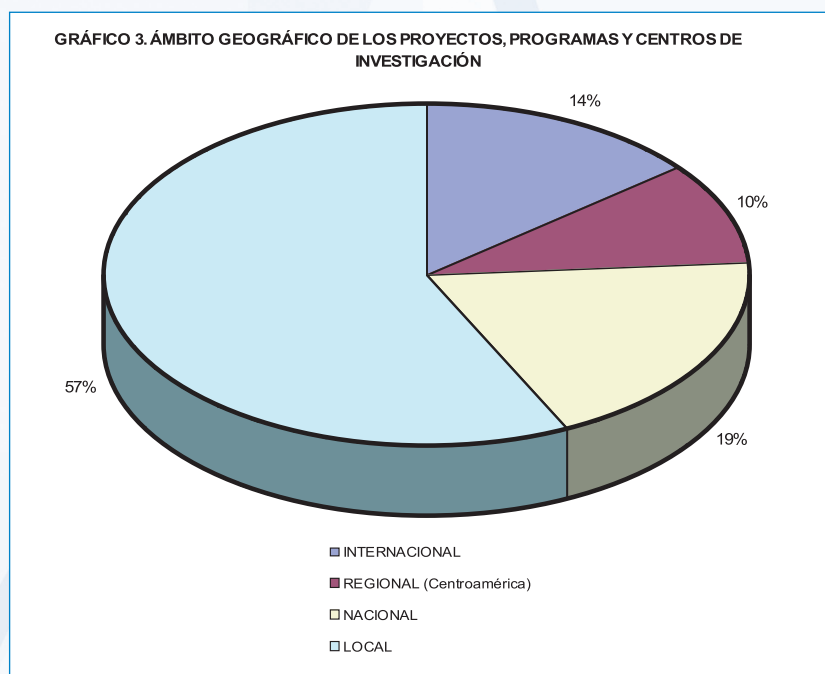
la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar (19%). Igualmente se desarrolla un proyecto en cada una de las Sedes Regionales de la Universidad (Brunca y Chorotega) respectivamente.



Un importante porcentaje de los proyectos que se ejecutan en la UNA sobre recursos hídricos son integrados, es decir, tienen componentes o ejecutan acciones en investigación, extensión y docencia. Estos proyectos integrados representan el 57% del total de proyectos vigentes de acuerdo con el Gráfico 2.

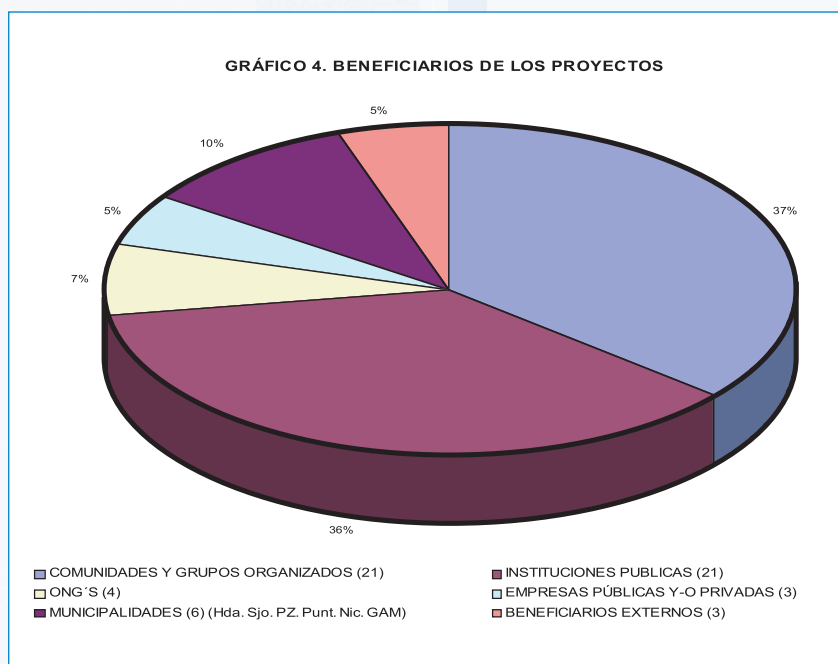


Por otra parte, la mayoría de los proyectos tienen un ámbito de acción localizado en una o varias comunidades del país (57%), luego existen proyectos con un ámbito a nivel nacional (19%) y algunos proyectos abarcan uno o más países de Centroamérica. Otros proyectos tienen un ámbito más amplio como es el caso del Instituto Internacional de Océanos (IOI) que abarca la Región del Gran Caribe dentro de su área de trabajo (Gráfico 3).



Con relación a los beneficiarios de los proyectos, el Gráfico 4 nos muestra que los principales grupos beneficiados con la ejecución de los proyectos son las comunidades y las instituciones públicas con un 36% y 37 % respectivamente. Otro grupo con un beneficio importante son las

municipalidades del área en las cuales el proyecto tiene su ámbito de acción. También existen beneficios y/o alianzas con varias organizaciones no gubernamentales, empresas privadas y entes externos, tales como universidades extranjeras y organismos internacionales.



El Cuadro 3 muestra los productos generados por los proyectos hasta la fecha, entre los cuales se encuentra artículos publicados en revistas científicas, producción de libros y revistas, tesis de grado, elaboración de informes técnicos, organización de

eventos tales como simposios y talleres, capacitación en temas específicos, así como la producción de "software" especializado, adquisición de activos y desarrollo de infraestructura dentro del Campus Universitario.

