

Diagnóstico de la situación organizacional y operativa prevaleciente en AyA, como elementos básicos para desarrollar un Programa Integral para el control y reducción de pérdidas en los sistemas operados por AyA en todo el País



**Contratación N°2007CDS-00160-PRI**

TOMO 1  
ENERO 2008



**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](mailto: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:** \_\_\_\_\_

**PARTE 1:**

**DIAGNOSTICO Y EVALUACIÓN DE ACCIONES  
REALIZADAS POR AyA PARA EL CONTROL  
DE REDUCCIÓN DE PERDIDAS**

**PARTE 2:**

**PLAN DE ACCIÓN PARA EL DISEÑO E  
IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA  
INTEGRAL DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE  
PÉRDIDAS EN AyA**

**PARTE 3:**

**EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA  
GESTIÓN EMPRESARIAL PARA LA  
REDUCCIÓN DEL AGUA NO CONTABILIZADA**

**PARTE 4:**

**ELABORACIÓN DE POLÍTICAS,  
LINEAMIENTOS Y DIRECTRICES PARA UN  
PLAN DE CONTROL DE REDUCCIÓN DE  
PERDIDAS**

**Diagnostico de la situación  
organizacional y operativa  
prevaleciente en AyA, como elementos  
básicos para desarrollar un Programa  
Integral para el control de la reducción  
de perdidas en los sistemas operados  
por AyA en todo el país**

**PARTE 1**

**DIAGNOSTICO Y EVALUACIÓN DE  
ACCIONES REALIZADAS POR AYA  
PARA EL CONTROL DE REDUCCIÓN  
DE PERDIDAS**



# SUMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE ACCIONES REALIZADAS POR AYA PARA EL CONTROL Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS.....</b>	<b>5</b>
2.1	ANTECEDENTES.....	5
2.2	SITUACIÓN PREVALECIENTE EN AYA EN EL CAMPO DEL CONTROL Y LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DESDE EL AÑO 2003.....	10
2.2.1	<i>Dependencias responsables del control y reducción de pérdidas.....</i>	10
2.2.2	<i>Evolución del nivel de pérdidas y continuidad del servicio.....</i>	11
2.2.3	<i>Identificación de acciones realizadas por AyA durante los últimos 4 años.....</i>	12
2.2.3.1	Definición, cálculo y, limitaciones del índice de agua no contabilizada.....	12
2.2.3.2	Análisis del modelo de evaluación de pérdidas.....	13
2.2.3.2.1	Pérdidas comerciales.....	14
2.2.3.2.2	Pérdidas técnico-operativas.....	17
2.2.3.3	Desagregación y zonificación del nivel de agua no contabilizada.....	19
2.2.3.4	Acciones realizadas por AyA para cumplir con el convenio de la ARESEP.....	20
2.2.3.4.1	Acciones en el aspecto técnico.....	21
2.2.3.4.2	Acciones en el aspecto comercial.....	22
2.2.3.5	Otras acciones.....	22
2.2.4	<i>Identificación de aspectos que han limitado el avance y logro de metas concretas para reducir las pérdidas.....</i>	23
2.2.4.1	Aspecto Técnico.....	23
2.2.4.1.1	Macromedición.....	23
(a)	Concepto.....	23
(b)	Políticas.....	24
(c)	Cobertura.....	24
(d)	Tipos de instrumentos y precisión en las mediciones.....	24
(e)	Supervisión.....	25
(f)	Registros y análisis.....	26
(g)	Otras aplicaciones.....	26
2.2.4.1.2	Infraestructura de redes y Zonificación.....	27
(a)	Concepto.....	27
(b)	Políticas.....	28
(c)	Cobertura.....	28
2.2.4.1.3	Catastro de redes y Modelos de simulación.....	29
(a)	Concepto.....	29
(b)	Políticas.....	31
(c)	Cobertura.....	31
2.2.4.1.4	Criterios de operación y mantenimiento.....	32
(a)	Concepto.....	32
(b)	Políticas.....	33
(c)	Cobertura.....	34
(d)	Supervisión e Instrumentación.....	35

(e)	Registros y análisis.....	35
2.2.4.2	Aspecto Comercial.....	36
2.2.4.2.1	Micromedición.....	36
(a)	Concepto.....	36
(b)	Políticas.....	43
(c)	Seguimiento.....	44
2.2.4.2.2	Catastro de clientes.....	45
(a)	Concepto.....	45
(b)	Políticas.....	46
(c)	Seguimiento.....	47
2.2.4.2.3	Lectura y facturación.....	47
(a)	Concepto.....	47
(b)	Zonificación.....	49
(c)	Políticas.....	49
(d)	Seguimiento.....	50
2.2.4.2.4	Anomalías.....	51
(a)	Concepto.....	51
(b)	Políticas.....	52
(c)	Seguimiento.....	53
2.2.4.3	Aspecto Financiero.....	53
2.2.4.3.1	Estado de resultados.....	53
2.2.4.3.2	Sistema de costos y gastos.....	54
2.2.4.4	Aspecto Organizacional.....	55
2.2.4.5	Alineación Estratégica.....	56
2.2.5	<i>Esquema Hallazgo-Causa-Efecto-Solución.</i> ....	56
<b>3</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>



# 1

## Introducción

Para la realización de este diagnóstico, la consultoría elaboró una lista exhaustiva de información y elevó a cabo la solicitud correspondiente a la Contraparte. Una vez suministrada la información por parte de AyA, llevó a cabo el análisis de la información recopilada, se solicitó información complementaria que fue suministrada por los funcionarios requeridos.

A partir de la evaluación preliminar, se diseñaron encuestas específicamente dirigidas al personal directivo y operativo, en los niveles nacional y regional. La aplicación de las encuestas se realizó mediante reuniones celebradas en la Sede Central de AyA y en las sedes de las regiones Central Oeste y Metropolitana. Fueron encuestados el Presidente Ejecutivo de AyA, el Jefe de la Oficina de Planificación Institucional, funcionarios de la Oficina de Organización y Desarrollo, de la Dirección de Tecnología Informática, de la Dirección de Gestión Ambiental y del Recurso Hídrico, de la Dirección de Aguas Residuales, de la Dirección de Estudios y Proyectos, de la Dirección de Servicio al Cliente, de la Dirección de Recursos Humanos, de la Dirección Financiera, de la Dirección de la Región Central y de la Dirección de la Región Metropolitana.

En todo momento, las encuestas estuvieron bajo la supervisión del Director del Departamento de Agua Potable y del Jefe del Departamento de Optimización de Sistemas de Agua Potable. También se realizaron dos visitas a instalaciones operativas de AyA: la planta de potabilización de Tres Ríos y la estación de bombeo La Uruca.

Adicionalmente, realizamos una reunión con los funcionarios de la Dirección de Servicios de Aguas y Ambiente de la ARESEP, para conocer de primera mano sus puntos de vista en relación con el programa de control y reducción de pérdidas que implementará AyA.

Posteriormente, se llevó a efecto el análisis de las respuestas y de los soportes físicos suministrados por los funcionarios encuestados. En algunos casos específicos se realizó solicitud de información adicional que fue tramitada por la Contraparte.

Se cumplió con el objetivo fundamental que era captar, desde las fuentes de información, los elementos necesarios para identificar debilidades y fortalezas en las actividades inherentes a la prestación del servicio de acueducto.

# Diagnóstico y evaluación de acciones realizadas por AyA para el control y reducción de pérdidas

## 2.1 Antecedentes

Si bien la ARESEP no ha llegado a fijar una cifra meta para la reducción de pérdidas durante los próximos años, ya inició el proceso de desarrollo de un mecanismo para el control de eficiencia operativa y comercial, por lo cual el AyA debe responder en cuanto a esas exigencias.

El presente estudio se origina en los requisitos establecidos por la ARESEP como parte de la revisión de la solicitud de fijación de tarifas presentada por AyA en el mes de noviembre de 2003<sup>1</sup>.

El día 26 de febrero de 2004, la ARESEP, mediante la resolución 3363, “en el punto VII de la parte dispositiva de esa resolución, dictó un conjunto de lineamientos regulatorios de acatamiento obligatorio que debía cumplir AyA, para lo cual se fijaron distintos plazos para cumplir con todos ellos”.

Aunque no lo menciona específicamente, el punto VII de esta resolución se refiere a algunas acciones que están normalmente relacionadas con el control y la reducción de pérdidas, ellas son:

“5. Diseñar, implementar, sistematizar y presentar los resultados de un sistema de control de gestión que abarque, al menos, los siguientes aspectos:

Por regiones

- ii. Cantidad de agua efectivamente producida
- iii. Cantidad de agua suministrada a usuarios (demanda total) Cantidad de agua facturada
- iv. Costos separados por cada una de las etapas de agregación de valor:  
Protección de fuentes

---

<sup>1</sup> Expediente ET-157-2003, Resolución RRG-3363-2004, Febrero 26 de 2004.

- Producción  
Tratamiento  
Distribución  
Almacenamiento
- v. Longitud total de la tubería, en unidades de medida uniformes, por región a inicio de cada período trimestral
  - vi. Longitud total de la tubería a sustituir, reparar o ser objeto de alguna actividad de mejoramiento
  - vii. Costo del punto anterior e indicación del servicio del que se trata (acueducto o alcantarillado)
  - viii. Memoria resumida del estado de la tubería y del resto de la infraestructura de red de las regiones. Los conceptos, términos y descriptores que se empleen en esa memoria deberán ser uniformados para todas las regiones
  - xi. Macromedición efectiva.
  - xii. Micromedición efectiva.
  - xiii. Número de nuevos abonados.
  - xiv. Detalle de las cuentas por cobrar, desglosados así:
    - Cuentas del año corriente
    - Cuentas de años anteriores
  - xv. Monto de la facturación sujeta a reclamos, por región.
  - xvi. Número total de reclamos.
  - xvii. Valor, en colones, del total de los reclamos.
  - xviii. Término promedio, en días, para la resolución de los reclamos.
  - xix. Porcentaje de reclamos en proceso de trámite (activos).
  - xx. Porcentaje de reclamos resueltos.
  - xxii. Porcentaje del valor de los reclamos resueltos favorablemente para el usuario.
  - xxiv. Agua no contabilizada

El informe de control de gestión deberá elaborarse para períodos trimestrales y la información que contenga reflejará la gestión y los principales resultados de cada una de las regiones. En ningún caso esto último supone que cada región deba presentar un informe por separado. Sólo se aceptará un único informe donde consten los indicadores para cada una de las regiones.”

- “6. Empezar acciones institucionales para que en el plazo máximo de 15 meses, a partir de la publicación de esta resolución en el diario oficial, disponga efectivamente de un sistema de contabilidad de costos y de control financiero que le permita identificar, separar, distribuir y registrar los costos de producción precisos de los servicios de acueducto y alcantarillado. Esa herramienta deberá ser oportuna, relevante, eficaz y flexible de modo que permita ejecutar acciones correctivas cuando haya un desalineamiento de los costos estándar calculados por el sistema. Los resultados de ese sistema de contabilidad de costos y de control financiero deberán ser presentados a la Autoridad Reguladora al término del plazo fijado. Esa herramienta deberá utilizarse en futuras solicitudes tarifarias.”
- “11. Realizar esfuerzos para superar con prontitud su visión de corto plazo de la planificación. Es necesario y urgente que mejore radicalmente el proceso de planificación estratégica institucional, al mismo tiempo que debe facilitar la integración y coordinación de todas sus unidades administrativas internas con el propósito de ofrecerle a la ciudadanía y al aparato de producción nacional un servicio de excelente calidad a un precio que garantice la

sostenibilidad ambiental de las fuentes primarias. Reconociendo que el ciclo presupuestario y de contrataciones del sector público puede ser un elemento adverso, pero no dejando de valorar que en muchas ocasiones esa dificultad se utiliza como excusa para ocultar fallos de planeación y previsión susceptibles de mejoría, en las futuras solicitudes de ajuste tarifario para los servicios de acueducto y alcantarillado esa institución deberá realizar planteamientos para un horizonte tarifario de cinco años, excluido aquél en que se presenten.”

“23. Cumplir con las siguientes metas, correspondientes a los indicadores de gestión de los servicios que brinda:

<b>METAS E INDICADORES PARA EL PERIODO 2004 Y 2005<sup>1</sup></b>		
<b>Operación y Mantenimiento</b>		
<b>INDICADOR</b>	<b>META 2004</b>	<b>META 2005</b>
<b>Atención de Fugas (días)</b>		
<b>Área Metropolitana</b>	5	5
<b>Regiones</b>	5	5
<b>Micromedición (%)</b>		
<b>Área Metropolitana</b>	95%	>95%
<b>Regiones</b>	95%	>95%
<b>Macromedición (%)</b>		
<b>Área Metropolitana</b>	95%	>95%
<b>Regiones</b>	95%	>95%

<sup>1</sup>. Los indicadores nuevas conexiones y atención de fugas corresponden al valor promedio del año y para el caso de las regiones debe calcularse un promedio ponderado con base en el número de abonados atendidos; el indicador micromedición (%) corresponde a la medición efectiva, es decir, que no considera los medidores inoperantes.”

“24. Remitir semestralmente a la Autoridad Reguladora:

- a) Reportes del estado de los indicadores de gestión.
- c) El informe anual de mantenimiento preventivo (basado en el “Reglamento de Normas Técnicas y Procedimientos para el Mantenimiento Preventivo de los Sistemas de Abastecimiento de Aguas”).
- d) Avance del programa de reducción de pérdidas.”

“26. Remitir a la Autoridad Reguladora en el término de seis meses, contados a partir de la notificación de la presente resolución, los proyectos que abajo se indican, que deben concebirse de manera tal que permitan implementar el seguimiento de los parámetros de calidad del suministro del servicio contemplados en el Reglamento Sectorial para la Regulación de los Servicios de Acueducto y Alcantarillado Sanitario:

- a) Proyecto de control de presiones para evaluar el cumplimiento de presiones mínimas y máximas en el Área Metropolitana.”

Mediante la resolución RRG-6282-2007<sup>2</sup>, la ARESEP manifestó: “III. Que con ocasión del proceso de seguimiento regulatorio hecho a la resolución RRG-3363-2004 por la Dirección de Servicios de Aguas y Ambiente de esta Autoridad Reguladora, se han observado importantes fallas organizacionales del operador que le han impedido cumplir a cabalidad con lo dispuesto en aquella, las que le han sido comunicadas en diferentes oportunidades.”

En esta disposición resolvió:

“1. Rechazar, en los términos que se definen a continuación, la solicitud de prórroga de plazo hecha por el Presidente Ejecutivo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados en el oficio PRE-2007-0055 de 24 de enero de 2007 para acatar las directrices regulatorias pendientes de cumplimiento de la resolución RRG-3363-2004.

1.1. Directriz VII.5. Se rechaza la prórroga de plazo solicitada. Una vez que AyA demuestre fehacientemente que ha contratado o, en su defecto, iniciado por medio propios, el desarrollo de un sistema de indicadores de gestión para cumplir con esta directriz, podría otorgarse una prórroga hasta que dicho sistema esté concluido. Para tal efecto, AyA debería documentar y presentar a la Autoridad Reguladora todo el detalle del proyecto que haría posible satisfacer esta necesidad de información para uso gerencial y regulatorio, definiendo con precisión y de forma razonable el horizonte temporal para su conclusión y las etapas en que sería desarrollado. Ese sistema podrá incluir otras variables de control que no hayan sido definidas en la resolución RRG-3363-2004, que a juicio del operador sean de utilidad.

Cumplido en firme lo anterior, para tener por allanada la vía para presentar nuevas solicitudes tarifarias, AyA quedará sujeta a la presentación al menos de la siguiente información trimestral para la institución como un todo:

- Cantidad de agua efectivamente producida.
- Macromedición efectiva.
- Número total de reclamos.
- Valor, en colones, del total de los reclamos.
- Número de empleados.
- Cantidad y costo de las horas hombre ordinarias absorbidas durante el período.
- Cantidad y costo de las horas hombre extraordinarias absorbidas durante el período.

---

<sup>2</sup> Expediente ET-157-2003, Resolución RRG-6282-2004, Febrero 2 de 2007.

Esta información deberá presentarse a más tardar con la próxima solicitud de ajuste tarifario y abarcará el período comprendido del segundo trimestre de 2004 hasta el más reciente efectivamente terminado antes de la presentación de dicha solicitud.

1.2. Directriz VII.6. Se rechaza la prórroga de plazo solicitada. Si AyA demuestra fehacientemente que ha contratado o, en su defecto, iniciado por medio propios, el desarrollo del sistema de contabilidad de costos, podría otorgarse una prórroga hasta que dicha herramienta esté disponible. Se requerirá al menos documentar y presentar a la Autoridad Reguladora el detalle de los alcances de tal sistema.

1.9. Directriz VII.24.d). Se rechaza la solicitud de prórroga. AyA deberá presentar un plan estructurado de reducción de pérdidas, tanto de operación como comerciales, que identifique los problemas fundamentales y un cronograma de metas institucionales globales o por región para llegar a una reducción sustancial. Tal cronograma deberá especificar cuáles serán los porcentajes de reducción por período, que en principio serán definidos por AyA, sin perjuicio de que en el uso de sus atribuciones la Autoridad Reguladora pueda modificarlos.

Si se ejecutara algún proyecto piloto que sirviera como modelo para el conjunto de la institución, quedará obligada a presentar un informe que permita valorar los alcances de la experiencia. Si el plan de reducción de pérdidas fuera contratado con un tercero o fuera objeto de implementación mediante algún convenio de cooperación, nacional o extranjera, deberá presentarse el contrato respectivo. En todo caso, deberán quedar claramente definidas las metas de reducción a través del tiempo.”

De esta manera, el ente regulador decidió rechazar la solicitud de prórroga presentada por AyA en el mes de enero de 2007 y que el ente operador presentara un plan estructurado de reducción de pérdidas, tanto de operación como comerciales, que identificara los problemas fundamentales, junto con un cronograma de metas institucionales globales o por región para llegar a una reducción sustancial, especificando los porcentajes de reducción por período.

Es muy importante señalar que, en materia de control de pérdidas, las exigencias establecidas por la ARESEP son completamente diferentes en las dos resoluciones por las siguientes razones:

- ✓ El conjunto de lineamientos regulatorios del punto VII de la resolución 3363 del 2004, que aparecen relacionados en el presente informe, aunque se enmarcan dentro de las actividades de un programa de control de pérdidas, no fueron señaladas como tal por la ARESEP.
- ✓ En mención directa al control de pérdidas solicitó específicamente que se diseñara, implementara, sistematizara y presentaran trimestralmente los resultados de un sistema de control de gestión que abarcara agua no contabilizada y que se presentarán avances semestrales del programa de reducción de pérdidas.
- ✓ La exigencia de la ARESEP a la luz de la resolución 6282 del 2007 solicita específicamente elaborar un plan estructurado con metas que se deben cumplir en un cronograma definido, sin entrar en detalles de las actividades del programa.

En condiciones ideales, esto es, con un programa de control y reducción de pérdidas en plena ejecución o suficientemente estructurado, sería relativamente sencillo implementar un sistema de

control de gestión que suministre la información reclamada por la ARESEP. De hecho, una de las actividades implícitas en el programa es la estructuración de mecanismos e instrumentos para monitorear y controlar detalladamente el desempeño de las actividades para la disminución de pérdidas.

El propósito de esta consultoría es proveer los elementos necesarios para permitir que el AyA cumpla con lo establecido por la ARESEP y presente el plan estructurado que ha sido denominado “Programa Integrado de Control y Reducción de Pérdidas”.