**CUADRO 3.
PRODUCTOS GENERADOS POR LOS PROYECTOS**

PUBLICACIONES	CANTIDAD
Artículos científicos	15
Informes técnicos	10
Revistas	3
Libros	3
Tesis	10
Material divulgativo/educativo y artículos	5

PRESENTACIONES EN EVENTOS:	
Ponencias en eventos científicos	20
Eventos organizados	13
CAPACITACIONES	
	13
INFRAESTRUCTURA, SOFTWARE, EQUIPOS Y OTROS:	
"Software"	2
Equipo o infraestructura	3
Vehículos	1

Dentro de los productos finales generados en la presente investigación se encuentra el *Catálogo de Proyectos, Programas y Centros de Investigación sobre Recursos Hídricos en la Universidad Nacional 2004* así como el *Listado de investigadores responsable de los proyectos*. Estos documentos pueden ser consultados en la página "WEB" del PRIGA-UNA en la siguiente dirección: www.una.ac.cr/priga

Finalmente, es importante mencionar el establecimiento del *Convenio Marco de Cooperación entre la Universidad Nacional y el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados* orientado al desarrollo de acciones conjuntas en materia de investigación científica, tecnológica, cultural y educativa, lo cual eventualmente permitirá el desarrollo de nuevas iniciativas de interés común en materia de recursos hídricos, tomando como base el quehacer académico de la UNA, contribuyendo al proceso de transformación social y al desarrollo socioeconómico del país.

Agradecimientos

El PRIGA extiende su agradecimiento a los diferentes académicos e investigadores de la

Universidad Nacional que colaboraron en el suministro de información para desarrollar esta investigación. De igual forma agradecemos a las Vicerrectorías de Investigación y Extensión por sus aportes académicos y administrativos en el desarrollo del presente estudio.



Referencias Bibliográficas

- Vicerrectoría Académica, Dirección de Investigación. **Resumen de Resultados y Avance de Proyectos Académicos**. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 2003. 309 p.
- Vicerrectoría Académica, Dirección de Investigación. **Listado actualizado de Resúmenes de Resultados y Avances de Proyectos** (versión digital). Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica. 2003.
- Facultad de Ciencia de La Tierra y El Mar. **Catálogo de la Facultad de Ciencias de La Tierra y El Mar de la Universidad Nacional**. UNA. Heredia, Costa Rica. 2003. 56 p.
- Facultad de Ciencias Sociales. **Catálogo de proyectos de la Facultad de Ciencias Sociales** (documento borrador). Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 2004. 120 p.

Sitio WEB:

- <http://www.una.ac.cr>
<http://www.una.ac.cr/163.178.141.16/proyectos/>

DE UNA IDEA A UN PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN



Francisco Hernández-Chavarría¹

Algunas personas asumen que la investigación científica se refiere a aquella labor realizada en laboratorios, donde se hace gala de equipos y tecnologías de última generación; lo cual es cierto sólo en parte, pues también hay ejemplos de investigaciones importantes realizadas con el mínimo de equipo. Por ejemplo, a inicios de la década de 1980 se presentó un brote epidémico de un cuadro clínico que fue denominado síndrome del choque tóxico y que afectaba principalmente a mujeres jóvenes durante el periodo menstrual; entre las investigaciones epidemiológicas que ayudaron a esclarecer el panorama, figuró un estudio realizado mediante entrevistas telefónicas a un grupo de 52 pacientes que habían sobrevivido al síndrome y a un grupo de 72 mujeres, equiparadas por edad y condición socioeconómica. El estudio indicó que había una relación estadística fuerte entre el uso de tampones y el riesgo de padecer el mencionado

síndrome (Shands *et al.* 1980). Este estudio y otros llegaron a relacionar el problema con ciertas cepas de *Staphylococcus aureus*, una bacteria que es parte de nuestra microbiota normal; sólo que las cepas en cuestión eran capaces de producir una poderosa toxina, conocida como TSST-1, que desencadenaba el cuadro, y que era favorecido por la retención de secreciones en la vagina debido a los tampones; no obstante, el cuadro parece estar reemergiendo en los últimos años (Schlievert *et al.* 2004).

El ejemplo descrito anteriormente nos ilustra una investigación realizada prácticamente con papel, lápiz y una entrevista telefónica; el corolario de esto es que lo indispensable para realizar una investigación exitosa es un investigador. Sobre las características del investigador debemos decir que más que inteligencia debe poseer la determinación para realizar las tareas

¹Microbiólogo. Catedrático Universidad de Costa Rica. hchavarr@cariari.ucr.ac.cr

propuestas y la perseverancia para reiniciarlas las veces que sea necesario, cuando las cosas no salen bien al primer intento.

Todo se inicia con una idea:

Entonces el meollo del asunto es conseguir una buena idea; esto no significa que el investigador sería un individuo sentado a la espera de que le llegue esa buena idea. Todo lo contrario, el investigador debe ser un individuo que está en constante actividad, realizando su trabajo rutinario y dedicando parte de su tiempo a la lectura de los informes científicos que se están publicando a diario en su campo. Si esa persona se mantiene leyendo estará actualizada y su formación se irá enriqueciendo cada día más, convirtiéndose en un experto en su campo. En esa actividad diaria, la lectura de nuevos informes, descubrimientos, explicaciones a viejos problemas o simplemente el informe científico de la solución a problemas similares a aquellos con los que debe lidiar a menudo, le estará despertando nuevas ideas; esto es, las ideas de otros, plasmadas en el papel nos inspiran otras ideas acordes con nuestro entorno. Por lo tanto, para atrapar ideas hay que estar leyendo, manteniéndose al día en nuestro campo, devorando todo lo que se publique al respecto.

Dónde conseguir información nueva:

Lo más simple es leer periódicamente las revistas especializadas más importantes de nuestro campo, idealmente si la tenemos a disposición en una biblioteca. Sin embargo,

esto no siempre es posible; no obstante ahora, internet nos abre una ventana muy amplia a la información. Pero cuidado, no todo lo que está publicado es válido y eso se hace más patente en lo que aparece en la red de la informática. Es aquí, donde nuestra propia formación y esa actualización diaria en nuestro campo, nos dará los elementos necesarios para discernir entre la información que realmente es buena y aquella que es simplemente basura cibernética. Obviamente, la seriedad de las fuentes informáticas es la clave inicial de selección; por lo tanto, debemos elegir sitios respaldados por instituciones reconocidas o universidades de prestigio; un ejemplo es el que exponen Kato-Maeda y Small (2001) sobre publicaciones en tuberculosis.

Uno de nuestros ideales, en la búsqueda de información en internet, será acceder los artículos de revistas reconocidas. Muchas revistas publican en forma gratuita sus índices e incluso algunas ofrecen también los resúmenes; pero no los artículos completos. No obstante, en la mayoría de los casos aparece la dirección electrónica del autor y usualmente todos los autores estarán deseosos y complacidos de enviarle su publicación como archivo PDF o incluso una separata; entonces, la solución más simple para mantenerse actualizado es estar revisando índices de revistas y haciendo las solicitudes del caso a los autores. También, hay algunas direcciones electrónicas que ofrecen en forma gratuita las versiones completas de artículos científicos, entre ellas

está: <http://scolar.google.com>, www.hightwire.org, www.freemedicaljournals.com, en esta última se tiene acceso a una serie grande de revistas, algunas de las cuales brindan el texto completo de los artículos luego de 6 o 12 meses de haberse publicado.

Paso a paso se desarrolla la ciencia:

Como indicábamos antes, unas ideas inspiran otras y las ideas son la base de la investigación y ésta de los descubrimientos; entonces, el desarrollo de la ciencia es un proceso de desarrollo continuo. Un ejemplo de esto, lo podemos ilustrar con la enfermedad de Whipple; ésta es descrita como un síndrome multisistémico, caracterizado por diarrea crónica que lleva a una acentuada pérdida de peso, que puede llegar hasta el 50% del peso corporal; además, puede causar endocarditis, artritis e incluso problemas mentales. Afortunadamente es una enfermedad rara y poco frecuente; fue descrita por el Dr. GH Whippe en 1907 y en la década de 1950 se descubrió que la tinción de PAS, que revela material mucopolisacárido bacteriano, daba resultados positivos en las biopsias de intestino de los pacientes de esta enfermedad. Ese hallazgo, condujo a la posibilidad de que su etiología fuese bacteriana y aunque no se pudo cultivar la bacteria en cuestión en esa época, tal posibilidad planteaba un posible tratamiento antimicrobiano, lo que en efecto fue efectivo. En la década de 1990 se logró la secuenciación de un fragmento del ARNr 16S, lo que permitió

la ubicación filogenética de tal agente, que entonces, aún sin cultivarse, fue bautizado como *Tropherima whippellii* (Dutly y Altwegg 2001); posteriormente, se logró su cultivo en monocapas celulares y con ello se pudo estudiar más detalladamente y su nombre fue enmendado a *T. whipplei* (La Scola *et al.* 2001). Una vez cultivado, se secuenció completamente su genoma (Bentley *et al.* 2003) y el estudio de éste permitió deducir su perfil fisiológico y con él se diseñó un medio de cultivo, que permitió el aislamiento de la bacteria *in vitro* (Renesto *et al.* 2003). Este ejemplo, nos muestra la secuencia de hallazgos, donde unos inspiran otros: la tinción de PAS hizo suponer una etiología bacteriana, con ésta planteó el tratamiento antimicrobiano y finalmente el genoma de la bacteria arrojó ideas de sus requerimientos nutricionales, lo que permitió diseñar el medio para su cultivo.

Serendipia o saltos bruscos en el conocimiento

El ejemplo anterior brinda una visión de la manera como normalmente va creciendo el conocimiento, mediante la suma de diversos hallazgos. Sin embargo, a veces se presentan hallazgos accidentales, que representan verdaderos saltos en ese proceso paulatino del conocimiento. El término serendipia califica a esos hallazgos, matizados de casualidad, que permite los descubrimientos accidentales; no obstante, no es un simple accidente o golpe de suerte, pues también, es necesario que tal

observación la haga alguien con una mente preparada para interpretar esa casualidad. Uno de los ejemplos clásicos de serendipia es la relación entre la caída de la manzana y la ley de la gravedad; pero, posiblemente muchas personas antes de Newton vieron caer manzanas desde tiempos inmemorables, pero ninguno pensó en la fuerza que las atraía hacia el suelo. Como este, la literatura científica da cuenta de un gran número de ejemplos de serendipia, entre los que corrientemente se citan los descubrimientos de la penicilina, la máquina a vapor y una variedad de hallazgos de la industria de los plásticos, entre muchos otros casos (Hernández-Chavarría y Rivera 2001).