## **2.2 Situación prevaleciente en AyA en el campo del control y la reducción de pérdidas desde el año 2003**

### **2.2.1 Dependencias responsables del control y reducción de pérdidas**

AyA históricamente ha realizado acciones específicas para el control y reducción de pérdidas, este tipo de actividades no se iniciaron ni se han limitado exclusivamente a los últimos años. Hasta el presente AyA no ha logrado institucionalizar el control de pérdidas como parte de las operaciones cotidianas inherentes a la prestación del servicio de acueducto.

Tradicionalmente, el control de pérdidas en AyA ha sido desarrollado desde la dependencia encargada de la optimización de los sistemas de agua potable. Hace unos 30 años estaba a cargo de la Unidad de Optimización de Sistemas, una de las áreas de la Dirección de Estudios y Proyectos. Esta unidad estuvo dedicada exclusivamente al problema del área metropolitana, aunque existían planes de extender los programas identificados a otras ciudades del país<sup>3</sup>.

La estructura organizacional vigente desde el año 2004<sup>4</sup>, no implementada en su totalidad, en el análisis de la problemática institucional, identificó diez puntos críticos que le impedían cumplir con su papel rector y operativo en materia de agua potable y saneamiento, pero, no consideraron el control de pérdidas como un factor crítico para la prestación eficiente del servicio de acueducto.

Como tal, el control de pérdidas es una filosofía, un modo de hacer las cosas correctamente en las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto. No puede ser un área específicamente funcional de la organización por que sus acciones comprometen fundamentalmente a todas las dependencias encargadas de suministrar el servicio.

En los aspectos técnicos de planeación, supervisión y control, a la Dirección de Agua Potable le corresponde normalizar y controlar la operación y el mantenimiento de los sistemas al nivel nacional, al Departamento de Operación y Mantenimiento, subordinado de la dirección, llevar a cabo programas de mantenimiento preventivo, predictivo, civil y electromecánico, al Departamento de Optimización de Sistemas de Agua Potable, también subordinado de la dirección, estudiar,

---

<sup>3</sup> Manual D-4, Operación y Mantenimiento de Redes de Distribución, página 2, Marzo de 1979.

<sup>4</sup> Estructura Organizacional Año 2004-2005, páginas 21 a 24.

investigar, proponer y desarrollar aplicaciones eficaces, eficientes, creativas o innovadoras en materia de tecnologías.

En los aspectos comerciales de planeación, supervisión y control, a la Dirección de Servicio al Cliente le corresponde velar, al nivel nacional, por el sistema comercial y el programa de micromedición, al Departamento Comercial, subordinado de la dirección, dirigir, mantener, sistematizar, evaluar, y actualizar permanentemente el desarrollo comercial, al Departamento de Medición, también subordinado de la dirección, planificar, programar y ejecutar, en el Taller de Hidrómetros, todas las necesidades de adquisición y mantenimiento de los hidrómetros.

En cabeza de todas estas dependencias recae la responsabilidad directa por formular y desarrollar las iniciativas del control de pérdidas en el AyA.

La ejecución de dichas iniciativas y los resultados alcanzados son responsabilidad directa de las Direcciones Regionales, en los aspectos técnicos a través del Departamento de Operación y Mantenimiento Regional, encargado de la producción, conducción y distribución del agua, así como del mantenimiento de los sistemas y en los aspectos comerciales a través del Departamento de Servicio al Cliente Regional, encargados del catastro de abonados, facturación, cobranza y todas las actividades relacionadas con la instalación, lectura y custodia de hidrómetros.

## 2.2.2 Evolución del nivel de pérdidas y continuidad del servicio

Es importante señalar que no se observa una variación significativa entre los valores calculados del agua no contabilizada desde 1989<sup>5</sup> (56%) hasta el presente, los cuales oscilan alrededor del 50% en el nivel nacional<sup>6</sup>. Podría considerarse que este valor histórico se debe a la realización de actividades directamente relacionadas con el control y reducción de pérdidas, sin embargo, la cifra nacional está muy influenciada por el resultado de la región metropolitana, cuyo valor actual es precisamente del 50%.

Según el documento Sinopsis del Acueducto Metropolitano<sup>7</sup>, desde la creación de AyA, en el año 1961, cuando asumió el manejo del acueducto metropolitano, la oferta de agua potable ha sido inferior a la demanda, con excepción de los cinco años siguientes a la entrada en operación del acueducto de Orosi. Esta falta histórica de capacidad de abastecimiento ha obligado, a los encargados de la operación del sistema metropolitano, a establecer un programa recurrente de racionamientos escalonados, principalmente durante los períodos de verano o cuando es necesario suspender o disminuir el caudal de Orosi por cualquier motivo.

Esto significa sencillamente que el indicador de agua no contabilizada en la región metropolitana ha estado altamente influenciado por la falta de continuidad del sistema de abastecimiento. Según muestran los indicadores de ésta dirección regional, actualmente el valor calculado de continuidad del servicio es el 95%.

---

<sup>5</sup> Banco Mundial, División de Operaciones de Infraestructura, Departamento II, Región de América Latina y El Caribe, Costa Rica, Estudio del Sector de Abastecimiento de Agua y Saneamiento, Informe No. 10070, Diciembre 30 de 1991.

<sup>6</sup> Informe de Rendición de Cuentas 2003-2006, Programa Uso Eficiente del Recurso Hídrico y de Control y Reducción de Pérdidas, Departamento de Optimización de Sistemas de Agua Potable.

<sup>7</sup> Sinopsis del acueducto metropolitano, revisión Agosto de 2007.

Vale la pena aclarar que los sistemas de abastecimiento que operan por gravedad trabajan a máxima capacidad en forma permanente, únicamente salen de operación por mantenimiento o debido a la deficiente calidad del agua cruda. En estos casos, deben recurrir a ampliar el suministro mediante los sistemas por bombeo que, obviamente, incrementan los costos de operación.

De esta manera, se debe inferir que si aumentaran el suministro de agua para eliminar los racionamientos, en las condiciones actuales de volumen de agua facturada, automáticamente aumentaría el porcentaje de agua no contabilizada, sin que sea posible determinar su magnitud, por encima del valor actual estimado en el 50%.

Adicionalmente, la deficiencia en la oferta de agua potable sugiere que es urgente aumentar la capacidad en las fuentes de suministro, demandando para este propósito una cantidad importante de recursos de inversión que podrían afectar la disponibilidad financiera que se necesita para implementar el programa de control de pérdidas.

Sin embargo, la entrada en operación de un nuevo sistema con el potencial suficiente para garantizar el suministro continuo a mediano y largo plazo no sucederá necesariamente en el corto plazo; por el contrario, esta prevista la realización de los estudios de actualización del plan maestro como prerrequisito para la ampliación de la capacidad del sistema.

El incremento en los ingresos operacionales, prácticamente duplicados durante los últimos seis años, sugiere que los usuarios del servicio de acueducto no han modificado, al menos en este período, la demanda total de agua potable a pesar de los incrementos en el valor de la tarifa. Entonces, no se puede afirmar que los futuros incrementos tarifarios van a desestimular el consumo de agua y, por ende, a contribuir en la disminución del consumo de agua potable.

Todo esto conduce a la necesidad de formular e implementar de manera inmediata un programa de control y reducción de pérdidas como medida prioritaria para disminuir la demanda de agua a corto y mediano plazo, procurando estructurarlo de manera adecuada para establecerlo dentro de las actividades permanentes de AyA en la prestación del servicio de acueducto.

## **2.2.3 Identificación de acciones realizadas por AyA durante los últimos 4 años**

### **2.2.3.1 Definición, cálculo y limitaciones del índice de agua no contabilizada**

El índice de agua no contabilizada, en adelante "IANC", corresponde a la proporción de agua producida que no es facturada por el sistema de comercialización.

$$\text{IANC} = \frac{\text{Volumen Producido} - \text{Volumen Facturado}}{\text{Volumen Producido}}$$

Donde,

El “volumen producido” corresponde a la cantidad de agua que ingresa al sistema de distribución, el cuál debe ser medido en algún punto entre la planta de tratamiento o sitio de producción y los tanques de almacenamiento, pero descontando la cantidad de agua que se desperdicia por las actividades de mantenimiento del sistema.

El “volumen facturado” corresponde a la facturación que arroja el sistema comercial al cierre del período correspondiente.

Por definición, estos volúmenes deben ser calculados exactamente en el mismo período de tiempo para evitar distorsiones en los resultados obtenidos, es decir, debe existir sincronización en el período de análisis.

Dado que el nivel de agua no contabilizada refleja el estado de la eficiencia operativa y comercial y que es posible que se presenten algunas variaciones, especialmente del volumen facturado por los ajustes aplicados a los consumos individuales, el cálculo debe abarcar varios períodos de facturación de tal manera que, la metodología de cálculo, produzca resultados verdaderamente representativos del estado general del sistema.

A través del Departamento de Optimización de la Dirección de Agua Potable, AyA inició el procedimiento para la generación del nivel o índice de agua no contabilizada, detallando la metodología y los procedimientos de captura de la información básica y desarrollando herramientas informáticas para sistematizarlos.

En el caso particular de AyA, existen limitaciones de fondo para realizar correctamente el cálculo de agua no contabilizada. En el aspecto técnico, debido a las deficiencias en macromedición permanente se presentan dificultades para determinar el volumen de agua producida, ya que en un alto porcentaje se utilizan mediciones manuales y en períodos asimétricos (horarios, diarios, quincenales o puntuales). En el aspecto comercial se presentan dos tipos de limitaciones: los períodos de lectura no están sincronizados con los períodos de cálculo de agua producida y por que los ajustes realizados, reflejados en la facturación neta, no son aplicados necesariamente en el mismo período de facturación.

Más adelante presentamos en detalle la manera como estas limitaciones en los procedimientos técnicos operativos y comerciales afectan el cálculo de agua no contabilizada en AyA.

### **2.2.3.2 Análisis del modelo de evaluación de pérdidas**

El objetivo del presente análisis no es otro que ilustrar la incidencia que tiene la falta de información confiable desde la fuente, tanto de tipo técnico como comercial, para realizar el cálculo correcto del agua no contabilizada de todos y cada uno de los sistemas de acueducto de AyA.

No pretendemos crear la idea equivocada que el modelo sea la causa de los problemas de pérdidas, más bien es el reflejo de las deficiencias que se presentan en las diferentes áreas funcionales de la operación técnica y comercial, que se reflejan en el índice de agua no contabilizada.

Tampoco existen suficientes elementos de juicio para generar un cálculo desagregado de las pérdidas por cada sistema o por agencia cantonal. Consideramos que esta herramienta debe ser adecuada a las nuevas posibilidades de captura y generación de información que estamos planteando a lo largo del informe.

De acuerdo con la forma como ha sido estructurado el modelo, hemos realizado el análisis a las fuentes que originan los datos que se consignan en las celdas que generan las cifras de pérdidas desagregadas. De esta manera, presentamos a continuación los hallazgos realizados al modelo en cada uno de sus componentes fundamentales.

#### 2.2.3.2.1 Pérdidas comerciales

- El modelo recoge el volumen de Pérdidas por subregistro en la hoja “Balance de Agua”, los siguientes ítems:
  - Pérdidas por subregistro

De acuerdo con el conjunto de valores suministrados, corresponde a la diferencia entre “Volumen real de consumo de usuarios con medidor funcionando” y “Volumen Facturado a usuarios con medidor funcionando” de la misma hoja. En el modelo, el primer valor es el resultado de multiplicar el “Volumen Facturado a usuarios con medidor funcionando” por el “Error Promedio en los micromedidores” de la misma hoja, el cuál está relacionado con el valor de “Error Ponderado” de la hoja “Medidores con Subregistro”.

Estas operaciones parten de la base de los siguientes estimativos:

- todos los meses se mantiene el error ponderado por subregistro en todas las regiones
- todos los usuarios de los diferentes tipos de uso y diferente tipo de hidrómetro consumen exactamente en la misma proporción durante todos los periodos
- el ajuste es aplicado a todos los usuarios sin excepción

El valor que presenta el modelo suministrado para ajustar el volumen por subregistro es 25.4%. Si la micromedición efectiva es cercana al 85%, en promedio, habría una sobre estimación del cálculo anterior del orden del 7%. Desde luego, todo el análisis realizado es hipotético, por que no está basado en el seguimiento real al consumo de los clientes con medidores nuevos o calibrados.

- El modelo recoge el volumen de Pérdidas por servicios sin medición en la hoja “Balance de Agua”, los siguientes ítems:
  - Pérdidas por usuarios sin medición

De acuerdo con el conjunto de valores suministrados, corresponde a la diferencia entre “Volumen real estimado de Consumo usuarios sin medición” y “Volumen Consumo Estimado a usuarios s/medidor” de la misma hoja. En el modelo, el primer valor es el resultado de sumar el valor mensual del “Volumen Consumo ESTIMADO por Servicio sin medidor”, de la hoja “Fact\_ Neta TOTAL”, el cuál a su vez es el resultado de multiplicar el valor de “Total Servicios sin Medidor” por el valor de “Consumo Promedio por Servicio Medido” del mismo mes de la misma hoja. El segundo valor corresponde al valor “Volumen FACTURADO Conexión med/ No Localizado” de la hoja “TOTAL Cons\_ Us\_ Parados\_”, el cuál es el resultado de multiplicar el “Total CONEXIONES c

/Medidor PROBLEMAS DE LECTURA” por el “Consumo FACTURADO a Conexión Con Problema de Lectura”, el cuál es un valor constante.

Estas operaciones parten de la base de los siguientes estimativos:

- todos los meses el consumo de los usuarios sin medidor es el mismo de los usuarios con medidor
- todos los usuarios de los diferentes tipos de uso y diferente tipo de hidrómetro consumen exactamente en la misma proporción durante todos los periodos
- el ajuste es aplicado a todos los usuarios sin medidor, sin excepción

Todo el análisis realizado es hipotético, por que no está basado en el seguimiento real al consumo de los clientes con medidores nuevos o calibrados que anteriormente tenían consumo facturado sin medición.

- El modelo recoge el volumen de Pérdidas por medidores parados en la hoja “Balance de Agua”, los siguientes ítems:
  - Perdidas por usuarios con medidor parado

De acuerdo con el conjunto de valores suministrados, corresponde a la diferencia entre “Volumen real estimado de Consumo usuarios con medidor parado” y “Volumen facturado a usuarios c/ medidor parado” de la misma hoja. En el modelo, el primer valor es el resultado de multiplicar el valor mensual del “Volumen Real Estimado de Consumo usuarios con medidor parado”, el cuál a su vez utiliza el valor de “Volumen real de consumo de usuarios con medidor funcionando”, explicado en el primer punto de pérdidas comerciales, por el “No. Servicios con Medidor Parado”, de la misma hoja. Estas operaciones parten de la base de los siguientes estimativos:

- todos los meses el consumo de los usuarios con medidor parado es el mismo de los usuarios con medidor
- el consumo utilizado es de los usuarios con medidor es el consumo que ya había sido corregido por subregistro
- todos los usuarios de los diferentes tipos de uso y diferente tipo de hidrómetro consumen exactamente en la misma proporción durante todos los periodos
- el ajuste es aplicado a todos los usuarios con medidor parado, sin excepción

Todo el análisis realizado es hipotético, por que no está basado en el seguimiento real al consumo de los clientes con medidores nuevos o calibrados que anteriormente tenían medidor parado.

- El modelo recoge el volumen de Pérdidas por medidores con problemas de lectura en la hoja “Balance de Agua”, los siguientes ítems:
  - Perdidas Usuarios con medidor CON PROBLEMAS DE LECTURA

De acuerdo con el conjunto de valores suministrados, este análisis también utiliza el valor de “Volumen real de consumo de usuarios con medidor funcionando”, explicado en el primer punto de

pérdidas comerciales, de la misma hoja. Estas operaciones parten de la base de los siguientes estimativos:

- todos los meses el consumo de los usuarios CON PROBLEMAS DE LECTURA es el mismo de los usuarios con medidor
- el consumo utilizado es de los usuarios con medidor es el consumo que ya había sido corregido por subregistro
- todos los usuarios de los diferentes tipos de uso y diferente tipo de hidrómetro consumen exactamente en la misma proporción durante todos los periodos
- el ajuste es aplicado a todos los usuarios CON PROBLEMAS DE LECTURA, sin excepción

Todo el análisis realizado es hipotético, por que no está basado en el seguimiento real al consumo de los clientes con medidores nuevos o calibrados que anteriormente tenían medidor con problemas de lectura.

- El modelo recoge el volumen de Pérdidas por servicios fraudulentos en la hoja "Balance de Agua", los siguientes ítems:
  - Perdidas Usuarios Clandestinos

De acuerdo con el conjunto de valores suministrados, este análisis también utiliza el valor de "Volumen real de consumo de usuarios con medidor funcionando", explicado en el primer punto de pérdidas comerciales, de la misma hoja, multiplicado por el "No. Servicios Clandestinos Estimados" que está relacionado con la cantidad de clientes facturados con y sin medición, estimando en un 2% los servicios clandestinos y, adicionalmente, multiplicando este resultado por 1.5. Estas operaciones parten de la base de los siguientes estimativos:

- todos los meses el consumo de los usuarios Usuarios Clandestinos es el mismo de los usuarios con medidor
- se conoce la proporción de usuarios clandestinos, pero se aplica una corrección constante del 50% a este valor
- el consumo utilizado es de los usuarios con medidor es el consumo que ya había sido corregido por subregistro
- todos los usuarios de los diferentes tipos de uso y diferente tipo de hidrómetro consumen exactamente en la misma proporción durante todos los periodos
- el ajuste es aplicado a todos los Usuarios Clandestinos, sin excepción

Todo el análisis realizado es hipotético, por que no está basado en el seguimiento real al consumo de los clientes con medidores nuevos o calibrados que anteriormente eran Usuarios Clandestinos.

- El modelo recoge el volumen de Pérdidas por ajustes en facturación por Cargos Varios en la hoja "Balance de Agua", los siguientes ítems:
  - Perdidas por Ajustes a Facturación por Cargos Varios de Oficio

De acuerdo con el conjunto de valores suministrados, este análisis también utiliza el valor de “Cargos Varios”, de la hoja “Total Ajustes Facturación”, que a su vez utiliza el valor “M3 Ajustados” de la hoja “Ajustes Fact\_”, que se obtiene de dividir el valor de los “CARGOS VARIOS TOTALES” por el costo unitario correspondiente del servicio de acueducto. Estas operaciones parten de la base de los siguientes estimativos:

- Todos los meses se ajusta el volumen facturado en forma indirecta, mediante la conversión de las cifras en colones a metros cúbicos,

Todo el análisis está basado en valores reales expresados en cifras monetarias, por que el sistema comercial no está programado para generar un reporte directamente en unidades de volumen. Las operaciones aritméticas para convertir las unidades pueden presentar errores en comparación con los valores consignados en la agenda respectiva de cada usuario.

### 2.2.3.2.2 Pérdidas técnico-operativas

- El modelo recoge el volumen de pérdidas en tanques de almacenamiento en la hoja “Balance de Agua”, los siguientes ítems:
  - Volumen Perdidas por Estanqueidad en tanques
  - Volumen de Perdidas por Rebalses en Tanques
  - Volumen Perdidas por consumo operacional en tanques

De acuerdo con el conjunto de valores suministrados, ningún valor fue consignado en la hoja relacionada “Pérdidas en Tanques”, por lo tanto, las celdas correspondientes que utilizan estos valores por defecto, también aparecen vacías.

A pesar de los dispositivos de control de admisión de agua en los tanques de almacenamiento en función del nivel de rebalse de agua, es posible que se presenten fallas en los dispositivos que únicamente pueden ser detectadas mediante inspección directa, especialmente en aquellos tanques que no cuentan con enlace al sistema SCADA.

De acuerdo con los antecedentes de gestión de operación y mantenimiento, estos valores no consignados deben ser considerados como valores inciertos o desconocidos, por que matemáticamente es incorrecto que se estimen los valores indefinidos como ceros.

Es posible que las regiones no diligencien estas celdas por que carecen de elementos de juicio para determinar el volumen de agua que se pierde por estos factores. Esto no debe ser considerado como un error, más bien parece que el modelo de evaluación no tiene la capacidad de valorar la fuente de información que provee los datos que se consignan en estas celdas. Por este concepto, el modelo no puede modificar los valores suministrados por regiones, a menos que se realicen auditorias especiales para validar o descartar estos datos.

- El modelo recoge el volumen de Perdidas Fugas en acometidas en la hoja “Balance de Agua”, los siguientes ítems:

- Perdidas Operativas Reparación Fugas

De acuerdo con el conjunto de valores suministrados, el modelo utiliza los volúmenes estimados por “Atención Emergencias” en rotura de tubo madre y “Reparación de Fugas (Acom.)” por fugas reportadas reparadas y fugas sin reparar, los cuales a su vez utilizan la cantidad de fugas, el número de días en promedio y un caudal unitario estimado por cada fuga de 0,055 lps.

Todo el análisis realizado es hipotético, por que está basado en el volumen de agua estimado de la fuga como una pérdida constante que no depende de la presión de servicio ni del diámetro de la acometida. Por otra parte, no tiene en cuenta la cantidad de agua involucrada por las actividades de cierre de válvulas en la red y otros conceptos derivados de la reparación de la tubería, en el caso de tubo madre.

- El modelo recoge el volumen de Perdidas en Fugas Visibles y No Visibles en la hoja “Balance de Agua”, los siguientes ítems:

- Perdidas en Fugas Visibles y No Visibles

De acuerdo con el conjunto de valores suministrados, el modelo estima que toda pérdida no contemplada en pérdidas comerciales y en pérdidas técnicas corresponde a fugas visibles y no visibles.

El concepto en sí es confuso, por que se supone que, en la práctica, toda fuga visible es detectada y reparada. Por lo tanto, este valor estaría contemplado en el ítem anterior y repetido en el presente cálculo.

El modelo de cálculo por si mismo tiene suficientes estimativos que se utilizan, inclusive hasta 2 veces en el mismo análisis, para determinar que los valores no incluidos en dichos estimativos debe ser estimado como fuga no visible.

- El modelo recoge el volumen de otras pérdidas operativas en la hoja “Balance de Agua”, del ítem:

- Otras Perdidas Operativas

De acuerdo con el conjunto de valores suministrados, ningún valor fue consignado en las celdas correspondientes a “Lavado-purga tuberías” de la hoja relacionada “Otras Perdidas Operacionales”, por lo tanto, la celda respectiva que utiliza estos valores por defecto, también aparece vacía.

Aplica la misma observación del punto “Pérdidas en Tanques”.

- El modelo recoge el volumen de pérdidas de Consumos especiales sin medición en la hoja “Balance de Agua”, del ítem:

- Otros consumos especiales sin medición (Parques+bomberos+fuentes públicas+donaciones, camiones cisternas, eventos especiales, etc)

De acuerdo con el conjunto de valores suministrados, ningún valor fue consignado en las celdas correspondientes a “Precarios, Bomberos, Lagos, Fuentes Ornamentales, Otros, Camiones Cisternas” de la hoja relacionada “Perdidas Especiales” y “Camiones Cisternas AyA, Eventos Especiales” de la hoja relacionada “Otras Perdidas Operacionales”, por lo tanto, la celda respectiva que utiliza estos valores por defecto, también aparece vacía.

Aplica la misma observación del punto “Pérdidas en Tanques”.

Basados en todo el análisis realizado al modelo de evaluación de pérdidas que se ha ilustrado en el presente informe, nos permitimos afirmar que el modelo no conduce a ninguna conclusión que pueda ser utilizada objetivamente en el cálculo desagregado de pérdidas por componentes y tampoco en el cálculo de pérdidas por zonas de operación.

Sería recomendable utilizar el método en periodos de análisis más prolongados para el seguimiento de algunas acciones comerciales que son tangibles y no están sujetas a la estimación intensiva de valores en la desagregación de las pérdidas por componente del actual modelo de evaluación.

### **2.2.3.3 Desagregación y zonificación del nivel de agua no contabilizada**

Al implementar institucionalmente el cálculo del nivel de agua no contabilizada implícitamente se da inicio a la fase de control de este indicador. AyA debe identificar su meta de reducción del IANC como un valor que hay que definir en términos de racionalidad económica, que se alcanza con el tiempo si se adoptan procedimientos apropiados para alcanzar niveles de eficiencia principalmente en las áreas operativa y comercial.

Para estructurar el programa de control y reducción de pérdidas, se requiere desagregar o descomponer el IANC vigente por causas técnicas y comerciales, entre las que se destacan por ser los más representativos: las fugas, los errores en medición, el consumo fraudulento de clientes legales, el consumo clandestino por conexiones ilegales y el consumo no facturado de clientes activos. De esta forma, es posible hacer un seguimiento a la efectividad de cada uno de los proyectos, tanto desde el punto de vista de la reducción del IANC, como de la racionalidad económica de las inversiones realizadas.

Como el volumen de pérdidas está diseminado a lo largo y ancho de los centros urbanos, inicialmente sus componentes pueden ser enumerados pero no medidos, por que es muy limitada la información para ordenar las causas en orden de importancia y mucho menos para formular proyectos cuyo costo o beneficio pueda ser presupuestado.

Para que la estrategia sea sostenible con el tiempo, deben conformarse zonas geográficas delimitadas operativamente controladas, desde el punto de vista técnico y comercial. Todo sistema de acueducto, inclusive los que opera AyA, están divididos en zonas de distribución en mayor o menor grado; cuanto más grande el tamaño de estas zonas disminuye el control de la operación.

El propósito principal es sincronizar la macromedición con las lecturas de micromedición en un número de días máximo considerado como admisible. De esta forma se puede desagregar el

cálculo del IANC al nivel de las zonas operativas que están definidas de acuerdo con la conformación del sistema de distribución.

Para garantizar la precisión de los resultados, desde el punto de vista técnico, se requiere que estas zonas sean aisladas e independientes y, desde el punto de vista comercial, se requiere ajustar las rutas y ciclos de lectura. De esta forma, en estas zonas operativas se controlan el suministro de caudales, las presiones de servicio, la macromedición y la micromedición.

También, se determinan y desagregan por causas o componentes técnicas y comerciales los índices de agua no contabilizada, para orientar la formulación de proyectos estructurados del programa de control y reducción de pérdidas.

A manera de ilustración, presentamos el caso de la región metropolitana: tiene alrededor de 28 fuentes de abastecimiento y 100 subdivisiones o zonas de distribución operativas y 968 rutas de lectura y unos 260.000 clientes. En función de la disponibilidad de macromedición, de los criterios de operación y la delimitación física de las zonas operativas, será posible desagregar gradualmente el IANC y desarrollar los proyectos específicos hasta alcanzar el nivel de las zonas de distribución existentes. Es decir, que el tamaño óptimo inicial de la entidad de zonificación es de unos 2.600 clientes por zona, de 97 rutas de lecturas por zona y del 1% del área total de servicio.

Debido a la baja cobertura de macromedición, especialmente en el sistema de distribución, la metodología de cálculo permite obtener el valor de IANC al nivel regional, con la salvedad que los períodos de producción no coinciden estrictamente con los ciclos de lectura.

#### **2.2.3.4 Acciones realizadas por AyA para cumplir con el convenio de la ARESEP**

- Por la celebración de un convenio, en el marco de la cooperación francesa, la empresa Société des Eaux de Marseille desarrollará para la implementación de un programa piloto en la zona de distribución de San Ana, a iniciarse en las próximas semanas, específicamente destinados al control y reducción de pérdidas, lo cual permitirá al AyA cumplir con el requisito siguiente de la ARESEP:

*Si se ejecutara algún proyecto piloto que sirviera como modelo para el conjunto de la institución, quedará obligada a presentar un informe que permita valorar los alcances de la experiencia. Si el plan de reducción de pérdidas fuera contratado con un tercero o fuera objeto de implementación mediante algún convenio de cooperación, nacional o extranjera, deberá presentarse el contrato respectivo. En todo caso, deberán quedar claramente definidas las metas de reducción a través del tiempo.”*

- La definición y elaboración de una metodología de cálculo para cuantificar las pérdidas, lo cual permite al AyA cumplir con el requisito siguiente de la ARESEP:

5. *“Diseñar, implementar, sistematizar y presentar los resultados de un sistema de control de gestión que abarque, al menos, los siguientes aspectos:*

a) *Por regiones.*

xxiv) Agua no contabilizada.

*El informe de control de gestión deberá elaborarse para períodos trimestrales y la información que contenga reflejará la gestión y los principales resultados de cada una de las regiones.”*

#### 2.2.3.4.1 Acciones en el aspecto técnico

- La iniciativa presentada por el Departamento de Operación de Acueducto de la Región Metropolitana sobre macromedición, el cual es una propuesta que se viene manejando y actualizando desde hace varios años, sin que se haya podido implementar efectivamente en forma completa.

*“Los criterios aplicados son principalmente de asegurarse en primer término de la macromedición de la producción y en segunda instancia determinar el consumo de agua en las principales zonas de operación o grupos de zonas de operación del acueducto, al menos en las que tengan un tamaño suficiente que lo amerite.”*

Lo cual permite al AyA cumplir con el requisito siguiente de la ARESEP:

23. “Cumplir con las siguientes metas, correspondientes a los indicadores de gestión de los servicios que brinda.

<b>METAS E INDICADORES PARA EL PERIODO 2004 Y 2005<sup>1</sup></b>		
<b>Operación y Mantenimiento</b>		
<b>INDICADOR</b>	<b>META 2004</b>	<b>META 2005</b>
<b>Macromedición (%)</b>		
<b>Área Metropolitana</b>	95%	>95%
<b>Regiones</b>	95%	>95%

- La iniciativa para la actualización del plan maestro de acueducto del área metropolitana sin lugar a dudas tiene que tomar en cuenta las experiencias que se están adquiriendo en materia de agua no contabilizada para incluirla, oportunamente, en los criterios técnicos de la convocatoria que piensan realizar a partir del año entrante.

#### 2.2.3.4.2 Acciones en el aspecto comercial

- La reactivación de la campaña de micromedición para disminuir los servicios fijos y aumentar el nivel de micromedición efectiva , lo cual permite al AyA cumplir con el requisito siguiente de la ARESEP:

24. “Cumplir con las siguientes metas, correspondientes a los indicadores de gestión de los servicios que brinda.

<b>METAS E INDICADORES PARA EL PERIODO 2004 Y 2005<sup>1</sup></b>		
<b>Operación y Mantenimiento</b>		
<b>INDICADOR</b>	<b>META 2004</b>	<b>META 2005</b>
<b>Micromedición (%)*</b>		
<b>Área Metropolitana</b>	95%	>95%
<b>Regiones</b>	95%	>95%

\*El indicador de micromedición (%) corresponde a la medición efectiva, es decir, que no considera los medidores inoperantes.”

#### 2.2.3.5 Otras acciones

Otras acciones han sido realizadas para el beneficio del control de pérdidas, aunque no necesariamente en el marco de las exigencias de la ARESEP, pero que han surgido como parte de la dinámica del desarrollo natural de las actividades de AyA.

- La creación del Departamento de Optimización adscrito a la Dirección de Agua Potable, el desarrollo e implementación de un modelo de Evaluación Operativo-Comercial de la gestión de las distintas cantonales del país, el desarrollo e implementación de un modelo de cálculo y desagregación de pérdidas a nivel nacional y las actividades de capacitación y divulgación a nivel de Directores, Jefes de Región y Jefaturas Cantorales.
- Se encuentra en trámite la aprobación de las Unidades de Optimización, estarían ubicadas directamente en las sedes regionales.
- La implementación de los módulos libro mayor (cuentas por cobrar, cuentas por pagar), activos, compras y almacenamiento, costos, la contabilidad y tesorería, del sistema de gestión empresarial SAP provee una plataforma sólida de tecnología de información para garantizar la seguridad y confiabilidad en la administración y procesamiento de los datos desde la fuente.
- La implementación de un sistema de costos de manera separada de la contabilidad con toda seguridad permitirá implementar instrumentos de planificación y control para medir el desempeño del programa de control de pérdidas.

## **2.2.4 Identificación de aspectos que han limitado el avance y logro de metas concretas para reducir las pérdidas.**

### **2.2.4.1 Aspecto Técnico**

La operación de los sistemas ha estado en cabeza de las direcciones regionales, pero algunas actividades inherentes a la infraestructura han permanecido, al menos sobre el papel, en dependencias del nivel nacional. Adicionalmente, aunque la operación está descentralizada, las direcciones regionales no tienen completa autonomía financiera para decidir sobre sus prioridades de inversión. Esta situación ha repercutido en que las regiones se han concentrado en solucionar el problema de suministro de agua potable por encima del control sobre la eficiencia, el cuál tampoco se ha llevado a cabo desde la sede central.

En el año 1979 la Unidad de Optimización de Sistemas elaboró el Manual D-4, "Optimización y Mantenimiento de Redes de Distribución", en el cuál se presentaba la organización, metodología empleada, equipos utilizados y costos de los programas y equipos utilizados para lograr una operación eficiente. En la actualidad no se hace utilización de esta guía y tampoco existe una versión actualizada de este documento, el cuál contenía los elementos para la implementación de un programa permanente de optimización de redes, entre ellos: el catastro de redes, el registro de caudales producidos y facturados, las fugas y su control, los sectores de medición y control, la investigación de sectores típicos de consumo, modelos matemáticos de redes, la extensión de redes, los equipos e instrumentos, el personal y su capacitación y los costos de ejecución.

En comparación con los sistemas de información y tecnologías de soporte de las áreas comercial y financiera, existe un gran desequilibrio en el área técnica. En adelante, se explica la influencia que tiene esta deficiencia en el desarrollo de las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto a cargo de AyA y las repercusiones en el nivel de agua no contabilizada.

#### **2.2.4.1.1 Macromedición**

##### **(a) Concepto**

La macromedición es el proceso mediante el cuál se obtienen, procesan, analizan y divulgan los datos de producción, conducción y distribución, relativos a caudales, presiones y niveles de los puntos significativos del sistema de acueducto. Como herramienta de control, la macromedición facilita la eficiente operación del sistema de acueducto, contribuye a determinar la distribución de caudales entre las diferentes zonas y sectores de la ciudad, permite la evaluación del comportamiento hidráulico ordinario de los componentes del sistema, tanto para la planeación como para el diseño de la zonificación operativa de la red de distribución. Las inversiones en macromedición tienen incidencia en el control de pérdidas tanto operativas como comerciales, puesto que la información capturada contribuye a desagregar las pérdidas por causas y a la consecuente formulación de proyectos de reducción por tipo de pérdidas, facilitando el seguimiento de las inversiones realizadas.

(b) *Políticas*

Actualmente AyA no tiene una política de macromedición perfectamente delineada.

No hay una macro medición permanente en los sistemas de abastecimiento y distribución de cada centro urbano del país.

No existe un inventario, en el nivel nacional, de los centros urbanos con macromedición permanente en abastecimiento, tampoco manejan indicadores para determinar la cantidad de agua distribuida o clientes servidos a través de zonas con macromedición. Por el contrario, en las direcciones regionales si disponen de información sobre las características y cobertura de macromedición.

Esto indica que el sistema nacional de información técnica desconoce las verdaderas necesidades de las regiones, encargados naturales de la operación.

En el nivel nacional, no existe ningún mecanismo de control o una dependencia encargada de supervisar y controlar la implementación de macromedición permanente; tampoco utilizan alguna norma técnica para el suministro, instalación, operación, mantenimiento y control de macromedición.

El rezago en la cobertura de macromedición es tan elevado que, aún contando con los recursos suficientes, llegar a implementarla en un nivel intermedio tomara tiempo. Se recomienda implementar el aumento de macromedición en forma gradual, a partir de cada sistema matriz con expansión hacia las zonas de distribución, empezando por el sistema de la región metropolitana y en sistemas críticos de otras regiones.

(c) *Cobertura*

De acuerdo con la investigación realizada, no hay consenso entre los funcionarios técnicos de los diversos niveles de AyA sobre la verdadera cobertura de macromedición, pues mientras en el nivel nacional manifiestan que está por encima del 95%, funcionarios del nivel regional piensan que es de un 70% y otros consideran que, aunque existe en alguna medida en producción, no es una macromedición real.

A nivel nacional, la medición de caudal no es permanente en las fuentes de producción y prácticamente es nula en los sistemas de distribución. Los operadores regionales cuentan con algunos dispositivos portátiles para mediciones puntuales.

La deficiencia en macromedición es de tal magnitud, como se presenta a continuación, que las limitaciones para el cálculo de IANC en el área metropolitana son las mismas que en las regiones. En este orden de ideas, se obtendría el mismo beneficio implementando macromedición en cualquiera de las direcciones regionales.

(d) *Tipos de instrumentos y precisión en las mediciones*

En AyA están utilizando diversos tipos de instrumentos para la medición de caudal: medidores manuales de nivel y dispositivos electrónicos, basados en la altura del agua sobre el vertedor de entrada de agua cruda a la planta potabilizadora, medidores portátiles ultrasónicos, dispositivos electrónicos de medición por presión diferencial tipo venturi y medidores electromagnéticos.

El análisis de los tipos de instrumentos utilizados nos permite presentar con mayor claridad las cifras de cobertura de macromedición de caudal.

De acuerdo con el “Informe de Producción Mensual por Fuente del 2006”<sup>8</sup>, de las 28 fuentes de producción de la región metropolitana, solamente 5 de ellas cuentan con medición continua de caudal, para una cobertura aproximada del 62% del caudal total de producción.

Sin embargo, en la visita realizada el día 19 de agosto a la planta de tres ríos, observamos que los operarios no tienen en cuenta los registros del dispositivo electrónico para medición continua de caudal instalado a la salida de la planta sino que utilizan el dispositivo para medición manual puntual de nivel sobre el vertedor. Esto indica que la cobertura de medición continua de producción se reduciría al 23%.

De las 21 fuentes sin medición continua de caudal, 12 de ellas realizan mediciones puntuales con los dispositivos manuales, para una cobertura aproximada del 51% del caudal total de producción.

En las 9 fuentes restantes sin medición continua de caudal realizan mediciones puntuales quincenales o mensuales, para una cobertura aproximada del 26% del caudal total de producción.

Esto significa que los datos de medición de caudal, que sustentan el valor del volumen producido para el cálculo de IANC, corresponden en un 77% a medición manual o puntual.

En el nivel nacional no realizan medición continua de presión, realizan algunas mediciones esporádicas de carácter puntual para resolver casos específicos. Tienen algunos equipos portátiles, pero no los aprovechan por falta de recursos de personal o vehículos para los desplazamientos. En el nivel nacional no tienen medición permanente de nivel de los tanques de almacenamiento en todas las regiones. En la región metropolitana no todos los tanques la tienen, pero tienen operarios que reportan el nivel puntual 2 o 3 veces al día.

#### (e) *Supervisión*

En un sistema de acueducto los objetivos del sistema “SCADA” (supervisión, control y adquisición de datos, por sus siglas en inglés) son: monitorear el sistema, obtener control del sistema y garantizar que alcance el nivel de desempeño requerido, reducir la intervención de operarios mediante automatización de la operación desde un sitio centralizado, almacenar datos del comportamiento del sistema para generación de reportes, suministrar información del desempeño del sistema y establecer manejo eficiente de los activos del sistema, establecer la operación eficiente del sistema minimizando la necesidad de visitas rutinarias a sitios alejados y reducir el consumo de energía de sistemas de bombeo mediante la optimización de la operación, suministrar un sistema de control para habilitar la implementación y aplicación efectiva de criterios de operación, establecer un sistema de alarmas para diagnosticar fallas desde un punto central e identificar la necesidad de cuadrillas de mantenimiento para reparaciones y evitar incidentes.