En nuestro contexto, podríamos agregar que la correcta interpretación de un hecho casual es factible si ese observador se mantiene actualizado en su campo, si su mente está en constante entrenamiento, leyendo, estudiando. Muchas veces, los hechos son interpretados erróneamente y se conduce a premisas falsas. Por ejemplo, antes del descubrimiento de la penicilina, la sífilis era tratada con arsenoterapia; uno de los efectos indeseables de ese tratamiento era su hepatotoxicidad que conducía a ictericia. Una vez que se descubrió la penicilina se pensó que se acabaría ese efecto indeseable; pero, éste continuó afectando a los pacientes tratados con la nueva droga; posteriormente se descubrió que la causa de esa ictericia no eran las drogas en cuestión, sino el virus de la hepatitis

B, que se transmitía con las agujas mal esterilizadas, con las cuales se inyectaban esos tratamientos. Por lo tanto, a la luz del nuevo conocimiento se pueden comprender errores del pasado.

De la observación al planteamiento de la hipótesis:

La idea sobre un tema de investigación surge ante una observación hecha por ese individuo conocedor de su entorno científico. Esa idea podría ser la respuesta a un problema enfrentado y su puesta en práctica implica el planteamiento de un posible mecanismo o de una acción que debemos explorar o probar. Esto en esencia, es el método científico. Esa posible respuesta es la hipótesis que nos planteamos y la evaluación de si funciona o no, es la prueba de hipótesis para aceptar la respuesta como correcta o en caso contrario, desechar la hipótesis, plantear una nueva y arrancar nuevamente con la experimentación.

Sin embargo, antes de comenzar a esbozar posibles metodologías para probar nuestra hipótesis, es importante que indagemos en la literatura si tal respuesta ya fue evaluada. Entonces, nuevamente volvemos al planteamiento inicial: Una fuerte investigación bibliográfica nos indicará la pertinencia o no de nuestro proyecto; que en el caso de no hallar la respuesta, fortalecemos más nuestra propuesta, matizándola de originalidad.

El protocolo de una investigación:

Antes de iniciar la experimentación es imperativo que escribamos un protocolo de todo lo que planeamos hacer. En este sentido el protocolo representa las reglas o normas del juego al que nos vamos a enfrentar. Pues define la población, el tipo muestreo que haremos, la metodología que emplearemos para generar y procesar los datos que obtengamos y hasta indica la fecha en que pretendemos ir alcanzando cada una de las etapas de nuestra investigación. Por estas razones, es muy importante dedicarle el tiempo que sea necesario a la confección de ese protocolo.

Obviamente el primer paso que daremos en la confección del protocolo será la investigación bibliográfica, pues esta nos indicará la actualidad de la propuesta, su importancia, los posibles métodos requeridos y ellos nos indicarán la factibilidad de realizar la investigación propuesta.

Como en todo, existen diversas formas de plantear las cosas y por lo tanto, diversos estilos de protocolo. Sin embargo, algunas partes son comunes a los diversos formatos; entre ellas podemos citar: título, responsables, marco teórico, problema, objetivos, justificación, marco metodológico, cronograma, presupuesto y bibliografía. Existen muchos textos que explican como confeccionar cada una de estas partes; alguna vez escribí un compendio de éstos en el libro "Fundamentos de Epidemiología:

el arte detectivesco de la investigación epidemiológica", en el cual, con un lenguaje sencillo traté de escribir una guía simple (Hernández-Chavarría 2002). Brevemente, aquí podríamos ver los lineamientos principales de cada una de estas partes:

a. El título: es la descripción en el menor número de palabras de la investigación propuesta. Ello significa, que en forma muy sucinta indicamos qué se hará, cuándo y dónde. Recordemos que el título debe ser completo, pero no tan extenso que se convierta en un resumen de la propuesta.

b. Responsables: Son los autores del trabajo y es importante colocarlos en el orden de importancia o responsabilidades que tendrán en la ejecución de la investigación; pues esto en parte sirve para definir el posible orden que tendrían esas personas en la o las publicaciones que se generarán de la investigación propuesta. Obviamente, el orden puede cambiar para la publicación, según el aporte de cada individuo e incluso es posible que otras personas ajenas al grupo inicial se incorporen. No obstante, es importante enarbolar en todo momento los lineamientos éticos, para no excluir arbitrariamente a alguna persona ni tampoco incluir a otros que no merecen firmar como autores; aunque se trate de los jefes o superiores jerárquicos; tengamos en cuenta siempre, que los autores son las personas que generaron las ideas, planearon el

protocolo, realizaron la investigación, colectaron los datos, los interpretaron y escribieron el informe o manuscrito.

c. El marco teórico: Es el texto resultante de la investigación bibliográfica, describe el estado del conocimiento al momento del protocolo y sirve para plantear el problema que se enfrenta, a la luz de ese conocimiento. Un buen planteamiento indicaría que existe un problema real y que se propone una posible solución. En este texto se distribuye la información de lo más general a lo específico, culminándolo con el "quid" de nuestra propuesta. Toda la información que estemos describiendo debemos respaldarla con las respectivas citas bibliográficas y obviamente éstas deben ser lo más recientes posible, para indicar que se ha realizado una investigación exhaustiva y refrendar ese carácter de actual de nuestra investigación bibliográfica.

En esta parte, es importante no caer en el error frecuente de jugar al artista plástico del "collage" y confeccionar un texto hecho de fragmentos copiados y pegados en una secuencia que parezca tener sentido. A veces, ese tipo de "collage" es el resultado de una búsqueda en internet, en la cual solo se leyeron resúmenes de trabajos, y lo peor del caso, es que a veces los proponentes no se dan cuenta de que hasta copian las llamadas para citas bibliográficas del texto original y aparecen en la propuesta con un estilo diferente al usado.