De acuerdo con la información suministrada por los funcionarios encargados de los departamentos de operación, esta tecnología está implementada incipiente y parcialmente en algunos componentes de sus sistemas de acueducto.

En la región metropolitana han tratado de concentrar el manejo de información en el centro de control de operación, pero a dicha instalación no llega ninguna información de medición de caudal o presión, no hay forma de hacer un balance de agua distribuida por gravedad y por bombeo, el

---

<sup>8</sup> División de Acueducto, Región Metropolitana, Sistema de Macromedición, Producción mensual por fuente 2006.

sistema matriz es operado según la información suministrada en su momento desde las fuentes de abastecimiento y por los niveles de los tanques de almacenamiento reportados parcialmente por medio del sistema.

En el nivel nacional tienen planes de implementar sistemas de supervisión y control de operación en línea o en el sistema matriz de los acueductos de AyA.

(f) *Registros y análisis*

La efectividad de la macromedición esta definida por el cumplimiento, bajo condiciones de eficiencia, de la recolección y recibo de datos, cálculos, procesamiento y almacenamiento de datos, disponibilidad, análisis y divulgación de la información.

Como resultado de la macromedición se deben generar informes de: suministro de agua por zona de distribución, caudales medidos en estructuras de control, caudales medidos en líneas matrices, caudales a la salida de las plantas o unidades de producción, caudales utilizados en procesos unitarios de potabilización.

Los registros de medición de caudales y presiones se utilizan para obtener información requerida por la simulación hidráulica del sistema y la determinación de fugas.

Los registros de caudales que entran y salen en una zona de distribución se utilizan para conocer el volumen de agua distribuido y así calcular el valor de IANC en esa zona en particular.

Los registros de medición de presiones se utilizan para calibrar los modelos de simulación hidráulica y la evaluación del servicio.

Los registros de caudal se utilizan para conocer el caudal mínimo nocturno, consumos nocturnos, fugas en la red y actualizar los factores de demanda.

En el nivel nacional utilizan la información reportada sobre macromedición para cumplir con las exigencias de la ARESEP sobre la presentación de los resultados del sistema de control de gestión. No existe un sistema de información técnica nacional para el análisis de los resultados de la operación.

Dependiendo del dispositivo de medición de caudal, en las regiones llevan registros horarios, diarios, quincenales o puntuales.

Básicamente, los utilizan para la determinación del volumen mensual de agua producida.

La carencia de macromedición no permite realizar las tareas mencionadas que son de utilidad permanente para la operación eficiente del sistema y el control de pérdidas.

(g) *Otras aplicaciones*

La macromedición puede tener un propósito de carácter comercial para controlar las actividades de lectura y facturación, en una zona hidráulica determinada. Por otro lado, puede ser utilizada para el cálculo de los volúmenes industriales o unidades separadas.

En las plantas de tratamiento pueden ser aprovechados para ajustar las formulas de calibración de las estructuras internas de medición, que se utilizan en el cálculo del volumen utilizado en los procesos de producción de agua potable.

El sistema de macromedición es esencialmente informativo, por esta razón es fundamental para realizar la operación balanceada del sistema matriz de distribución, necesitan información permanente para minimizar los costos y realizar la operación eficiente de los sistemas.

Existe la percepción que, en los acueductos a cargo de AyA, una porción muy importante del caudal es distribuido por bombeo, sin embargo, es imposible determinar con precisión cuál es el valor o la proporción real de agua bombeada.

#### 2.2.4.1.2 Infraestructura de redes y Zonificación

##### (a) *Concepto*

La zonificación es una estrategia de control y reducción de pérdidas técnicas y comerciales, que consiste en la delimitación de la red de acueducto en zonas de servicio homogéneas, aislados e independientes, en los cuales es posible macromedir los volúmenes suministrados, consolidar los volúmenes facturados, optimizar las condiciones de servicio, calcular el IANC, establecer las causas de las pérdidas y sus acciones de control, formular proyectos estructurados de control de pérdidas, priorizarlos y hacer seguimiento al comportamiento y a las inversiones de reducción.

Con base en las características de la red debe definirse el número aproximado de zonas que se desea obtener y el número ideal de usuarios por zona que se desea manejar en promedio.

Para este propósito se consideran tanto los costos de instrumentación de la red (macromedidores de caudal y dispositivos de presión fijos y temporales) como los rendimientos de la actividad de lectura de micromedidores y la periodicidad de la misma (mensual o bimestral). El objetivo debe ser sincronizar la macromedición y la lectura de micromedidores al nivel de zonas.

La zonificación se cumple en dos etapas: una primera etapa de planeamiento y otra etapa en la cuál se desarrolla el trabajo programado en obras civiles, accionamientos operativos, planes piezométricos y materialización completa de la zonificación.

Las entidades de zonificación se definen con base en los resultados de la macromodelación, considerando también la topología, la longitud total de la red de distribución y la posibilidad de suministro para cada tipo de entidad de zonificación.

La propuesta de zonificación se apoya en el conocimiento de la operación actual y la concepción futura del sistema, apoyado en la macromodelación de la red matriz y la premodelación de zonas hidráulicas.

Se identifican las fuentes de suministro, las zonas concernientes a plantas de tratamiento o tanques de almacenamiento y las zonas de presión que conforman las zonas naturales del sistema.

La materialización de la zonificación es progresiva, prácticamente permanente en el tiempo, a medida que se obtienen zonas homogéneas, es posible realizar progresivamente otra serie de subdivisiones.

En algunos casos será necesario acometer obras de optimización hidráulica de la red en el corto y mediano plazo, de manera que se haga posible la independizar el servicio entre subdivisiones.

Para cada sector se conforma un manual operativo con el esquema de funcionamiento hidráulico, información de caudales, presiones y consumos, puntos de aforo, planos de redes, actualización de la topología del modelo hidráulico, límites actualizados de las divisorias de servicio y detalles de esquinas actualizados.

Los planes maestros actualizados se encargan de verificar la existencia de zonas de distribución y realizan, por lo general, propuestas de zonificación a partir de las características físicas del sistema de redes.

*(b) Políticas*

No existe una política nacional del AyA para establecer zonificación hidráulica en cada centro urbano del país.

No existe en el nivel nacional un inventario sobre los centros urbanos que tienen zonificación hidráulica físicamente definida, tampoco manejan indicadores para determinar la cantidad de agua distribuida o clientes servidos a través de zonas de distribución físicamente definidas. Por el contrario, en las direcciones regionales si disponen de información sobre las características y cobertura de la zonificación.

No existe una política nacional para realizar actualización del plan maestro en cada centro urbano del país.

No existe en el nivel nacional un inventario sobre los centros urbanos que tienen planes maestros actualizados, tampoco manejan indicadores que reflejen la cantidad de agua distribuida o clientes servidos en centros urbanos con planes maestros actualizados.

En el nivel nacional no existen mecanismos formales para supervisar y controlar la implementación de los planes maestros. Tampoco existe una norma para cumplir con este propósito.

*(c) Cobertura*

En el nivel nacional desconocen el grado de cobertura de zonificación en las regiones, excepto el de la región metropolitana.

De acuerdo con el documento “Sinopsis del Acueducto Metropolitano”, éste se creó a partir de la integración de los sistemas de agua potable de las municipalidades de las cabeceras de los cantones de San José, Desamparados, Alajuelita, Escazú, Curridabat, Montes de Oca, Goicoechea, Moravia, Vásquez de Coronado y Tibás.

Los mapas de la zonificación suministrados indican que el sistema de distribución se divide en 100 zonas de diversos tamaños, que están diferenciadas en zonas de presión y zonas de abastecimiento.

La zona de presión está definida mínimo por un tanque de almacenamiento, las zonas de abastecimiento están delimitadas pero no tienen un tanque como punto de suministro.

La información recibida pero no validada indica que no existen interconexiones entre las zonas de distribución.

La gran cantidad de zonas de distribución y la cobertura nula de macromedición en el sistema de distribución hacen imposible garantizar el cumplimiento de todas las actividades descritas con claridad en la parte conceptual de este punto y, por lo tanto, impiden alcanzar cualquier meta en los asuntos operativos, comerciales y de control y reducción de pérdidas que han sido mencionados.

Debido a que es imposible pasar de un nivel bajo o nulo de macromedición permanente al de cobertura total, es necesario implementarla de manera escalonada desde los sistemas de abastecimiento hasta llegar al nivel de las zonas de distribución de agua potable.

Para ello, se requiere de un conocimiento preciso de la infraestructura operativa, la cuál normalmente debería estar consignada en los catastros actualizados de redes de los sistemas, para garantizar que no existen interconexiones en la red matriz y entre zonas de distribución y conocer la ubicación exacta de válvulas y accesorios.

#### 2.2.4.1.3 Catastro de redes y Modelos de simulación

##### (a) *Concepto*

Sobre los registros de las redes el Manual D-4 de 1979 estableció: “2.1 Generalidades sobre planos: Los planos actualizados de las redes, y en continuo proceso de actualización constituyen la base para una buena operación, para el mantenimiento preventivo de las mismas, para establecer los programas de medición, mejoras, extensiones y de control y localización de fugas. Esta actualización se refiere a ubicación de las tuberías y válvulas y otros accesorios. En los mismos se registrarán: material, diámetros nominales y exteriores, clase, fechas de instalación y cualquier otro detalle del sistema...2.2.1 Planos del Sistema: Para una visualización completa de un sistema determinado es necesaria la confección de un plano general que lo abarque en un todo. Este será un plano único que abarcará las fuentes, conducciones, pozos, plantas de tratamiento, tanques y redes de distribución con las delimitaciones de las zonas....2.4 Detalles de esquinas y estructuras: ...y en los mismos se referencian las válvulas, accesorios e interconexiones a estructuras fijas y permanentes como postes de alumbrado, tragantes, esquinas de aceras, cercas, árboles, etc., e incluirán los detalles de las tuberías y figuras de interconexión debidamente localizadas....2.6 Información de trabajos ejecutados: Por cuanto cada vez que se repara una fuga, se instala un nuevo servicio o se ejecuta una interconexión se descubre el tubo principal, no debe dejarse pasar esta oportunidad para obtener una serie de datos de gran utilidad para la actualización de los registros. Para esto, el capataz, en cada trabajo que ejecuta debe llenar la hoja “Croquis para actualización y estadística”, que con muy buenos resultados se ha implantado en el Acueducto Metropolitano de San José...Esta hoja la entregará el capataz diariamente junto con el reporte “Orden de trabajo para cuadrillas”. Como su nombre lo indica, esta hoja tiene dos finalidades: mediante el croquis de tubería y accesorios se actualizan los planos y del resto de la información se obtiene una serie de datos muy valiosos como estado de las tuberías, fugas más frecuentes, diámetros exteriores, etc., datos que se irán anotando en los planos de detalle para actualizarlos.”

Un modelo de distribución de agua es una descripción matemática de un sistema en la vida real<sup>9</sup>. Antes de construir un modelo, es necesario obtener la descripción de la red.

Hay muchas fuentes potenciales para la obtención de los datos requeridos para generar un modelo de distribución de agua, y la disponibilidad de estas fuentes varía dramáticamente de un operador a otro.

Los mapas del sistema son típicamente los documentos más utilizados para adquirir la comprensión total de un sistema de distribución de agua por que ellos ilustran una gran variedad de características valiosas del sistema. Los mapas del sistema incluyen información como: alineamiento de la tubería, conectividad, material, diámetro, la localización de otros componentes del sistema, tales como tanques y válvulas, límites de zonas de presión, elevaciones y notas varias o referencias de las características de los tanques.

Muchos operadores desarrollan mapas de construcción o mapas record con el propósito de documentar el sistema exactamente como fue construido. En algunos casos, notas del inspector pueden ser utilizados como una forma complementaria de documentación. Los planos de construcción pueden ser especialmente útiles en áreas donde se requiere de un nivel de precisión importante de la longitud de la tubería, tipos de unión y localización, elevaciones, etc.

Muchos operadores de sistemas de distribución tienen alguna representación electrónica de sus sistemas en formatos que pueden variar desde una base de datos no gráfica, a un dibujo CAD o a un Sistema de Información Geográfica (SIG) que combina graficas y datos.

La construcción de un modelo implica el desarrollo de modelos separados de simulación matemática de la red matriz y de cada zona aplicando software especializado.

La modelación de la red matriz involucra la construcción y calibración del macro modelo matemático que corresponde a la infraestructura principal de transporte de todo el sistema de distribución.

La construcción de los modelos recoge información actualizada de características de la red, topología, diámetros y materiales, de condiciones operativas de las entidades de zonificación, según el estado de sus elementos componentes tales como tanques, válvulas, estaciones de bombeo, de control de presiones, de patrones de demanda (histórica o proyectada) que determinan el comportamiento de la red de distribución.

Para verificar los resultados de la simulación se captura información de campo relativa a caudales y presiones en puntos críticos y se contrastan sus resultados con los de la modelación preliminar.

La calibración del modelo corresponde al proceso de ajuste de las características de la red, las condiciones operativas y distribución de la demanda, hasta reproducir adecuadamente las condiciones reales de operación y ajustar los resultados teóricos del modelo con los resultados de campo con una precisión definida.

La demanda unitaria de agua y el suministro por zona pueden ser obtenidos de la información de volúmenes facturados y de los reportes de las campañas de medición por sectores o bien a las

---

<sup>9</sup> Advanced Water Distribution Modeling and Management, First Edition, Haestad, Walski, Chase, Savic, Grayman, Beckwith & Koelle, 2003.

salidas de los tanques de almacenamiento de las plantas de producción y/o de los tanques que alimentan la red de distribución.

A partir de la información horaria de caudales macromedidos se construyen las curvas de operación de cada sector.

(b) *Políticas*

De acuerdo con las investigaciones realizadas, en diversos niveles y departamentos asociados a las actividades técnicas de planeación y operación del servicio, históricamente no han existido políticas nacionales del AyA para la implementación y fortalecimiento del catastro de redes, tampoco hay claridad sobre cuáles son las oficinas responsables de la ejecución, supervisión y control de actualización de esta actividad.

Tampoco existe una política nacional para utilizar los catastros de redes en modelos de simulación hidráulica.

No todos los funcionarios responsables de la parte técnica conocen o aplican alguna norma sobre este particular, sin embargo, algunos de ellos saben que en AyA se ceñían por el Manual D-4, el cuál contemplaba instrucciones precisas para llevar un registro adecuado de las redes.

Es notoria la falta de un sistema de información nacional de la información técnica.

(c) *Cobertura*

No existe un inventario en el orden nacional sobre los centros urbanos que tienen un catastro de redes actualizado, en realidad ninguno de los sistemas operados por AyA tiene un catastro de redes actualizado.

En el nivel nacional, el área técnica no cuenta con un registro consolidado y actualizado de longitud de redes clasificadas por diámetro y material de las tuberías; en el nivel regional, si cuentan con estos registros, pero con las restricciones que han sido mencionadas.

Inclusive, esta información no actualizada es la base del sistema de valoración de activos, el cuál incorpora nuevas construcciones pero no desde el catastro de redes y tampoco excluye la red que ha sido sujeta a reposición.

En las regiones tienen planos de redes muy antiguos, algunos de ellos del año 1975, los más recientes fueron elaborados hace más de cinco años, sobre esta información han venido incorporando manualmente algunos datos, pero realmente no se tiene certeza sobre el grado de actualización.

En el nivel regional son los más interesados en tener los planes maestros actualizados pero, no tienen autonomía para contratarlos, consideran que esta función está a cargo del Departamento de Desarrollo Físico.

En el documento de reestructuración 2004-2005 no hay claridad sobre la dependencia encargada del mantenimiento de los catastros.

Anteriormente, la Unidad de Optimización de Sistemas ubicada en la Dirección de Estudios y Proyectos tenía un liderazgo reconocido en esta materia, más recientemente es el Departamento de Desarrollo Físico de la misma dirección la oficina reconocida por realizar este tipo de labores.

Todo indica que la dependencia idónea para cumplir con estas tareas es el área de operación y mantenimiento de cada dirección regional, pero allí carecen del recurso humano para encargarse de estas funciones. En las regiones no tienen personal ni existe la cultura para elaborar detalles de esquina cada vez que realizan reparaciones o actividades de mantenimiento.

Esto significa que la información de la infraestructura de redes, no está suficientemente actualizado para iniciar actividades de macromedición a gran escala o modelación de redes y tampoco otras actividades complementarias del programa de reducción de pérdidas.

Para subsanar esta enorme deficiencia, será necesario acudir a los encargados de la operación de los sistemas.

#### 2.2.4.1.4 Criterios de operación y mantenimiento

##### (a) *Concepto*

Los modelos matemáticos pueden ser utilizados para solucionar problemas en progreso, analizar propuestas de cambios operacionales, y prepararse para eventos inusuales. Al comparar los resultados del modelo con las operaciones en campo, el operador puede determinar las causas de los problemas en el sistema y formular soluciones que funcionarán correctamente desde el principio, en lugar de acudir a cambios por ensayo y error en el sistema existente.

Realizar mediciones físicas de parámetros tales como el flujo de agua o la presión de salida en un hidrante puede resultar muy complicado. Sin embargo, utilizando un modelo es relativamente sencillo analizar diversos tipos de cambios operacionales y hacer planes para eventos futuros.

Los operadores pueden obtener información de campo del sistema, incluyendo presiones, niveles de los tanques de almacenamiento y caudales. La solución de problemas operacionales involucra el uso integrado de estos datos de campo con resultados de la simulación. Algunos de los tipos de datos más utilizados son pruebas de flujo en hidrantes, registros de presión y datos recolectados por el sistema SCADA.

Asumiendo que el modelo está bien calibrado, las diferencias entre los datos de campo y los resultados del modelo pueden indicar problemas en el sistema y puede suministrar claves sobre la forma como puede resolverlos. Estos problemas pueden ser válvulas cerradas, golpe de ariete y bombas funcionando incorrectamente.

Los modelos también pueden ser utilizados para el entrenamiento de operadores. Es mucho menos costoso tener un operador que comete errores con el modelo que en el sistema real. Adicionalmente, los operadores pueden determinar como manejar situaciones como una falla catastrófica en tuberías o casos de incendios antes de que ocurran.

Situaciones inusuales que ocurren en un sistema real a menudo le dan al operador la oportunidad de calibraciones posteriores del modelo de acuerdo en condiciones que los operadores no desearían repetir debido a su abrupta e indeseada influencia en el sistema. Cuando estos eventos

ocurren, es necesario tener tanta información como sea posible de presiones, flujos del sistema, quejas de los clientes, elevaciones de los tanques, estados de operación, etc.

Entre las acciones que pueden ser utilizadas para simular algunos problemas de operación, sobre la base que se dispone de un modelo calibrado, se encuentran: soluciones a problemas comunes de operación, preparación para eventos especiales, calcular la eficiencia de energía, desagüe de la red, mediciones, investigaciones de calidad de agua, impacto de las operaciones en la calidad del agua.

Entre los problemas más frecuentes que se pueden analizar con los modelos están: problemas de baja presión, problemas de bajo caudal en casos de incendio, ajuste de los límites de zonas de presión, salida de operación de tanques de almacenamiento, cierre temporal o parcial de una porción del sistema, fallas de energía, consumo de energía, desagüe en el sistema de distribución, selección de macromedidores de flujo, modelos de investigación de contaminación del sistema, control de fugas y conservación del nivel adecuado de desinfectante en la red.