Es importante leer y comprender, pero si la investigación está basada en resúmenes, solo se conocerá una pequeña parte de la información y nuestro conocimiento será fragmentario y superficial.

d. El problema: Generalmente se plantea como la pregunta que debe contestarse con la investigación propuesta y representa ese bache existente en la información; pues obviamente, si la investigación bibliográfica realizada encuentra la respuesta a este problema, no sería necesario plantear la propuesta.

e. Los objetivos: Definimos un objetivo principal, que representa la idea conceptual o la gran meta que nos planteamos. Para alcanzar esa meta debemos alcanzar otras menores o vencer una serie de escollos. Estos son los objetivos específicos, que deben reflejarse en la metodología con los respectivos planteamientos para alcanzarlos.

f. Justificación: Es una de las partes más importante del protocolo, pues refleja la importancia o pertinencia de realizar la investigación propuesta. Pensemos siempre que nuestra propuesta de investigación debe pasar por el filtro de una serie de jueces evaluadores, quienes decidirán si vale la pena hacer ese trabajo propuesto, y cuya respuesta afirmativa, posiblemente va comprometida de una concesión de tiempo laboral y de los

fondos necesarios para adquirir desde implementos y reactivos hasta equipos. Por lo tanto, es importante que la justificación sea lo suficientemente convincente para que el proyecto sea aprobado. En este sentido, es importante que pensemos como un vendedor que ofrece su producto; en la medida que sea convincente podrá realizar adecuadamente su trabajo; en este sentido, nuestros planteamientos sobre la necesidad o urgencia de realizar tal proyecto, debe ser lo suficientemente clara y convincente para que los evaluadores la aprueben.

g. Marco metodológico: Nuevamente, la investigación bibliográfica nos orienta hacia los métodos más adecuados para alcanzar cada uno de los objetivos específicos planteados. Esta sección la podemos dividir con subtítulos que concreten las distintas partes o elementos de la investigación; por ejemplo, muestreo, población, tipo de análisis, estadística, etc. Es muy importante definir adecuadamente en esta parte, cuántas muestras o individuos serán analizados, durante cuánto tiempo se coleccionarán las muestras, bajo qué criterios se seleccionarán e incluso en qué lugares. Obviamente, el tamaño de la población o el muestreo y el tipo de muestras elegido dependerá de la significancia estadística que hayamos definido de acuerdo con un análisis estadístico adecuado a nuestra investigación.

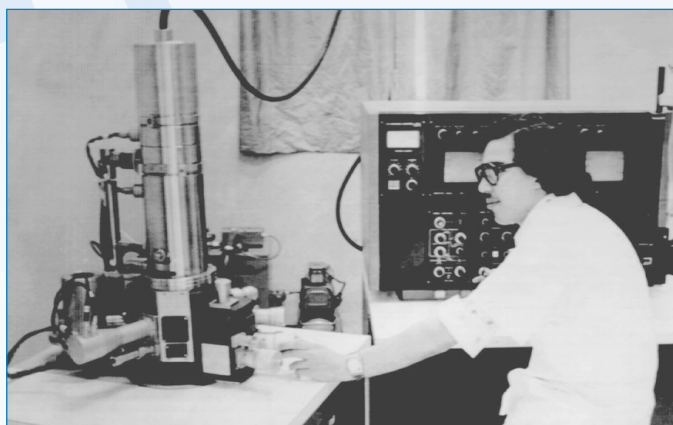
h. Cronograma: Representa la proyección en el tiempo del planeamiento de nuestro trabajo, indicando la fecha en que pretendemos cumplir diversas metas; por ejemplo, cada uno de los objetivos específicos. Pero no es una especie de bitácora futura, con día y hora de cada actividad. Esta sección tiene otra importancia para nosotros, pues nos hace concientes del paso del tiempo con respecto a las diversas metas que pretendemos alcanzar.

i. Bibliografía: Recordemos que en el marco teórico y en el metodológico hicimos referencia a trabajos publicados, que analizamos o estudiamos para nuestra investigación bibliográfica. Todas esas citas deben ir listadas en esta sección. Es muy importante que todos los trabajos citados aparezcan en la bibliografía y que estén bien citados. No escatimemos esfuerzo en su correcta confección y revisión, a veces algunos estudiantes asumen que es una especie de adorno del trabajo y simplemente ponen unos cuantos trabajos; en realidad es todo lo contrario, es una sección tan importante, que refleja el esmero con que fue planeado el trabajo y que tan exhaustiva y actual fue la investigación bibliográfica. Por lo tanto, hay que ponerle mucha atención.

Una vez que terminemos el trabajo experimental o la recolección de información nos queda pendiente, escribir el informe final. Aquí debemos considerar algunos aspectos

importantes. Uno de ellos es el estilo de la bibliografía; recordemos que desafortunadamente no hay un estilo bibliográfico universal, aunque recientemente los editores de revistas biomédicas han bogado por un estilo uniforme. Sin embargo, lo más simple es pedir las indicaciones de estilo solicitadas por el ente al cual vamos a someter el protocolo o si se trata del manuscrito para publicar, tomemos la guía para autores de la revista e incluso si es posible un número reciente de esa revista para ver esas indicaciones. Si no nos piden un estilo en particular, podemos escoger el más práctico, que a mi juicio es el de citar los artículos por apellido del autor y fecha de publicación. Considero que es el más práctico, pues podemos agregar nuevas citas o eliminar alguna si es del caso, sin alterar la secuencia de las citas, ya que en la bibliografía éstas aparecen ordenadas alfabéticamente. Este sistema es más ágil que aquellos en los cuales las citas solo se enumeran en el texto, ya sea en orden de aparición o con respecto al orden alfabético del principal autor; estos sistemas tienen el inconveniente de que cada vez que se agrega una nueva cita se debe cambiar toda su numeración y recordemos que están desperdigadas por todo el texto; por lo tanto, el cambiar los números se torna en una tarea engorrosa. Vale la pena señalar, que ese estilo uniforme buscado para revistas biomédicas propone la enumeración de las citas de acuerdo con el orden de aparición. Independientemente del estilo bibliográfico, usualmente se pide el apellido de los autores

y las siglas de su nombre u otro apellido; el título completo del artículo en el idioma en que fue publicado y la abreviación del nombre de la revista, seguido del volumen, la primera y la última página del artículo y el año de publicación, que suele aparecer al final de la cita, luego del título de la revista o incluso luego de los autores; por ello es importante revisar el estilo solicitado, antes de comenzar a escribir.