Las fugas en los sistemas de distribución de agua potable se agrupan en dos tipos: fugas visibles y fugas no visibles. Las fugas visibles se caracterizan por una falla súbita de la tubería, pueden ser reportadas o no reportadas. Las fugas no visibles se caracterizan por un flujo constante de agua a través de las uniones o aquellas que son perforadas por el flujo a causa del estado de la tubería.

La cantidad de agua de la fuga en el sistema de distribución está directamente relacionada con la presión del sistema, por lo tanto, reducir la presión durante horas de bajo consumo puede reducir la cantidad de agua perdida. La reducción de presiones se logra mediante la operación de válvulas.

Adicional al manejo de presiones en el sistema, el control activo de presión involucra la desagregación de grandes redes en áreas más pequeñas que pueden ser más fácilmente monitoreadas.

Las auditorías de agua, realizan la contabilización detallada de flujos de agua de entrada y salida en porciones del sistema de distribución, son utilizadas para identificar áreas de que tienen fugas excesivas. Las auditorías de agua no proveen información específica de la ubicación de las fugas.

Los modelos pueden ser utilizados para la reducción de fugas mediante el análisis del efecto que tienen la desagregación de la red en zonas más pequeñas o el ajuste de las válvulas de control sobre el flujo y la presión del sistema.

*(b) Políticas*

No existe una política nacional del AyA para establecer planes anuales o multianuales de suministro de agua en cada uno de los centros urbanos.

No realizan planeación de la operación a partir de la información hidrológica.

No existe una política en el nivel nacional para establecer la utilización de instrumentación en línea durante la operación de abastecimiento y distribución en cada uno de los centros urbanos.

No existe una política en el nivel nacional para establecer la utilización de análisis de consumo histórico de agua para el plan anual o multianual de operación de acueducto en cada uno de los centros urbanos.

No existe una política en el nivel nacional para establecer la utilización curvas típicas de producción de agua que reflejen horas y días de máximo consumo y consumo mínimo nocturno en cada uno de los centros urbanos.

En el nivel nacional únicamente realizan control de la planeación de la operación para el período seco, en el mes de diciembre solicitan a las regiones un estimativo de los racionamientos que van a realizar y una proyección del nivel de servicio.

Los sistemas de supervisión, control y captura de datos (SCADA) funcionan parcialmente, en algunos casos en forma aislada, están orientados más para monitorear que para controlar los componentes del sistema.

La falta de políticas para la planificación técnica de la operación de los sistemas de abastecimiento y distribución es coherente con el rezago de macromedición, catastro de redes, instrumentación, modelación y optimización de la operación.

Si bien los funcionarios responsables de la operación de los sistemas agregados o sistemas matrices tienen muy buena experiencia y aplican todo su conocimiento para mantener el servicio en condiciones estables, carecen de las herramientas necesarias para realizar la operación de una forma técnica basada en información precisa, por lo tanto, no planifican la operación del servicio.

Por esta razón, en algunos casos, la operación es muy empírica, en otros casos críticos utilizan criterios de corto plazo o rutinas establecidas en función de la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento.

Aunque aplican criterios de operación, no los tienen documentados en planes o manuales de operación.

Nuevamente, se identifica la necesidad de realizar un plan escalonado para cubrir estas deficiencias de información.

(c) *Cobertura*

En este punto mencionamos específicamente el caso de la región metropolitana por que tiene un sistema de información integrado en el centro de control de operación.

En el área metropolitana el déficit de agua potable es histórico<sup>10</sup>, con un breve lapso de cinco años prácticamente siempre ha sido inferior la oferta a la demanda.

En esta región, tienen un modelo a nivel de fuentes, tanques de almacenamiento y tuberías de conducción del sistema matriz, pero la falta de registros continuos de macromedición, inclusive en los puntos de distribución, no permite su calibración e impide realizar actividades de simulación para programar oportunamente la operación y el mantenimiento del sistema.

No utilizan el análisis de consumo facturado en la planificación de la operación, en algunos casos consideran que la información no es confiable por los elevados niveles de subfacturación.

---

<sup>10</sup> Sinopsis del acueducto metropolitano, revisión Agosto de 2007.

No elaboran curvas de sectores típicos de consumo ni medición de consumo nocturno, por lo general, el caudal de producción nocturno es el mismo que el caudal diurno, excepto en las regulaciones automáticas de las estaciones de bombeo.

Las fuentes de suministro superficial son utilizadas en su máxima capacidad la mayor parte del tiempo, únicamente salen del servicio por problemas de calidad de agua, como sucede con la fuente de Orosi que se trata en la planta Tres Ríos, habilitando en su lugar otras fuentes subterráneas, aumentando el costo de distribución por el elevado consumo de energía.

(d) *Supervisión e Instrumentación*

Aunque aplican criterios no tienen documentado un manual de operación.

Para el operador del sistema SCADA del centro de control de operación el valor de flujo de agua desde los sistemas de abastecimiento y en todo el sistema de distribución es completamente incierto.

Los datos que se reciben en este sitio son parciales, incompletos e inoportunos para realizar la aplicación de los criterios de operación. No incluye ninguna opción sobre las fuentes de producción, con capacidades muy limitadas sobre los tanques de almacenamiento, válvulas y estaciones de bombeo. Tampoco tienen acceso completo a la intervención sobre los pocos elementos del sistema que pueden ser operados desde allí. Inclusive, el ingeniero jefe de operación tiene perfil de usuario para accionar y controlar la operación cuando así lo considere necesario.

Tienen un modelo del sistema matriz pero está subutilizado por que no disponen de datos para realizar ningún tipo de análisis confiable.

No hay planes específicos de transferencia de conocimientos ni de relevo generacional escalonado, a pesar que el personal profesional y técnico puede tener más de 20 o 30 años de servicio.

(e) *Registros y análisis*

Tienen registros diarios de operación de todas las plantas de potabilización, no los llevan en frecuencia horaria por que no hay variaciones significativas a lo largo del día a menos que sea por condiciones externas al sistema de distribución. Registros de producción se toman con una frecuencia horaria y en algunos casos con una frecuencia diaria.

Tratan de bajar presiones en aquellos sitios donde estiman que el nivel de agua no contabilizada es muy alto.

Aunque no llevan un inventario tienen alrededor de 300 válvulas, entre reductoras y sostenedoras de presión en redes principales y secundarias.

Los registros de operación más completos corresponden a los niveles de los tanques de almacenamiento integrados al sistema SCADA donde, por lo general, los datos se reciben cada 14 minutos.

Aún en el centro de control de operación reciben datos verbales que, aunque son anotados en la bitácora, no son incorporados automáticamente a los libros de registro de operación.



Llevar registros de las reparaciones y mantenimientos en los boletines de suspensión, pero no los utilizan con fines estadísticos, no estiman la cantidad de clientes afectados o la cantidad de agua involucrada. Básicamente, los registros son utilizados para verificar el tiempo de respuesta de atención de daños.

Según la información verbal recibida, el tiempo de respuesta en la reparación de daños ha disminuido, pero no existen evidencias de los beneficios representados en cantidad de agua por falta de macromedición.

Definitivamente, existe un enorme rezago en instrumentación y equipos, que deberían proveer la información necesaria para adoptar y actualizar los criterios para la operación eficiente de los sistemas de abastecimiento y distribución y su mantenimiento, con mayor razón cuando se trata de sistemas con déficit de oferta de agua y que en gran proporción requieren sistemas de bombeo y elevado consumo de energía.

En resumen, en cada uno de los temas analizados del aspecto técnico encontramos todo de tipo de factores que limitan el logro de metas en el control y reducción de pérdidas.

Factores asociados a la falta de políticas y, de mecanismos de supervisión y control, de carencia de información técnica histórica, de deficiencia en equipos, instrumentos y tecnología, de sistemas de información agregada, entre otros.

## 2.2.4.2 Aspecto Comercial

### 2.2.4.2.1 Micromedición

#### (a) *Concepto*

El consumo o uso de agua, también conocido como demanda de agua, es la fuerza motriz detrás de la dinámica hidráulica que ocurre en los sistemas de distribución. En cualquier lugar que el agua abandone el sistema de distribución representa un punto de consumo, incluyendo conexiones de los clientes, una fuga en una tubería o un hidrante abierto.

La micromedición se necesita para poder realizar el balance de agua del sistema de acueducto, entre los volúmenes producidos y facturados.

Para conocer la demanda por concepto del consumo de agua de cada uno de los clientes se debe instalar un dispositivo de medición de acuerdo con las características propias de la naturaleza de su consumo.

Cada cliente registrado en la base de datos del sistema comercial debe tener un dispositivo de medición de consumo con identificación individual. Por su parte, el sistema comercial debe identificar y reportar aquellos medidores que han cumplido su vida útil o están próximos a cumplirla para proceder a su reposición.

Por definición, el ente operador debe mantener en un alto porcentaje funcionando en un nivel óptimo los medidores de consumo ya que, de esta forma, el sistema comercial puede proceder a realizar el proceso de facturación y hacer la evaluación periódica del balance del sistema de distribución de agua.

La ARESEP puso en consulta la “Norma Técnica: Operación de Hidrómetros para el Servicio de Acueducto (AR-OH)”<sup>11</sup>, en el mes de Marzo de 2006. En esta propuesta de Norma Técnica se destaca lo siguiente:

El “Artículo 1: Definiciones. Para efectos de esta Norma Técnica se entenderá por: ...

Abonado: Persona física o jurídica a cuyo nombre aparece registrado el servicio de agua potable...

Consumo medido de agua potable: cantidad de agua que es registrada por el hidrómetro en la conexión entre la red de distribución de un acueducto y la red interna del abonado. Generalmente se expresa en metros cúbicos por mes....

Hidrómetro -medidor para agua potable-: Dispositivo o instrumento para la medición continua del volumen que lo atraviesa sin aporte externo de energía. Podrá utilizarse energía externa para la transmisión de datos....

Micromedición, sistema de micromedición, sistema de medición, medición de los consumos: Es el conjunto de acciones que permiten conocer sistemáticamente el volumen de agua consumido por los usuarios, lo que garantiza que el consumo se realice dentro de los patrones establecidos y que el cobro por los servicios prestados sea ajustado al consumo real y a la tarifa aprobada. Se aplica a todas las categorías de usuarios y comprende las actividades permanentes de selección, adquisición, instalación, lectura y mantenimiento de los hidrómetros y de su sistema de protección: cajas de protección y mecanismos de control....

Prestador del servicio, Prestador: Sujeto de derecho público o privado, autorizado para prestar el servicio de agua potable por ley, concesión o permiso, sujeto a regulación por parte de la Autoridad Regulatoria.

Reglamento Sectorial: El Reglamento Sectorial para la Regulación de los Servicios de Acueducto y Alcantarillado Sanitario, emitido mediante Decreto Ejecutivo 30413-MP-MINAE-S-MEIC.

Titular del servicio: Organismo propietario de las instalaciones del servicio de agua potable y responsable de la prestación del servicio....”

Usuario: Persona física o jurídica que recibe el servicio de agua potable brindado por un prestador.

Según el “Artículo 2: Propósito. El propósito de esta Norma Técnica es:

---

<sup>11</sup>Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), Dirección de Servicios de Aguas y Ambiente (DIAA), Normativa Técnica: Operación de Hidrómetros para el Servicio de Acueducto (AR-OH), Marzo de 2006.”

- a. Establecer las especificaciones técnicas mínimas aceptables para los hidrómetros, su dimensionamiento, ubicación, instalación, protección y adquisición.
- b. Definir y describir las condiciones técnicas bajo las cuales se desarrollará la actividad de la medición y registro de los consumos de agua potable.
- c. Establecer las condiciones técnicas para las pruebas o ensayos, calibración y mantenimiento de los hidrómetros.
- d. Establecer las condiciones técnicas para los registros de la actividad, y
- e. Establecer los criterios de regulación de los sistemas de medición.

Por su parte, el “Artículo 3: Obligatoriedad de Aplicación de esta Norma Técnica. Esta Norma Técnica será de acatamiento obligatorio para todos los prestadores del servicio regulados por la Autoridad Reguladora. Los prestadores no podrán reinstalar a sus abonados hidrómetros, sin antes verificar que cumple con esta Norma Técnica, salvo los que se retiren de operación por corte del servicio.”

El “Artículo 4: Sistema de medición. El sistema de medición está compuesto por el hidrómetro, los elementos de protección y el conjunto de mecanismos de control o válvulas necesarias para la operación y el mantenimiento; y la transmisión de datos.”

El “Artículo 5: Propiedad del Sistema de Medición. El sistema de medición es propiedad del titular del servicio, su operación y mantenimiento es del prestador.”

El “Artículo 6: Mantenimiento del Sistema de Medición. Los prestadores del servicio están obligados a mantener en buen estado de funcionamiento todos los componentes del sistema de medición, garantizando en forma permanente la exactitud, continuidad del registro y seguridad de la instalación.”

El Artículo 7: Certificación del hidrómetro. Todos los hidrómetros que instale el prestador, independientemente de su capacidad, deben ser certificados por un Laboratorio –Taller acreditado.

El “Artículo 8: Certificación de Calidad de los Hidrómetros. Los prestadores del servicio en los procesos de adquisición de hidrómetros, deben documentar en las ofertas y verificar que:

- a. Los hidrómetros nuevos que adquieran cumplan con una certificación de calidad de la marca, según la Norma Internacional ISO-4064-1.
- b. Dicha certificación emitida por un ente competente tanto técnica como legalmente.
- c. El fabricante cuente con una certificación de aseguramiento de la calidad, ISO-9000.”

El “Artículo 9: Documentación de la Certificación de Calidad. El prestador debe documentar en el expediente de la contratación, la certificación de calidad de los hidrómetros, con la información siguiente: nombre del fabricante, dirección física, teléfonos y dirección electrónica, modelos de hidrómetros adquiridos, cobertura (modelos) y vigencia de la certificación del fabricante, nombre del organismo certificador, país de origen y organismo de registro.”

El “Artículo 10: Especificaciones Técnicas. Las especificaciones que preparen los prestadores para la adquisición de hidrómetros, deberán cumplir con las características mínimas establecidas en esta Norma Técnica.”

El "Artículo 11: Elaboración de Expediente. Para cada uno de los procesos de adquisición de hidrómetros, los prestadores deben constituir un expediente en el cual se archivará la documentación técnica, administrativa y legal, en forma impresa o digital, relacionada con el proceso. Dicha información deberá estar a disposición de la Autoridad Reguladora para cuando la requiera."

El "Artículo 12: Muestra para Pruebas o Ensayos a Hidrómetros Nuevos. El prestador en los procesos de adquisición de hidrómetros, con el fin de verificar que los adquiridos satisfacen lo establecido en esta Norma Técnica; debe someter una muestra de hidrómetros, del tamaño que se indica en la tabla siguiente, al programa de pruebas o ensayos que se establece en el Capítulo XII de este documento:

El "Artículo 13: Responsabilidad sobre la Selección del Hidrómetro. El prestador es responsable de seleccionar el hidrómetro adecuado por ser instalado en la conexión que suministra el servicio, garantizando que el mismo posea las características técnicas requeridas para operar eficientemente en las condiciones de abastecimiento y de consumo de la conexión."

El "Artículo 14. Criterios de Selección del Hidrómetro. En la selección del hidrómetro por instalar, el prestador del servicio debe garantizar:

- a. El cumplimiento de las características técnicas mínimas establecidas en esta Norma Técnica.
- b. Que fue fabricado para soportar las presiones máximas de operación que se presentan en el sector del sistema de distribución donde se encuentra el servicio.
- c. Que es adecuado para operar con las características de calidad del agua que se suministra, y
- d. Que no provoca una pérdida de carga o presión que limite el consumo en el inmueble que se abastece con la conexión."

El "Artículo 15. Condiciones de Ubicación del Hidrómetro. El prestador es responsable de seleccionar la ubicación donde se instalará el hidrómetro en la conexión, asegurando:

- a. Una lectura fácil, confiable y segura.
- b. La ejecución de las actividades de mantenimiento y de instalación del hidrómetro.
- c. Las acciones de corte y reconexión del servicio.
- d. El libre tránsito y la seguridad de las personas y vehículos.
- e. La protección del hidrómetro."

El "Artículo 16: Ubicación del Hidrómetro, Respecto al Límite de Propiedad. El prestador es responsable de garantizar que el hidrómetro siempre se instale en el límite o hacia afuera del límite de la propiedad donde se encuentra ubicado el inmueble que demanda el servicio.

Únicamente se permitirán excepciones en los casos de hidrómetros de altos consumos que por su tamaño no permitan la instalación fuera de la propiedad."

El "Artículo 17: Instalación del Hidrómetro. El prestador del servicio debe asegurar que la instalación del hidrómetro satisfaga las condiciones establecidas en la Norma Internacional ISO-4064-2."

El "Artículo 18: Mantenimiento del hidrómetro. El prestador del servicio está obligado a brindar el mantenimiento requerido a cada hidrómetro instalado, dirigido a lograr que:

- a. Funcionen dentro de la precisión establecida en esta Norma Técnica.
- b. Puedan ser leídos oportunamente.

c. No afecten la presión mínima de servicio.”

El “Artículo 19: Programa de Mantenimiento. Con el fin de garantizar la exactitud de la medición, el prestador debe elaborar e implementar un programa anual de mantenimiento correctivo y preventivo del sistema de micromedición, en consonancia con el Reglamento Sectorial. “

El “Artículo 20. Remisión de Programa de Mantenimiento. En el cuarto trimestre de cada año, los operadores del servicio deben remitir a la Autoridad Reguladora, el programa de mantenimiento preventivo y correctivo de su sistema de medición del año siguiente; y en el primer trimestre del siguiente, los resultados del programa ejecutado el año anterior.”

El “Artículo 21: Alcance del Mantenimiento. El prestador debe efectuar el mantenimiento correctivo y preventivo de todo el sistema de micromedición: hidrómetros, caja de protección, válvulas, accesorios y conexiones; incluyendo:

- a. La refacción o sustitución, si fuera necesario, de los hidrómetros que no cumplen con esta Norma Técnica.
- b. Que las cajas donde se ubican los hidrómetros se mantengan en buenas condiciones de tal manera que protejan al hidrómetro y que permitan la lectura oportuna.
- c. La eliminación de fugas en las conexiones, y,
- d. Las acciones de rectificación de cajas: reparación, nivelación y reparación del medio de soporte: acera o pared, etc.”

El “Artículo 22: Catastro de Hidrómetros. El prestador del servicio debe establecer un catastro de hidrómetros que se tenga a disposición del público en general y de la Autoridad Reguladora, con los objetivos siguientes:

- a. Mantener un registro de los datos técnicos de cada hidrómetro.
- b. Mantener un registro actualizado sobre la localización del hidrómetro y las intervenciones de mantenimiento, y;
- c. Mantener un registro sobre el nivel de precisión de los hidrómetros.”

El “Artículo 23: Datos Técnicos. El catastro de hidrómetros debe contener como mínimo, los datos técnicos siguientes:

- a. Fabricante.
- b. Modelo.
- c. Tipo.
- d. Número de serie.
- e. Caudal permanente o nominal.
- f. Diámetro.
- g. Número de expediente del proceso de adquisición.”

El “Artículo 24: Localización del Hidrómetro. El catastro de hidrómetros debe contemplar el registro histórico de la localización, con los datos mínimos siguientes:

- a. Fechas de instalación, reinstalación y retiro.
- b. Lecturas de instalación, reinstalación y retiro.
- c. Código actual de localización.
- d. Motivos de retiro del hidrómetro.
- e. Cuando se reinstala, error registrado en la zona inferior y superior de medición.
- f. Caudal promedio de la conexión donde se instaló.”

El “Artículo 25: Pruebas de Exactitud y Confiabilidad. Con fundamento en los artículos 21 y 23 de la Ley de la Autoridad Reguladora, 7593 y el artículo 12 de su Reglamento, los hidrómetros antes de instalarse, deberán ser sometidos a las pruebas de exactitud y confiabilidad que se establecen en esta Norma Técnica.

El “Artículo 26: Evaluaciones de la Calidad del Funcionamiento de los Hidrómetros. Con fundamento en los artículos 5 de la Ley 7593 y el artículo 11 de su Reglamento, la Autoridad Reguladora, realizará o contratará evaluaciones de la calidad del funcionamiento de los hidrómetros.”

El “Artículo 27: Laboratorio-Taller de Hidrómetros. El prestador debe establecer un Laboratorio-Taller de hidrómetros o contar con el servicio de un organismo público o privado con el objeto de:

- a. Soportar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los hidrómetros.
- b. Realizar las pruebas o ensayos requeridos en los procesos de adquisición de hidrómetros nuevos y en los procesos de reparación de hidrómetros.
- c. Certificar los hidrómetros por instalar; y,
- d. Servir como herramienta de investigación de la gestión en la micromedición.

Únicamente los Laboratorios-Taller acreditados por el Ente Costarricense de Acreditación, ECA, de acuerdo con las normas establecidas en la Ley del Sistema Nacional de Calidad, 8279, pueden brindar los servicios que establece esta Norma Técnica.”

El “Artículo 28: Actividades Básicas del Laboratorio - Taller. Las actividades básicas que el prestador del servicio debe desarrollar en el Laboratorio-Taller de hidrómetros son las siguientes:

- a. Realizar las pruebas o ensayos requeridos en los procesos de adquisición de hidrómetros.
- b. Reparar rápida y oportunamente los hidrómetros que son retirados de las conexiones debido a que no están registrando.
- c. Evaluar, revisar y reparar los hidrómetros, que aún cuando registran, presentan otros desperfectos.
- d. Evaluar, revisar y reparar los hidrómetros que son retirados de las conexiones debido a la ejecución de un programa de mantenimiento preventivo.
- e. Evaluar, revisar y reparar los hidrómetros que son retirados de las conexiones debido a reclamos presentados por los usuarios o por la ejecución de investigaciones especiales.
- f. Recolectar y sistematizar datos relacionados con los trabajos ejecutados para análisis estadísticos.
- g. Desarrollar trabajos de investigación con el fin de aportar nuevos elementos para las políticas de adquisición, instalación y mantenimiento de los hidrómetros.
- h. Otras actividades que el operador considere necesarias.”

El “Artículo 29: Registro de los Laboratorios-Taller. Para los efectos de esta Norma Técnica, los Laboratorios-Taller que establezcan los prestadores del servicio y terceros interesados, posteriormente a ser acreditados por el ECA, deberán registrarse en la Autoridad Reguladora. El registro se hará aportando una nota suscrita por el representante legal del prestador o de la empresa privada, acompañando la información siguiente:

- a. Ubicación.

- b. Descripción del Laboratorio-Taller: infraestructura, equipos y bodegas.
- c. Pruebas o ensayos que efectúa.
- d. Procedimientos establecidos para el manejo de los hidrómetros y pruebas.
- e. Programa de capacitación para el personal del Laboratorio-Taller.
- f. Certificación de la acreditación ante el Ente Costarricense de Acreditación.
- g. Nombre del profesional responsable del Laboratorio –Taller.”

El “Artículo 30. Verificación del Funcionamiento del conjunto de Medidores. El prestador del servicio debe realizar, cada dos (2) años, como mínimo, una verificación del funcionamiento del conjunto de hidrómetros instalados en las conexiones domiciliarias de cada sistema de abastecimiento, y enviar a la Autoridad Reguladora, la información relativa al procedimiento seguido, así como los resultados del análisis. La verificación se realizará por medio de una muestra representativa escogida técnicamente con base en criterios estadísticos. Los resultados de esta verificación deben ser un insumo para la elaboración del programa de mantenimiento de hidrómetros.

El “Artículo 31: Pruebas o Ensayos de Hidrómetros. El prestador debe:

- a. Efectuar las pruebas o ensayos necesarias para garantizar que los hidrómetros a instalar cumplen con las características establecidas en esta Norma Técnica; y
- b. Asegurar que las pruebas o ensayos y los programas de pruebas, se ajustan a las condiciones establecidas en la Norma Internacional, ISO-4064-3.”

El “Artículo 49: Pruebas o Ensayos a Hidrómetros nuevos. El prestador debe incluir en el programa de pruebas o ensayo de los hidrómetros nuevos que adquiera, como mínimo y en el orden indicado, las siguientes:

- a. Inspección del hidrómetro.
- b. Prueba hidrostática o de estanqueidad.
- c. Determinación de la curva de error en función del caudal.
- d. Prueba de pérdida de carga o presión.”

El “Artículo 32: Prueba de Pérdida de Carga. Esta prueba consiste en someter cada hidrómetro al caudal máximo de diseño y obtener el valor respectivo de pérdida de presión. Como criterio de aceptación técnica el 100% de los hidrómetros deben presentar una pérdida de carga igual o inferior a un (1) bar.”

El “Artículo 33: Pruebas o Ensayos a Hidrómetros a Reinstalar. El prestador debe someter todo hidrómetro que no es nuevo, antes de su reinstalación, a un programa de pruebas o ensayos con el fin verificar el cumplimiento de esta Norma Técnica. En el caso de los hidrómetros reparados, el prestador como mínimo, debe realizar la prueba de determinación de la curva de error en función del caudal, la cual podrá realizarse en forma simplificada efectuando ensayos con un mínimo de tres (3) caudales diferentes que serán los siguientes: 0,04 qp, 0,3 qp y qp, donde qp es el caudal nominal o permanente. Como criterio de aceptación técnica, el 100% de los hidrómetros reparados deben cumplir con la prueba. Un hidrómetro cumple con esta prueba si presenta un error en todos los caudales ubicados en la zona inferior de medición (desde q<sub>min</sub> hasta antes de q<sub>t</sub>) dentro del rango +/-5% y un error en todos los caudales ubicados en la zona superior de medición (desde q<sub>t</sub> hasta q<sub>s</sub>) dentro del rango +/-2%.”

(b) *Políticas*

En el caso de AyA, todos los asuntos relacionados con el cliente se rigen por el “REGLAMENTO DE PRESTACION DE SERVICIOS A LOS CLIENTES”<sup>12</sup>, el cuál es revisado y actualizado por la JUNTA DIRECTIVA y aprobado mediante acuerdo que debe ser publicado en el Diario Oficial La Gaceta.

En relación con la micromedición, las políticas de la JUNTA DIRECTIVA son las siguientes disposiciones adoptadas en el reglamento:

El artículo 36, establece que AyA será responsable “de aportar el medidor de agua o hidrómetro así como su caja y accesorios. Los costos de reparación de daños al hidrómetro y sus accesorios, ocasionados por culpa grave o dolo del cliente, se cargarán en la cuenta del mismo en la siguiente facturación o mediante comprobante de ingresos”

Esto significa, que el cambio por reposición o la calibración y, en general, el mantenimiento del parque de micromedidores es de su total autonomía.

El Taller Laboratorio de Hidrómetros del Departamento de Medición se encarga de todos los aspectos técnicos relacionados con los micromedidores, desde la preparación de condiciones técnicas hasta la adquisición, en el marco de la aplicación de la “Normativa Técnica: Operación de Hidrómetros para el Servicio de Acueducto (AR-OH) de 2006”, de la Dirección de Servicios de Aguas y Ambiente (DIAA) adscrita a la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP).

Los criterios utilizados para la selección de nuevos micromedidores domiciliarios hasta ahora han sido: el diámetro, clase metrológica, longitud del hidrómetro, que cumpla con la norma ISO-4064 y recientemente la norma AWWA-C710-95 para medidores volumétricos de cuerpo plástico tipo disco mutante. Históricamente y hasta la fecha han adquirido indistintamente hidrómetros tanto volumétricos como velocimétricos.”

Realizan ensayos de vida útil de micromedidores en condiciones de consumo máximo y consumo mínimo de micromedidores nuevos en los procesos de evaluación de modelos en procesos licitatorios, realizan ensayos de desgaste acelerado, conforme lo indica la Norma ISO-4064-3 de 100 horas a caudal máximo, lo mismo que para consumos mínimos y determinación de puntos de arranque. Para los hidrómetros reparados no hacen ensayos a consumos máximos, pero sí y a todo medidor reparado en los caudales nominal, transición y mínimos.

Adicionalmente han realizado varios estudios e investigaciones en los cuales han determinado la conveniencia de utilizar como criterio para el mantenimiento preventivo de hidrómetros domiciliarios  $3 \text{ m}^3/\text{hr}$  de caudal máximo o  $3000 \text{ m}^3$  acumulados.

Utilizan estadísticas para calcular el error en el consumo de micromedidores por consumo acumulado. Han realizado varios estudios puntuales, no obstante no como una normativa o práctica

---

<sup>12</sup> AyA, Junta Directiva, Revisado y actualizado por Acuerdo de Junta Directiva el 21/08/2002, Acuerdo No 2002-324, Sesión 2002-066. Publicado en gaceta No. 177, del 16/09/02alcance No 66. Modificado por Acuerdo de Junta Directiva No. 2005-144 y publicado en la Gaceta 55 del viernes 18/03/2005. Modificación del Artículo 48 publicado La gaceta No. 106, viernes 2 de junio del 2006.



permanente, se están preparando para ello, pues esperan una nueva norma de la ARESEP en ese sentido.

(c) *Seguimiento*

Históricamente, la cobertura de micromedición efectiva se encuentra alrededor del 85%. Pero a pesar de los múltiples esfuerzos que deben haber realizado, durante todos estos años, la cifra porcentual se mantiene. Esto sucede por que la base de clientes del sistema de información comercial es intensiva y dinámica en información, requiere revisión y mantenimiento permanente.

Desde la Junta Directiva de AyA aprobaron un acuerdo, mediante el cuál, se autoriza el cambio o retiro del medidor mediante cuando un hidrómetro cumple 7 años de servicio o 3.500 metros cúbicos de registro. Por otra parte, el seguimiento que se le hace al parque de medidores indica una cifra elevada de medidores que pueden ser retirados por que cumplieron con estos parámetros.

Diseñaron una campaña de micromedición a nivel nacional, para la adquisición de 230.000 nuevos medidores, de los cuales unos 120.000 deben ser instalados en la región metropolitana.

La campaña fue diseñada por el Departamento de Medición, para dotar de medidor prioritariamente a los servicios fijos, tratando de aumentar la cobertura de micromedición efectiva al 95% como lo exige la ARESEP.

Aunque la campaña es nacional, la instalación es responsabilidad del nivel regional, no se aprovechan criterios de economía de escala en la instalación. Por otra parte no existe consenso, entre los funcionarios nacionales y regionales, sobre la evolución del proceso.

En principio, la forma de implementación de la campaña y los resultados son aspectos completamente diferentes:

- ✓ Es compleja la identificación de los servicios fijos por que existen varias tipos de causas para catalogarlos, por ello no son exactamente los mismos clientes durante todos los períodos de facturación. Debido a esta complejidad, la búsqueda de los servicios fijos es una actividad permanente del proceso comercial. Consideramos que deben adoptar correctivos en los procedimientos comerciales encargados del seguimiento a los servicios fijos, para facilitar la ubicación precisa de aquellos clientes que deben ser sujetos de la instalación de nuevos hidrómetros.
- ✓ En el proceso de implementación de la campaña, los funcionarios comerciales y directivos de las sedes regionales están inseguros por dos aspectos que repercuten en los costos de instalación unitarios y se trasladarán al valor total del programa. Por una parte, se puede afectar el ciclo de lectura de facturación por que solamente tienen unos cuantos días al mes para realizar el proceso de retiro y reinstalación de medidores. Esto los conduce a la instalación de pocos medidores en cada ruta de lectura. De otra parte, el riesgo de una instalación fallida, por deficiencias o inexactitud de la información suministrada por el programa comercial, los conduce a unos costos adicionales que no pueden ser asumidos completamente por el contratista encargado de la instalación.

- ✓ En estas condiciones, para el funcionario regional no es tan fácil obtener un aumento inmediato en el índice de micromedición efectiva.

Recomendamos revisar los procedimientos para la ejecución de esta campaña pues consideramos que no se está utilizando el poder preferente que tiene AyA sobre el parque de medidores, teniendo en cuenta las siguientes observaciones:

- ✓ Para evitar el riesgo de instalaciones fallidas puede optarse por hacer la reposición completa de los medidores por ruta de lectura.
- ✓ El laboratorio de hidrómetros puede establecer criterios que se pueden adoptar de manera excepcional para no cambiar un hidrómetro.
- ✓ Los hidrómetros retirados siguen siendo propiedad de AyA, por lo tanto, pueden ser reparados para ser reutilizados (esta iniciativa está contemplada en la perspectiva de la campaña).
- ✓ En una relación de largo plazo entre AyA y sus usuarios, el incremento por reclamaciones son poco significativos frente al beneficio de tener estandarizados los medidores en cada ruta de lectura. En todo caso, el aumento en las reclamaciones se puede presentar en la instalación dispersa de los medidores.
- ✓ Se pueden aplicar mejoras mientras se capitalizan las experiencias, pues en algunas regiones no han empezado el proceso de contratación de medidores.
- ✓ En la región metropolitana solamente han instalado 19.000 medidores en lo que llevan de campaña, pero no están haciendo un seguimiento a la tendencia del consumo de los clientes con nuevos medidores. En el sistema de información comercial nacional tampoco han instrumentado este seguimiento.

Como lo explicamos en detalle en punto de facturación, no existe la cultura de expresar las relaciones con los clientes en términos de volumen, pues utilizan más frecuentemente las cifras en moneda. De esta forma, se podría aprovechar más eficientemente el potencial del sistema de información comercial y mejorar la brecha, entre lo que sucede en el día a día regional y el administrador del sistema.

#### 2.2.4.2.2 Catastro de clientes

(a) *Concepto*

El catastro de clientes se puede definir como el conjunto de registros y procedimientos que permiten identificar, caracterizar y localizar a los usuarios de los servicios y sus acometidas.

La principal fuente de información del catastro de clientes es el censo de usuarios activos y potenciales del servicio, el cuál se debe ejecutar técnicamente para alimentar o actualizar el catastro con información confiable y real.

Una vez definido el catastro de clientes con la información obtenida en el censo de usuarios es indispensable definir e implementar procedimientos adecuados para su mantenimiento.

(b) *Políticas*

Específicamente el REGLAMENTO DE PRESTACION DE SERVICIOS A LOS CLIENTES, no establece parámetros o procedimientos de actualización o mantenimiento del catastro de clientes. En el nivel nacional no existe un sistema catastral, tampoco un sistema automatizado de catastro. No existe un inventario, en el nivel nacional o en algunas regiones, sobre los centros urbanos con catastro de suscriptores actualizado. En la región metropolitana si hay un informe pormenorizado.

Tampoco existe un inventario, un indicador en el nivel nacional o regional, que refleje la cantidad de agua facturada sobre la base de un catastro de suscriptores actualizado

No utilizan mecanismos, en el nivel nacional, para supervisar y controlar la ejecución de catastro de suscriptores en los centros urbanos. Comúnmente, para los funcionarios regionales de AyA, el mejor indicador son las actividades de lectura de hidrómetros y la distribución de facturas, en caso de fallas reenvían a una persona distinta, el problema lo arreglan sistemáticamente en la medida de los ciclos de facturación. En algunos sitios peligrosos no se puede realizar ninguna de las actividades comerciales de facturación.

En la región metropolitana, en la agencia cantonal diligencian formularios para la actualización, los trasladan a la sede regional, los incorporan y la validación se hace cuando los distribuidores ubican al cliente y le entregan la factura. Allí tienen un mapa predial del catastro de predios del sistema de catastro nacional del Ministerio de Justicia. Están empezando a utilizar un sistema de información geográfica pero todavía no esta completamente implementado.

Antes de actualizar la base de datos con la nueva información, regresan al predio a colocar placas con el número de identificación del suscriptor y el del servicio (NIS, 7 dígitos) y verifican todos los datos de todos los servicios actualizados; han tenido que repetir el levantamiento en algunos casos pero no llevan un registro estadístico.

No existe, en el nivel nacional una dependencia, encargada de supervisar y controlar la actualización del catastro de suscriptores en los centros urbanos. En el nivel regional le corresponde al jefe del Departamento Comercial pero no esta instrumentado. Como lineamiento todo cambio queda registrado en el libro de observaciones. En la región metropolitana, a pesar de que han incorporado nuevos clientes de oficio que no estaban registrados y algunos cambios de tarifa, a los informes trimestrales que contienen esa información no se les realiza el proceso de análisis.

No existe, en el nivel nacional, una norma técnica que regule la elaboración y aprobación de catastro de clientes, la mayoría son procedimientos desarrollados, amparados en normas técnicas nacionales, pero e algunas regiones no la conocen.

(c) *Seguimiento*

En las regiones tienen planos a nivel de sector con identificación de manzanas, también esquemas o mapas de rutas de lectura. Los lectores notifican novedades, los nuevos suscriptores los incorporan cuando presentan la solicitud. Desde 1995 o 1998 elaboraron un catastro detallado.

En la región metropolitana el sistema de información comercial asigna un código de la siguiente manera: a la provincia (X), a la cantonal (XXX), al distrito (XXX), al sector (XXX), a la manzana (XXXXX), a la propiedad (XXXXX) y a la paja o conexión (XXX); en total son 23 dígitos. Tienen un libro de catastro donde está identificado a nivel de sector con la subdivisión de las rutas de lectura.

En esta región, hasta el momento han actualizado la información de unos 170.000 usuarios, perfectamente verificados.

### 2.2.4.2.3 Lectura y facturación

En AyA utilizan desde hace varios años la tecnología OPEN SGC como herramienta para el sistema de información comercial que realiza, entre otras opciones, la gestión de facturación. La conectividad del sistema le facilita la administración en línea de toda la base de datos nacional desde la Sede Central.

Además de estas actividades, en el nivel nacional centralizan todo el procesamiento de la información obtenida en las agencias cantonales para el proceso de facturación: proveen los datos de carga de las terminales portátiles con la información de los clientes de las regiones, reciben los archivos de lectura, durante la noche los procesan y en la mañana siguiente están disponibles para la sede regional correspondiente. De esta forma, aprovechan la economía de escala del proceso comercial.

En las regiones se encargan del contacto directo con el cliente para todos los efectos.

(a) *Concepto*

En el REGLAMENTO DE PRESTACION DE SERVICIOS A LOS CLIENTES<sup>13</sup>, en relación con la facturación se destaca lo siguiente:

El Artículo 85: AyA procederá a facturar los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario considerando el consumo y la tarifa correspondiente. Cuando por razones externas AyA no cuente con hidrómetro para instalar, el servicio será fijo y se facturará el valor fijo establecido para cada clase tarifaria.

---

<sup>13</sup> AyA, Junta Directiva, Revisado y actualizado por Acuerdo de Junta Directiva el 21/08/2002, Acuerdo No 2002-324, Sesión 2002-066. Publicado en gaceta No. 177, del 16/09/02 alcance No 66. Modificado por Acuerdo de Junta Directiva No. 2005-144 y publicado en la Gaceta 55 del viernes 18/03/2005. Modificación del Artículo 48 publicado La gaceta No. 106, viernes 2 de junio del 2006.