Primer microscopio electrónico de rastreo que se tuvo en Costa Rica. Un equipo sofisticado como ese, sigue siendo solo una herramienta de trabajo; como lo es cualquier equipo moderno. Ello significa que en la medida en que podamos usarlo para resolver los dilemas planteados en un protocolo de investigación será útil; pero, usarlo per se, solo por ser un equipo sofisticado o moderno... no conduce a nada en la ciencia.

Otro aspecto importante es el estilo literario. El artículo científico debe ser objetivo y directo, esto significa que es una redacción un tanto llana, despojada de metáforas y adjetivos que le pueden dar un aire de subjetividad. Recordemos que algunos conceptos subjetivos pueden tener diversas interpretaciones; por ejemplo, si calificamos el tamaño de algo debemos medirlo y poner esas medidas y el calificativo de grande o pequeño no cuenta; además, es relativo a lo que estamos

trabajando; así en virología un virus de más de 100 nm suele calificarse como grande y recientemente la bacteriología se ha visto conmocionada por el hallazgo de las llamadas nanobacterias, cuyo nombre hace alusión a su tamaño extremadamente pequeño, pues miden como 100 nm. Lo que para algunos es grande para otros puede ser muy pequeño, por lo tanto, la medida correcta de las cosas evita ese matiz subjetivo.

Con respecto a cuando debemos comenzar a escribir resultados, yo diría que debe iniciarse desde el momento en que comienzan a obtenerse. Tengamos en cuenta que en el transcurso de nuestra investigación podrían aparecer hechos interesantes que vale la pena comunicar desde el principio, y eso es lo que se publica en muchas revistas científicas como informes preliminares o notas cortas. Sin embargo, eso no significa que debemos ir partiendo nuestros datos y publicando adelantos a cada momento.

Finalmente, recordemos que el objetivo final del artículo es que brinde los elementos necesarios para que otro investigador en cualquier parte del mundo pueda duplicar, si es del caso, los experimentos planteados y pueda reproducir nuevamente los datos y de eso se trata la ciencia, de un cuerpo de conocimiento, obtenido por un método que permite su comprobación o confirmación si repetimos la metodología con la cual se obtuvo.

Para terminar, deseo hacer la cita textual: “¿Cómo puede contribuir este proyecto a la superación de la racialización y la exclusión?” de Carlos Sandoval García, autor del libro “Otros amenazantes: Los nicaragüenses y la formación de identidades nacionales en Costa Rica”. Esa cita encierra en gran medida el sentido que debe tener la investigación, es la búsqueda de información, de nuevo conocimiento en un campo determinado, siempre orientado en pos de un bien común, ya sea puramente científico como es el caso de la ciencia pura o tratando de paliar un mal o buscar la solución a un problema; pero nunca debe ser motivada solo por el deseo de figurar o simplemente de acumular puntos para una recalificación de un puesto o un salario.

Referencias Bibliográficas

- Bentley SD, Maiwald M, Murphy LD *et al.* Sequencing and analysis of the genome of the Whipple's disease bacterium *Tropheryma whippelii*. *Lancet* 361: 637-644, 2003.
- Dutly F, Altwegg M. Whipple's Disease and “*Tropheryma whippelii*” *Clin Microbiol Rev* 14: 561-583, 2001.
- Hernández-Chavarría F, Rivera P. Serendipia e investigación en microbiología. *Rev Col MQC* 8: 6-9, 2001.
- Hernández-Chavarría F. **Fundamentos de Epidemiología: El arte detectivesco de la investigación epidemiológica.** EUNED, San José, Costa Rica pp 548, 2002.
- Kato-Maeda M, Small PM. Use's guide to tuberculosis resources on the Internet. *Clin Infect Dis* 2001; 32: 1580-1588.
- La Scola B, Fenollar F, Fournier P, Altwegg M, Mallet MN, Raoult D. Description of *Tropheryma whippelii* gen. nov., sp. nov., the Whipple's disease bacillus. *Internat J Syst Evol Microbiol* 51: 1471-1479, 2001.
- Renesto P, Crapoulet N, Ogata H, La Scola B, Vestris G, Claverie J, Raoult D. Genome-based design of a cell-free culture medium for *Tropheryma whippelii*. *Lancet* 362: 447-449, 2003.
- Sandoval-García C. **Otros amenazantes: Los nicaragüenses y la formación de las identidades nacionales en Costa Rica.** Editorial de la Universidad de Costa Rica. 2002. pp 386.
- Shands KN, Schmid GP, Dan BB, Blum D, Guidotti RJ, Hargrett NT, Anderson RL, Hill DL, Broome CV, Band JD, Fraser DW **Toxic-shock syndrome in menstruating women: association with tampon use and *Staphylococcus aureus* and clinical features in 52 cases.** *N Engl J Med.* 1980 18;303:1436-42.
- Schlievert PM, Tripp TJ, Peterson ML **Reemergence of Staphylococcal Toxic Shock Syndrome in Minneapolis-St. Paul, Minnesota, during the 2000-2003 Surveillance Period.** *J Clin Microbiol* 42: 2875-2876, 2004.

MI RESPONSABILIDAD ANTE LAS NUEVAS GENERACIONES



Max Gutiérrez López¹

Una sociedad democrática sin la base de pensamiento –ideología– que sustente sus actuaciones, es presa fácil de la voracidad depredadora de los oportunistas del poder político electoral.

Las acciones humanas –sociales– tienen, desde su gestación, un fundamento, siguen un orden básico: pensamiento como inicio, una concepción de un modelo necesario, la conducción de las acciones derivadas de ese pensamiento y de ese modelo para materializar: las estrategias, políticas, programas, proyectos, objetivos y metas que la sociedad requiere. Se construye así el mapa idóneo para que la nave social no flote en aguas turbulentas que, inevitablemente, la llevarían a una aventura desastrosa. Por el contrario, la exposición y conocimiento claro del mapa garantizará el rumbo exitoso de la sociedad.

Las manifestaciones en masa, desbordadas de desconfianza y de incertidumbre -por la

ausencia de un mapa idóneo-, confunden el fundamento ideológico con los encendidos discursos de salvadores mesiánicos, falsos líderes, que padecen la más grande indigencia de ideas sobre la reconstrucción del modelo de sociedad (país) que se requiere.

En ese vacío de contenido espiritual y racional, los predicadores de la buena nueva, garantizan la tierra prometida de una democracia perfecta: en lo político, en lo económico, en lo ambiental y en lo social, afirmando que, desde la Casa Presidencial, se encontrará la luz de la inteligencia que los conducirá por el camino correcto, alegoría bíblica de esencia mágica que, lo que ofrece es un verdadero desierto de éxito y una flagrante traición a la buena fe y al fervor social.

A la Presidencia de la República no se llega a improvisar o a aprender, se llega a ejecutar acciones que previamente se tienen establecidas, a conducir un país, que gira

¹Máster en Administración de Empresas. Profesor de la Escuela de Administración Pública, Universidad de Costa Rica. mgutierrez@aya.go.cr

sobre el eje de un modelo sustentado en el marco de ideas que ha sido debidamente validado y ratificado, estimulando, en el sector público y en el sector privado, la producción y el esfuerzo empresarial honesto.

No busquemos personas para la Presidencia de la República, busquemos pensamientos –ideas– y compromisos firmes. Si las ideas están afirmadas en la conciencia de la sociedad, las personas capaces y comprometidas con el éxito, emergerán de esos escombros del modelo fracasado, aceptando el desafío, con la aptitud y la actitud apropiada para conducir las aspiraciones sociales por la ruta del crecimiento integral.

Desterremos a vividores de la política electoral, dirijamos nuestra mirada a aquellas personas que piensen y trabajen por el país, personas que, con su espíritu emprendedor, tengan presente el camino correcto para encausar a las generaciones futuras y no las próximas elecciones.

En una sociedad, el líder es producto del estado de conciencia sobre la situación que vive esa sociedad. Esto es, cuando ella reproduce las características beligerantes y las actuaciones de reivindicación, la sociedad ha alcanzado las condiciones idóneas para que broten, espontáneamente, las manifestaciones del líder que guiará el destino que ella ha determinado, y que necesita para su reconstrucción o transformación.

El Gobierno del presente –el primero del siglo XXI – tiene la oportunidad histórica de dejar

escritas en la memoria social de Costa Rica, acciones sustentadas en las ideas que delinear el modelo de país que debimos haber construido hace décadas.

Eliminar la Ley N° 4646 (ley 4-3) de Juntas Directivas y la Ley N° 5507 de Presidencias Ejecutivas, son dos acciones que actúan directamente en el modelo político, de estructura y administrativo del Poder Ejecutivo, con efectos demoledores de las fuentes de corrupción y delincuencia político electoral y, por otro lado, se crea un proceso real de desarrollo productivo dentro del Estado, alejado de las amenazas que ofrecen las pandillas que se forman al calor del clientelismo político.

Treinta y cinco años de vigencia de la Ley 4-3 y treinta y un años y medio de vigencia de la Ley de Presidencias Ejecutivas, han sido más que suficientes para demostrar, con hechos contundentes y lamentables, la capacidad altamente destructiva de esos dos instrumentos jurídicos.

Con esas Leyes, en la práctica, se centralizó en casa presidencial el accionar de las empresas descentralizadas, convirtiendo el mandato constitucional consignado en el artículo 188 en una inútil y mera aspiración en materia de autonomía administrativa.

La selección de las personas que ocuparán las juntas directivas debe responder a un proceso técnico dentro del marco del rigor científico que garantice objetividad, transparencia y mérito.

El nivel descentralizado de gobierno tiene un papel constructivo –motor de desarrollo–, le corresponde crear la gran infraestructura del país, es una actividad permanente, continua, sostenible, que no debe estar afectada en su gestión por las expectativas que generan los procesos electorales y por los cambios mismos de jerarquías que se dan cada cuatro años o menos, en el Gobierno Central. La especialidad orgánica tiene una obligación técnica: producir el bien económico o el servicio específico que le corresponde a cada institución descentralizada concretamente.

Un nivel descentralizado en los términos que establece la Constitución Política significa, para la sociedad, un seguro de protección contra los posibles gobiernos que sufran de

poca claridad y capacidad en el papel que tienen que cumplir como conductores del país.