El Artículo 86: Modificado según Acuerdo No 2002-324, sesión No 2002-066. Publicado en la Gaceta NO 177, alcance No. 66 del 16/09/02

“Cuando por alguna circunstancia no sea posible leer el hidrómetro, los servicios se facturarán de acuerdo a su promedio normal de consumo. Después de la confirmación mediante informe técnico que se dio un cambio de tarifa o esta fue mal aplicada, o cuando la cantidad de unidades de consumo sea diferente de las registradas se rectificará los montos facturados que correspondan según la nueva tarifa o cantidad de unidades de consumo.

Se aplicarán refacturaciones o variaciones en los montos facturados para los siguientes casos:

- Diferencias de facturación por instalación o cambio de hidrómetros.
- Corrección de consumos contra lectura (problemas de estimación.)
- Problemas de facturación o lectura.

Adicionalmente el Instituto rectificará las facturaciones a promedio normal cuando:

- Se repare una fuga en el hidrómetro y los consumos obtenidos después de reparado el daño sean similares a su promedio normal de consumo.
- Se compruebe mediante una revisión domiciliar que el agua es devuelta a la red por mal estado de la válvula de flujo unidireccional (check.)
- Exista un informe técnico que indique que los consumos pudieron ser afectados por la no- continuidad del servicio”.

El Artículo 87: Para determinar el monto a pagar por unidad de consumo, en una conexión medida que sirve a varias unidades habitacionales, el consumo registrado se dividirá por el número de unidades existentes.

El recibo mostrará el total para el conjunto de unidades habitacionales que comprende la conexión. Si se trata de una conexión fija, se facturará la tarifa fija multiplicada por el número de unidades existentes.

El Artículo 88:

AyA pondrá al cobro la facturación correspondiente a los servicios prestados al cliente mediante un recibo, marcando los diferentes rubros al cobro, el monto total y la fecha de su vencimiento.

El Artículo 89:

El cliente podrá cancelar sus cuentas con AyA, en cualquiera de sus agentes recaudadores autorizados.

El Artículo 90:

El propietario podrá solicitar a AyA y al banco o entidad financiera de su preferencia, que los recibos sean cargados a su cuenta corriente o de ahorros u otros sistemas similares con ese banco o entidad.

El Artículo 91:



Todo recibo vencido podrá ser cancelado en cualquiera de los agentes recaudadores debidamente autorizados por AyA para tales efectos, con un recargo del 2% mensual sobre el pendiente, (artículo 13 Ley General de Agua Potable.)

El Artículo 92:

En los casos en los que el cliente solicite un arreglo de pago con AyA, este se tramitará de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Suspensión de Servicios, Cobro Administrativo y Cobro Judicial.

El Artículo 93:

Si por alguna razón el cliente no le llegara el recibo mensual de su cuenta, deberá notificarlo a AyA a fin de normalizar la situación. En caso de morosidad AyA realizará la gestión cobratoria correspondiente.

*(b) Zonificación*

Para su eficiente administración, el sistema de información comercial nacional maneja uniformemente, desde el nivel provincia hasta el nivel agencia u oficina cantonal, 1885 rutas de lectura. La región metropolitana tiene el 51% de esas rutas, la región pacífico central tiene un 12%, las regiones hueta y chorotega tienen un 11% cada una y las regiones brunca y central oeste tienen menos del 10% cada una.

En la región metropolitana representa un promedio de unos 265 usuarios por ruta de lectura. Este valor es manejable para efectos de la sincronización con las 1000 zonas de operación existentes. En otras palabras, a cada zona de operación en promedio le corresponden 19 rutas de lectura. Es la cifra que se debe manejar en la sincronización operativa y comercial.

*(c) Políticas*

La Dirección de Servicio al Cliente parece estar más involucrada en la gestión comercial en el territorio nacional. Esta percepción se origina en la fortaleza que provee la tecnología de información, en los sistemas de comunicaciones que permiten acceso en línea desde cualquier lugar del país y en los procedimientos unificados que se han sido desarrollados en concordancia con el contrato de prestación del servicio, también de carácter nacional.

A pesar de todas estas facilidades, existe un gran distanciamiento entre los beneficios potenciales del sistema comercial centralizado y las acciones realizadas en las direcciones regionales, quienes están en contacto directo con los clientes de AyA. Aunque los procesos de facturación y tratamiento de anomalías están debidamente documentados, y que las direcciones regionales tienen dentro de su organización interna analistas encargados de los asuntos comerciales, los resultados de la gestión local de las agencias cantonales, reflejados en la enorme diferencia entre facturación bruta y facturación neta, no son coherentes con las capacidades transaccionales disponibles en el sistema de información comercial.

Por el contrario, en el nivel central realizan grandes esfuerzos por administrar adecuadamente el sistema de información comercial, pero no realizan análisis periódicos a los resultados de la gestión de las sedes cantonales de las regiones.

El módulo de Facturación del sistema OPEN SGC ejecuta un proceso batch cuyo principal objetivo es el de facturar el consumo de agua potable y el servicio de alcantarillado sanitario.

Cuando el sistema comercial realiza el procesamiento del valor del consumo de agua genera lo que se conoce como facturación bruta. Es la facturación procesada de las rutas de lectura que se le envía a la sede respectiva para que allí continúen las actividades del proceso: impresión, distribución, recaudo y atención del servicio al cliente.

(d) *Seguimiento*

Un reporte de facturación de la región metropolitana del año 1992 muestra 204.305 usuarios y 78.369.121 m<sup>3</sup> de agua facturada<sup>14</sup>, mientras que el reporte de facturación de la misma región durante el año 2006<sup>15</sup> refleja en promedio 258.595 usuarios y 84.574.774 m<sup>3</sup>. Estas cifras significan un crecimiento del 7,9% en la cantidad de agua facturada y un incremento cercano al 26% en la cantidad de usuarios, en un período de tiempo de 14 años. Durante el mismo período, el aumento de la cantidad anual de agua potable producida fue superior al 30%, según las mismas fuentes. Estas cifras nos permiten presentar las siguientes observaciones:

- ✓ Por efecto de la tarifa, los usuarios modificaron sus patrones de consumo disminuyendo el consumo unitario.
- ✓ El consumo por conexión disminuyó en casi 5 metros cúbicos mensuales (desde 32 m<sup>3</sup>/mes en 1992 hasta 27 m<sup>3</sup>/mes en 2006).
- ✓ Si no se hubiera modificado el patrón de consumo en los últimos 14 años, la región metropolitana estaría demandando un 17% más que el volumen facturado en 2006 debido al incremento de los usuarios.
- ✓ Desde 1993 se han tenido que implementar programas recurrentes de racionamientos<sup>16</sup>. Esta situación sería mucho más grave si no se modifican los patrones de consumo.
- ✓ La facturación de agua que hasta ahora no se realiza producirá un aumento del volumen facturado pero no contribuirá directamente a la disminución de los racionamientos.
- ✓ La cantidad de agua que se recupere por pérdidas físicas tendrá que ser mantenida en el sistema hasta que se logre superar los racionamientos.

---

<sup>14</sup> AyA, Anexo 12 Aplicación de la metodología de cálculo de pérdidas operacionales para el año 1992 en la región área metropolitana.

<sup>15</sup> Cálculo de Pérdidas REGION SAN JOSE 2006. Departamento de Optimización.

<sup>16</sup> Sinopsis del Acueducto Metropolitano, Departamento de Operación de Acueducto, Agosto 2007.

- ✓ Esta operación incrementará nuevamente el volumen facturado.

Por una parte, estas cifras muestran la gravedad de la situación que ya habíamos mencionado en el análisis de la **“Evolución del nivel de pérdidas”**, por que ratifican los problemas en materia de pérdidas e insuficiencia de abastecimiento de la región metropolitana. Por otra parte, significan la **urgencia de implementar el programa de control de pérdidas con énfasis en la región metropolitana**, para el beneficio de los usuarios afectados regularmente con los racionamientos y de las finanzas de AYA que aumentarán con la aplicación del programa.

#### 2.2.4.2.4 Anomalías

##### (a) *Concepto*

En el REGLAMENTO DE PRESTACION DE SERVICIOS A LOS CLIENTES<sup>17</sup>, en relación con las anomalías de la facturación indica lo siguiente:

Los Artículos 94, 96 y 98: Derogados según acuerdo No 2002-324, Sesión 2002-066. Publicado en la Gaceta N0 177, alcance No. 66 del 16/09/02.

Los Artículos 95 y 97: Modificados según Acuerdo No 2003-442, sesión No 2003-080. Publicado en la Gaceta N0 36, del 20/02/2004.

El Artículo 95: "Cuando se presenten altos consumos (ver glosario) superiores a los 50 m3 en las tarifas domiciliar, ordinaria, o superiores a los 100 m3 en las tarifas reproductiva, preferencial y gobierno. AyA podrá aplicar ajustes hasta dos facturas leídas consecutivas, siempre y cuando el cliente lo solicite dentro de los veinte días hábiles siguientes a la fecha de vencimiento de la facturación afectada y no existan indicios de que éste se originó por variación de los hábitos de consumo. Cuando el ajuste se vAyA a aplicar a un cliente catalogado como "alto consumidor", debe determinarse mediante una revisión domiciliar costada por el cliente, que el incremento se originó en fugas no visibles. Dicho ajuste se aplicará cobrándose el consumo promedio normal mostrado en las últimas seis facturaciones registradas.

La aprobación y aplicación del ajuste sólo podrán ser realizadas de acuerdo con los niveles autorizados. Para la aplicación de nuevos ajustes deberá transcurrir un período de 12 meses desde el último ajuste."

La aprobación y aplicación del ajuste sólo podrán ser realizadas de acuerdo con los niveles autorizados. Para la aplicación de nuevos ajustes deberá transcurrir un período de 12 meses desde el último ajuste."

---

<sup>17</sup> AyA, Junta Directiva, Revisado y actualizado por Acuerdo de Junta Directiva el 21/08/2002, Acuerdo No 2002-324, Sesión 2002-066. Publicado en gaceta No. 177, del 16/09/02 alcance No 66. Modificado por Acuerdo de Junta Directiva No. 2005-144 y publicado en la Gaceta 55 del viernes 18/03/2005. Modificación del Artículo 48 publicado La gaceta No. 106, viernes 2 de junio del 2006.

El Artículo 97: En los servicios en que no se cuente con registros, o no sea posible establecerlos, que permitan calcular el consumo promedio normal, se aplicará un volumen por mes por servicio igual al "consumo promedio normal", utilizado en el estudio tarifario que haya servido de base a la resolución que sustenta las tarifas vigentes, para cada una de las categorías.

El Artículo 99: Modificado según Acuerdo No 2002-324, sesión No 2002-066. Publicado en la Gaceta N0 177, alcance No. 66 del 16/09/02

“Cuando se compruebe mediante prueba volumétrica que el hidrómetro no registra con exactitud de acuerdo con sus especificaciones o cuando exista un criterio técnico del laboratorio de medición que haga dudar del registro del hidrómetro, no se cobrarán los consumos facturados en exceso, del promedio normal de consumo del servicio. Para el cálculo de las modificaciones se podrá utilizar la proyección de consumo con el nuevo hidrómetro.”

(b) *Políticas*

El proceso de crítica de la facturación se realiza exclusivamente en las regiones. En AyA este proceso se origina desde el procesamiento de la facturación del consumo.

2.2.4.5 El módulo de Facturación, del sistema OPEN SGC ejecuta un proceso en línea que permite realizar el tratamiento de servicios anómalos detectados en la facturación, el tratamiento de fraudes detectados por el Centro Técnico, y el mantenimiento de información necesarios para la facturación de los servicios como son: Anomalías de facturación, Mantenimiento y Facturación de Fraudes.

Mediante el proceso Tratamiento de Servicios Anómalos (servicios con anomalías que no permiten su facturación correcta) se realizan las acciones necesarias (verificación de la anomalía, análisis de los datos, generación de una O/S si el caso lo requiere, etc.) y dar seguimiento hasta su resolución final, permitiendo de esta forma la facturación correcta del servicio, una vez resueltos los inconvenientes que originaron las anomalías. Las opciones de las anomalías que maneja el sistema son:

- Tratamiento de anomalías de facturación por encargado facturación
- Tratamiento de anomalías consumo fuera de límite
- Tratamiento de anomalías por hidrómetro no correspondiente
- Tratamiento de anomalías en hidrómetro sustituido
- Tratamiento de anomalías por importe fuera de límite
- Tratamiento de anomalías por situaciones detectadas por los lectores
- Cambio de lectura anterior mala
- Cambio de lectura actual mala
- Anomalías por período facturación fuera límite
- Anomalía por falta de contrato anterior
- Anomalía por consumo reiterado

- Anomalía por período facturación insuficiente
- Anomalía por hidrómetro inexistente
- Anomalía por mal estado del hidrómetro
- Anomalías por cliente ausente
- Mantenimiento de Fraudes

Otro de los factores más importantes para limitar el alcance de las metas en control de pérdidas lo constituye el hecho que en todo el sistema comercial no hay familiaridad en el uso de las unidades de medida de volumen.

Debido a esta falta de uniformidad no es posible conocer ningún tipo de estadística para desagregar la diferencia, en metros cúbicos, entre la facturación bruta y la facturación neta.

Sin esta información es imposible hacer el seguimiento correspondiente para detectar fallas en los procesos, en la interpretación y aplicación de las normas, en los niveles de autorización de los perfiles de usuario del sistema de información y, en general, de los parámetros utilizados para generar los listados de anomalías que acompañan los archivos de facturación mensual.

(c) *Seguimiento*

Con motivo de la gestión de análisis de anomalías y de respuestas de reclamos presentados por los clientes, se originan los ajustes a la facturación que ocasionan la facturación neta.

La diferencia entre el volumen facturado bruto y el volumen facturado neto representa entre el 11 y el 13% mensual, aproximadamente. En el Departamento comercial manejan una cifra mensual de 1000 a 1500 clientes, cuyo volumen facturado es ajustado. No es clara la relación que existe entre este porcentaje de facturación y la cantidad de clientes con volumen ajustado.

### 2.2.4.3 Aspecto Financiero

#### 2.2.4.3.1 Estado de resultados

Comparando los estados de resultados históricos hasta el año 2006<sup>18</sup>, se observa que los ingresos totales se han duplicado en los últimos desde el año 1999, tradicionalmente, la mayor parte de ellos corresponden a ingresos operativos del servicio de acueducto, representando cerca del 90% de los ingresos de AyA.

Sumando los rubros de servicios personales y servicios contratados, los cuales corresponden en un alto porcentaje a gastos de personal, los egresos por estos conceptos prácticamente se han triplicado en el mismo período, representando cerca de un 45% de los egresos totales de AyA.

---

<sup>18</sup> Dirección Financiera, Estados de Resultados desde 1999 hasta 2006.

El rubro de servicios públicos, entre los que se encuentran los costos de energía ocasionados por el consumo de los sistemas de bombeo para el 60% del agua suministrada, también se ha duplicado desde el año 2001, pero se mantiene entre el 10% y 11% de los egresos totales de AyA.

Otros rubros, como materiales y suministros y depreciación también han aumentado, pero se mantienen en un nivel cercano al 30% de los egresos totales de AyA.

Esto significa que el presupuesto de ingresos de AyA apenas alcanza para cubrir los costos de operación y administración de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Desde luego, la disponibilidad de recursos es un factor limitante para alcanzar las metas necesarias en el programa de control y reducción de pérdidas. Afortunadamente, AyA siempre tiene capacidad y posibilidad de obtener crédito externo para financiar este tipo de programas.

#### 2.2.4.3.2 Sistema de costos y gastos

La estructura de costos fue ajustada de acuerdo a la última estructura orgánica, sin embargo, para la correcta utilización de los resultados se observan las siguientes dificultades:

- ✓ Los costos de personal, que representan el 45% de los egresos totales incluidos los servicios contratados, no son aplicados desde la fuente como sucede con la mayoría de los egresos de AyA, debido a que el sistema de planilla no está integrado con el módulo de costos de SAP.
- ✓ La estructura por centros de costos no corresponde a la cadena de valor de los servicios de acueducto y alcantarillado y tampoco se ajusta a los grandes bloques de actividad en los que se desempeña AyA.
- ✓ A pesar de la tecnología de información y de la estructura de costos aplicada, no tienen un sistema de costeo por actividades.
- ✓ No existe familiaridad en la utilización de indicadores con cifras obtenidas de la fuente del sistema comercial o de aquellas que están directamente relacionadas con el tópico técnico-operativo de los servicios.

Estas deficiencias se traducen en la falta de información procesada para generar un sistema de indicadores que permita realizar análisis de eficiencia de costos para planificar y controlar la asignación y ejecución de los recursos con medición efectiva de los beneficios.

En el programa de control y reducción de pérdidas será imprescindible contar con un sistema optimizado de costos para su utilización como mecanismo de costos para monitorear e identificar el nivel de eficiencia económica de la red.

#### 2.2.4.4 Aspecto Organizacional

Para garantizar el éxito del programa de control y reducción de pérdidas se requiere del apoyo de toda la fuerza laboral de AyA, en las unidades estratégicas de operación y mantenimiento, comercialización o servicio al cliente y administración y soporte.

No están a la vista programas estructurados de cultura organizacional con cobertura hasta los niveles inferiores. Debe tenerse bien claro que se trata de implementar a muy corto plazo todo lo que la institución ha dejado de hacer, como parte de sus actividades normales, durante un período prolongado de tiempo.

Esto implica adquisiciones de diversos tipos y en grandes cantidades, implementación de nuevas actividades y nuevos procesos, especialmente en las unidades de operación y comercialización, ajustes a los sistemas de información comercial y financiero, implementación de nuevos sistemas de información, nueva estructura de costos y aplicación de costos de personal desde la fuente, entre otros.

Poner en marcha esta dinámica requiere de un gran esfuerzo administrativo a todo nivel. Pero es imposible alcanzar algún nivel de éxito sin capacitar o dotar al personal de los conocimientos y recursos para mejorar el desempeño.

El personal en todos los niveles debe estar alineado con el propósito o políticas de las directivas de AyA, sin sentir riesgos sobre sus puestos de trabajo.

Los funcionarios no deben percibir las nuevas metodologías y tecnologías, como una amenaza para su remuneración o estabilidad laboral.

Para el trabajador, puede tener el mismo nivel de riesgo introducir un macromedidor permanente en una planta potabilizadora que solicitarle distribuir diariamente su jornada laboral entre actividades de operación y mantenimiento para hacer las asignaciones mensuales en el sistema de costos y gastos.

No están documentados los mapas de procesos de las unidades estratégicas de operación y mantenimiento de los servicios de acueducto y alcantarillado, servicio al cliente y administración y soporte.

Esto es fundamental para que los funcionarios puedan distinguir con toda claridad cuales son sus verdaderas responsabilidades como parte de la función principal de AyA, que es prestar estos servicios públicos.

Tampoco hay claridad en el nivel directivo sobre el papel que debe cumplir AyA como rector y operador de los servicios de acueducto y alcantarillado en el país.

Este no debería ser un asunto muy importante y tampoco un obstáculo para el cumplimiento de la misión de AyA. Existen diversas formas de manejar este asunto inclusive evaluando el desempeño de estas áreas funcionales, pero para ello deben realizarse los diferentes aspectos que han sido mencionados.

#### **2.2.4.5 Alineación Estratégica**

Es muy marcado el desequilibrio que existe entre los sistemas de soporte existentes para el funcionamiento de las áreas comercial y financiera y del área técnica.

A lo largo del estudio hemos encontrado, que la debilidad histórica en materia de control de pérdidas no se origina exclusivamente en el área técnica de AyA, deben existir otros factores que han incidido en los niveles actuales de agua no contabilizada.