El de hoy, (2002-2006), sería un gobierno inmensamente exitoso si, tan sólo, lograra separar los niveles de Gobierno Central y de Gobierno Descentralizado, estableciendo con claridad los papeles de cada uno; estaría ofreciéndole a las nuevas generaciones posibilidades reales para su desarrollo integral, y estaría corrigiendo el error político histórico, cometido en el gobierno del período de 1970-1974 que creó las Leyes 4-3 de Juntas Directivas y 5507 de Presidencias Ejecutivas, instrumentos letales para el modelo de desarrollo que teníamos y, en particular, para el papel que le corresponde a las instituciones autónomas.

FE DE ERRATAS

Artículo publicado en la Revista Evolución Vol.2 N°.2-Diciembre 2004:
 “ Relación entre los macroinvertebrados bénticos y la calidad del agua en ríos de
 Costa Rica.” Por Mariano Peinador Brolatto.

CUADRO 4
 RELACION ENCONTRADA ENTRE CADA TAXON
 Y LAS CATEGORIAS DE CALIDAD DEL AGUA

EPHEMEROPTERA	
Baetidae: <i>cf. Baetis</i>	4 ocasionalmente encontrados en 3, pueden estar en 5 pero no en densidades mayores a 30
Baetidae: <i>Baetodes</i>	5
Baetidae: <i>Camelobaetidius</i>	5
Baetidae: <i>Moribaetis</i>	5
Caenidae: <i>Caenis</i>	4
Leptohyphidae: <i>Leptohyphes</i>	4
Leptohyphidae: <i>Tricorythodes</i>	4
Leptophlebiidae: <i>Farrodes</i>	6
Leptophlebiidae: <i>Thraulodes</i>	5
PLECOPTERA	
Perlidae: <i>Anacroneuria</i>	6
HEMIPTERA	
Naucoridae: <i>Limnocoris</i>	5
Nepidae: <i>Ranatra</i>	4
Pleidae: <i>Paraplea</i>	6
MEGALOPTERA	
Corydalidae: <i>Corydalus</i>	5
COLEOPTERA	
Hydrophilidae	2
Psephenidae	5
Ptilodactylidae: <i>Anchytarsus</i>	5 cuando se encuentra en densidades mayores a 5
TRICHOPTERA	
Calamoceratidae: <i>Phylloicus</i>	6
Glossosomatidae: <i>Culoptila</i>	5
Glossosomatidae: <i>Protoptila</i>	5
Helicopsychidae: <i>Helicopsyche</i>	5
Hydrobiosidae: <i>Atopsyche</i>	5

Hydropsychidae: <i>Leptonema</i>	4 cuando se encuentra en densidades mayores a 20, en densidades menores puede ser 5
Hydropsychidae: <i>Smicridea</i>	5
Hydroptilidae: <i>Hydroptila</i>	5
Hydroptilidae: <i>Ochrotrichia</i>	5
Hydroptilidae: <i>Rhyacopsyche</i>	6
Hydroptilidae: <i>Oxyethira</i>	5
Lepidostomatidae: <i>Lepidostoma</i>	4 ó 5
Leptoceridae: <i>Nectopsyche</i>	5 en densidades menores a 3 puede ser 4
Leptoceridae: <i>Oecetis</i>	5
Philopotamidae: <i>Chiamarra</i>	5 en densidades menores a 3 puede ser 4
Polycentropodidae: <i>Polycentropus</i>	4 ó 5
Xiphocentronidae: <i>Xiphocentron</i>	5
DIPTERA	
Blephariceridae	5 ó 6
Ceratopogonidae: <i>Atrichopogon</i>	4
Ceratopogonidae: <i>Probezzia</i>	4
Chironomidae: <i>Chironomini</i>	2 si está con densidades mayores a 30
Chironomidae: <i>Orthoclaadiinae</i>	4 si está con densidades mayores a 30
Dixidae: <i>Dixella</i>	4
Empididae: <i>Chelifera</i>	4
Empididae: <i>Hemerodromia</i>	4
Ephydridae	4
Muscidae	3
Psychodidae: <i>Clognia</i>	4
Psychodidae: <i>Maruina</i>	4
Psychodidae: <i>Pericoma</i>	3
Psychodidae: <i>cf. Psychoda</i>	4
Simuliidae	4 cuando está en densidades mayores a 30
Tipulidae: <i>Hexatoma</i>	4
Tipulidae: <i>Molophilus</i>	4
Tipulidae: <i>Tipula</i>	4
Stratiomyidae	4
Syrphidae	1 ó 2
OLIGOCHAETA	
Tubificidae: <i>Tubifex</i>	1 ó 2 cuando está en densidades mayores a 30
HIRUDINEA	
	3



EJES ESTRATEGICOS

Calidad del Servicio de Agua y Saneamiento

Lograr la satisfacción de los requerimientos de los clientes, en el suministro de los servicios de agua potable y saneamiento; con calidad, eficiencia y transparencia.

Capital Humano

Impulsar el desarrollo del recurso humano como principal activo de la Institución.

Desarrollo Comunal

Promover el desarrollo y fortalecimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento en beneficio de las comunidades rurales.

Desarrollo Institucional

Contar con una Institución organizada y fortalecida en sus competencias, recursos y procesos, que pueda brindar eficientemente los servicios que le han sido encomendados en su Ley Constitutiva y enfrentar los cambios que demanda la sociedad costarricense.

Gestión Ambiental

Implementar políticas, estrategias y actividades con el propósito de promover la protección de los recursos hídricos.

Investigación y Desarrollo

Promover la investigación y desarrollo en todo lo relacionado con los servicios y procesos institucionales, como elemento clave para la evolución del AyA.

“Con perseverancia, estudio e investigación, el talento es un campo fértil.”