Para entender este enorme desequilibrio debemos mencionar a manera de ilustración que mientras el conjunto de sistemas que se encargan de captar, potabilizar, transportar, almacenar y distribuir agua potable de muy buena calidad para la mayor parte de la población durante la mayor parte del tiempo, han carecido de respaldo tecnológico e instrumentación, los conjuntos de sistemas que se encargan de facturar, cobrar, recaudar y administrar los recursos del producido del suministro del servicio cuentan con todas las posibilidades tecnológicas e instrumentación.

Uno de los mayores impedimentos para lograr alcanzar metas en todo tipo de programa, incluido el de control y reducción de pérdidas, es que en la organización no hay claridad sobre los grandes bloques de actividades que realizan.

Los funcionarios de los niveles superiores no identifican los grandes sistemas de operación y mantenimiento, comercialización y administración y soporte como unidades estratégicas para el cumplimiento de las funciones inherentes a AyA.

Normalmente perciben a la organización como un todo o en áreas independientes pero sin ningún tipo de agrupación en cuanto a las responsabilidades por el resultado de las actividades de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Esta claridad estratégica debe ser asumida en principio por el nivel directivo y diseminada a través de las diversas ramas hasta los niveles operativos de la organización.

A manera de ejemplo, sino existe esta capacidad de diferenciar los grandes asuntos de AyA, es imposible decidir entre la conveniencia de adquirir macromedidores e instrumentos para la operación o comprar vehículos para el desplazamiento de funcionarios no operativos de la organización.

Quizás sea imposible adoptar decisiones más complejas, como identificar si es más prioritario actualizar las tecnologías de los sistemas de información comercial y financiero o implementar el sistema SCADA en toda la zona de influencia de la región metropolitana.

En realidad, no se trata de una competencia por los recursos, más bien de planificar la asignación de los mismos sobre bases muy sólidas, como el control del desempeño de los recursos que suele proveer los sistemas de costos y gastos correctamente estructurados.

#### **2.2.5 Esquema Hallazgo-Causa-Efecto-Solución**

La investigación realizada en las diferentes áreas funcionales y divisiones territoriales consultadas durante el presente estudio, nos han permitido reunir los elementos necesarios para presentar, en cumplimiento de los términos de referencia, el esquema solicitado hallazgo, causa-efecto, solución.



Es pertinente advertir que las diferentes situaciones analizadas se presentan en todo su detalle en las diferentes partes del informe final, incluido el documento de anexos.

La presentación propiamente dicha, del informe de diagnóstico, ha sido realizada en la forma de esquema numerado. Sin embargo, nos permitimos presentar un documento síntesis, que ilustra de manera temática los diferentes hallazgos, sus posibles causas, la solución más adecuada para caso y las políticas que deben ser implementadas para cumplir los objetivos del control de pérdidas.

A continuación, presentamos el documento del esquema de hallazgo, causa-solución y políticas.

## ESQUEMA DE HALLAZGO, CAUSA-SOLUCIÓN Y POLÍTICAS

### Tópico: Limitaciones Técnicas

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
<b>Macromedición</b>				
No hay macromedición permanente en los sistemas de cada centro urbano del país	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	No hay control permanente en flujos del sistema agregado nacional para análisis de costos eficientes	Establecer una política nacional, diseñar e implementar sistema de información técnica nacional.	Toda producción de agua potable de los sistemas de AyA tendrá medición continua del caudal
No existe un inventario, en el nivel nacional, de los centros urbanos con macromedición permanente	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	No hay control de eficiencia sobre la operación nacional	Implementación modelo de mejora continua de procesos de planeación, operación, mantenimiento y control técnico del servicio de acueducto.	Se mantendrá actualizado el inventario nacional de sistemas con medición continua del caudal
No hay procedimientos definidos para supervisar y controlar la implementación de macromedición permanente	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	Implementación sin seguimiento, inadecuada selección de equipos y escasa priorización		Se normalizará y vigilará el cumplimiento del procedimiento de medición continua del caudal
Escasa cobertura de macromedición permanente	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	Insuficiencia de datos técnicos continuos para análisis y control operacional y cálculo y desagregación de IANC		La implementación de la medición continua del caudal empezará desde los puntos de producción de agua potable y, luego se expandirá a los sistemas de distribución de AyA

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
No hay consenso entre los funcionarios técnicos sobre cobertura de macromedición	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	Utilización inadecuada de datos técnicos en la cadena de valor operacional, en el control de gestión y en las actividades de regulación. Dificultades para identificar y concensuar necesidades de inversión		Se realizarán campañas de capacitación permanente del personal técnico sobre normalización y vigilancia del cumplimiento del procedimiento de medición continua del caudal
Subutilización de dispositivos de medición	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	Utilización inadecuada de datos técnicos en la cadena de valor operacional, en el control de gestión y en las actividades de regulación		Prioritariamente, la implementación de la medición continua del caudal será realizada para los departamentos de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable, luego se hará extensiva a otras áreas funcionales de ingeniería
No hay medición continua de nivel en tanques de almacenamiento	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	Insuficiencia de datos técnicos continuos para análisis y control operacional y cálculo y desagregación de IANC. Aplicación de soluciones alternas incompletas		Todo sistema de almacenamiento de agua potable de AyA tendrá medición continua del nivel de agua

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
No hay medición continua de presión en sistema matriz, ni periódica en sistemas secundarios	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	Insuficiencia de datos técnicos continuos para análisis y control operacional y periódicos para cálculo y desagregación de IANC		Todo los sistemas principales de conducción y distribución de agua potable tendrán medición continua de presión
<b>Supervisión</b>				
SCADA está implementado incipiente y parcialmente en algunos componentes de sus sistemas de acueducto.	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	No hay control permanente en flujos del sistema agregado nacional		Todo los sistemas de producción, almacenamiento, transporte y distribución de agua potable tendrán conectividad permanente mediante el sistema SCADA
Dependiendo del dispositivo de medición de caudal, llevan registros horarios, diarios, quincenales o puntuales	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	Utilización inadecuada de datos técnicos en la cadena de valor operacional, en el control de gestión y en las actividades de regulación		Se llevarán y aplicarán procedimientos de gestión documental de los registros de operación de todos los sistemas de producción, almacenamiento, transporte y distribución de agua potable

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
<b>Infraestructura de redes y Zonificación</b>				
Desconocimiento de la zonificación hidráulica para el control operacional en los sistemas de distribución de cada centro urbano del país	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	No hay control permanente en flujos del sistema agregado nacional para análisis de costos eficientes. Dificultades para supervisar y controlar metas operativas, comerciales y de control y reducción de pérdidas		Se elaborarán y mantendrán actualizados los planos de zonificación hidráulica de los sistemas de distribución
No existe un inventario, en el nivel nacional, de los centros urbanos con zonificación	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	No hay control de eficiencia sobre la operación nacional		Se mantendrá actualizado el inventario de sistemas con planos de zonificación hidráulica de los sistemas de distribución
No existe un inventario, en el nivel nacional, de los centros urbanos con planes maestros actualizados	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	No hay control de eficiencia sobre la operación nacional. Dificultades para identificar y concensuar necesidades de inversión		Se mantendrá actualizado el inventario de sistemas con zonificación hidráulica y de las unidades de zonificación con balance hidráulico de cada centro poblado del país.

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
No existen mecanismos formales para supervisar y controlar la implementación de los planes maestros	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	No hay control de eficiencia sobre la operación nacional. Dificultades para identificar y concensuar necesidades de inversión		La supervisión de los planes maestros velará por la utilización de datos de caudal, nivel, presión, entre otros, adquiridos específicamente en cada unidad de zonificación y requeridos para los ejercicios de análisis y proyecciones.
<b>Catastro de redes y Modelos de simulación</b>				
No existe un inventario, en el nivel nacional, de los centros urbanos con catastro de redes actualizado	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	No se tiene certeza sobre el grado de actualización del catastro de redes en los sistemas de cada centro urbano del país		Se mantendrá actualizado el inventario de sistemas con planos de zonificación hidráulica de los sistemas de distribución
No existe un inventario, en el área técnica del nivel nacional, consolidado y actualizado de longitud de redes clasificadas por diámetro y material de las tuberías	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	No se tiene certeza sobre el grado de actualización del sistema de valoración de activos. Dificultades para identificar y concensuar necesidades de inversión		El sistema de valoración de activos utilizará la información del catastro de redes actualizado de cada sistema
Carencia de recursos y desconocimiento de procedimientos y normas técnicas sobre actualización del catastro de redes	No hay cultura de información, ni políticas de macromedición, supervisión y control operacional	Falta de claridad sobre quién, cómo y oportunidad para actualizar el catastro de redes		Se normalizará y vigilará el cumplimiento del procedimiento de actualización del catastro de redes

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
<b>Criterios de operación y mantenimiento</b>				
No existen planes anuales o multianuales de suministro de agua en cada uno de los centros urbanos. Únicamente realizan control de la planeación de la operación para el período seco	No hay cultura de planeación y control de la operación y el mantenimiento	Es incierta la utilización, protección y conservación a largo plazo de las fuentes de producción actuales y futuras		Se elaborarán y mantendrán actualizados los planes anuales y multianuales de suministro de agua a partir de datos reales
No realizan planeación de la operación a partir de la información hidrológica	No hay cultura de planeación y control de la operación y el mantenimiento	Es incierta la capacidad real o potencial hídrico de las fuentes de producción actuales y futuras		Toda operación de producción será planificada a partir de datos de hidrología
No existe utilización de análisis de consumo histórico de agua para el plan anual o multianual de operación de acueducto en cada uno de los centros urbanos	No hay cultura de planeación y control de la operación y el mantenimiento	Se desconoce el comportamiento de la demanda real de consumo para garantizar y controlar el suministro oportuno de agua. Las fuentes de suministro son utilizadas a máxima capacidad la mayor parte del tiempo		Toda operación de producción será planificada, a partir los datos continuos de consumo real facturado en el cálculo de la demanda de agua potable
No existe utilización de curvas típicas de producción de agua en cada uno de los centros urbanos	No hay cultura de planeación y control de la operación y el mantenimiento	No se programa la producción en función de la utilización real del líquido		Toda operación de producción tendrá un diagrama del registro continuo de la cantidad de agua introducida en el sistema

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
<p>Los sistemas de supervisión, control y captura de datos (SCADA) están orientados más para monitorear que para controlar los componentes del sistema</p>	<p>No hay cultura de planeación y control de la operación y el mantenimiento</p>	<p>Utilización inadecuada de datos técnicos en la cadena de valor operacional, en el control de gestión y en las actividades de regulación</p>		<p>Todos los sistemas SCADA serán desarrollados en dos etapas: en la primera se utilizarán para suministrar los datos continuos de la operación y, en la segunda, para implementar protocolos de control y supervisión operacional</p>
<p>Los funcionarios de la operación de los sistemas agregados carecen de las herramientas para la operación basada en información precisa</p>	<p>No hay cultura de planeación y control de la operación y el mantenimiento</p>	<p>Es predominante el empirismo en la operación. Utilización inadecuada de datos técnicos en la cadena de valor operacional, en el control de gestión y en las actividades de regulación</p>		<p>Se aumentará la capacidad técnica y profesional en la operación en dos etapas enfocadas en el mejoramiento de la información: primero se reforzará la planta de ingenieros en el sistema de distribución de la región metropolitana y, posteriormente, se implementará un programa de educación continuada en herramientas, procedimientos y aplicaciones dedicadas.</p>

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
Los funcionarios del mantenimiento carecen de las herramientas para la detección y búsqueda de fugas	No hay cultura de planeación y control de la operación y el mantenimiento	El mantenimiento es reactivo en lugar de preventivo en la reparación de fugas		Se aumentará la capacidad profesional en el mantenimiento en dos rutas paralelas para la realización de actividades preventivas y correctivas: por una parte, se implementará un programa de educación continuada en herramientas y equipos, procedimientos y aplicaciones dedicadas y, por otra parte, se relizará la adquisición de equipos y tecnologías.
Aunque aplican criterios de operación, no los tienen documentados en planes o manuales de operación	No hay cultura de planeación y control de la operación y el mantenimiento	Es predominante el empirismo en la operación. Utilización inadecuada de datos técnicos en la cadena de valor operacional, en el control de gestión y en las actividades de regulación		Se elaborarán manuales de operación de los sistemas de producción, distribución y de las actividades de suspensión y restablecimiento del servicio.

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
No hay planes específicos de transferencia de conocimientos ni de relevo generacional	No hay cultura de planeación y control de la operación y el mantenimiento	Es predominante el empirismo en la operación. Utilización inadecuada de datos técnicos en la cadena de valor operacional, en el control de gestión y en las actividades de regulación		Se aumentará la capacidad técnica y profesional mediante la incorporación de personal para reforzar la planta de ingenieros en la operación del sistema de distribución de la región metropolitana
No hay análisis ni crítica a los registros operación y mantenimiento, no los utilizan con fines estadísticos. No estiman la cantidad de clientes afectados o la cantidad de agua involucrada.	No hay cultura de planeación y control de la operación y el mantenimiento	Es predominante el empirismo en la operación. Utilización inadecuada de datos técnicos en la cadena de valor operacional, en el control de gestión y en las actividades de regulación		Se aumentará la capacidad técnica y profesional mediante la incorporación y capacitación de personal para realizar la supervisión en la operación del sistema de distribución de la región metropolitana
No existen evidencias de los beneficios aportados por la disminución en tiempo de respuesta en la reparación de daños	No hay cultura de planeación y control de la operación y el mantenimiento	Es predominante el empirismo en la operación. Utilización inadecuada de datos técnicos en la cadena de valor operacional, en el control de gestión y en las actividades de regulación		Se aumentará la capacidad técnica y profesional mediante la incorporación y capacitación de personal para realizar la supervisión en el mantenimiento del sistema de distribución de la región metropolitana

**Tópico: Limitaciones Comerciales**

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
<b>Micromedición</b>				
La campaña para la adquisición de 230.000 nuevos medidores, no aprovecha criterios de economía de escala en la instalación	Aplican el acuerdo de JD, autoriza el cambio o retiro del medidor cuando un hidrómetro cumple 7 años de servicio o 3.500 metros cúbicos de registro	Prevalecen las dificultades para evaluar la efectividad del programa	Reposición completa de los hidrómetros en cada ruta de lectura.	Se aplicarán criterios de economías de escala para la reposición e instalación de nuevos medidores, reemplazando por una sola vez los hidrómetros de cada ruta de lectura.
En la campaña de micromedición no existe consenso, entre los funcionarios nacionales y regionales, sobre la evolución del proceso	Incertidumbre en los funcionarios comerciales y directivos de las sedes regionales, posible afectación en el ciclo de lectura de facturación y riesgo de una instalación fallida, por deficiencias o inexactitud de la información suministrada por el programa comercial	Bajo rendimiento y efectividad, demasiadas precauciones para el cambio de hidrómetros	Reposición completa de los hidrómetros en cada ruta de lectura	Se diseñará y aplicará un mecanismo de seguimiento a la lectura de medición del consumo de cada nuevo medidor instalado, para comparar los valores actuales con las cifras históricas de facturación

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
Es compleja la identificación de los servicios fijos	Los servicios fijos de una agencia cantonal están dispersos y existen varios tipos de causas para catalogarlos	Bajo rendimiento y efectividad, demasiadas precauciones para el cambio de hidrómetros	Implementación modelo de mejora continua de procesos de planeación, operación, mantenimiento y control comercial del servicio de acueducto.	Se aplicarán criterios de economías de escala para la reposición e instalación de nuevos medidores, reemplazando por una sola vez los hidrómetros de cada ruta de lectura.
No existe actualización o mantenimiento permanente del catastro de clientes	No existen parámetros o procedimientos en gestión comercial ni en EL REGLAMENTO DE PRESTACION DE SERVICIOS A LOS CLIENTES	Dificultades para realizar gestiones individuales rutinarias o planes específicos de gran cobertura		Se crearán mecanismos y herramientas que permitan identificar los clientes o usuarios del servicio cuyos datos se encuentran actualizados en el sistema de información comercial
No existe un inventario, en el nivel nacional o en algunas regiones, sobre los centros urbanos con catastro de suscriptores actualizado	No hay cultura de información, ni políticas de supervisión y control comercial	No hay control de eficiencia sobre la gestión comercial		Se crearán mecanismos que permitan identificar y controlar la actualización de los datos de los clientes o usuarios del servicio en el sistema de información comercial

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
No existe un inventario, o un indicador en el nivel nacional o regional, que refleje la cantidad de agua facturada sobre la base de un catastro de suscriptores actualizado	No hay cultura de información, ni políticas de supervisión y control comercial	No hay control de eficiencia sobre la gestión comercial		Se crearán mecanismos que permitan identificar y controlar la actualización de los datos de los clientes o usuarios del servicio en el sistema de información comercial
No utilizan procedimientos, en el nivel nacional, para supervisar y controlar la ejecución de catastro de suscriptores	No hay cultura de información, ni políticas de supervisión y control comercial	No hay control de eficiencia sobre la gestión comercial		Se crearán mecanismos que permitan identificar y controlar la actualización de los datos de los clientes o usuarios del servicio en el sistema de información comercial
<b>Lectura y facturación</b>				
Falta de sincronización de la zonificación comercial con la zonificación operativa	No hay cultura empresarial	Limitaciones para calcular el IANC por períodos. Imposible desagregar el IANC por zonas de operación		Las rutas de lectura de consumo mensual serán ajustadas para que coincidan con la zonificación operativa de cada sistema de acueducto

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
Distanciamiento entre los beneficios potenciales del sistema comercial centralizado y las acciones realizadas en el contacto directo con los clientes	No hay cultura de información, ni políticas de supervisión y control comercial	Dificultades para realizar análisis directos de estadísticas por sus causas. Detalles importantes se almacenan como texto en la agenda de los clientes		Las direcciones regionales serán responsables directos por el resultado periódico de la gestión comercial del servicio de acueducto. Para ello, implementarán procesos de seguimiento a las estadísticas y a los análisis de las anomalías tramitadas en su jurisdicción
En el nivel central no realizan análisis periódicos a los resultados de la gestión de las sedes cantonales	No hay cultura de información, ni políticas de supervisión y control comercial	Dificultades para desagregar diferencia entre facturación bruta y facturación neta		La dirección de servicio al cliente implementará los ajustes necesarios al sistema de información comercial, que permitan generar reportes mensuales, expresados en términos de unidades de volumen, sobre los resultados de las diferentes etapas del proceso comercial

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
<b>Anomalías</b>				
En el sistema comercial no hay familiaridad en el uso de las unidades de medida de volumen	No hay cultura de información, ni políticas de supervisión y control comercial	Dificultades para realizar análisis directos de estadísticas por sus causas. Dificultades para desagregar diferencia entre facturación bruta y facturación neta		La dirección de servicio al cliente implementará los ajustes necesarios al sistema de información comercial, que permitan generar reportes mensuales, expresados en términos de unidades de volumen, sobre los resultados de las diferentes etapas del proceso comercial

**Tópico: Limitaciones Financieras**

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
Las regiones realizan el servicio, en lo técnico y comercial, pero carecen de autonomía para formular y ejecutar el presupuesto anual	Limitaciones de la cultura institucional	No hay control de eficiencia sobre la operación nacional. Dificultades para identificar y concensuar necesidades de inversión	Implementación modelo de mejora continua de procesos de planificación y control estratégico del servicio de acueducto.	Se aplicarán criterios de planificación y control estratégico, basado en un nuevo sistema de indicadores de eficiencia técnica y comercial, para la asignación y ejecución de los recursos

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
No existe disponibilidad de recursos de recaudo normal del servicio para alcanzar las metas necesarias en el programa de control y reducción de pérdidas	Los ingresos frente a los costos operacionales, administrativos y financieros	Es imposible programar el desarrollo del programa como una actividad normal en la prestación del servicio	Necesidad de obtener recursos mediante créditos externos nacionales o extranjeros	Se activarán los mecanismos para gestionar recursos de endeudamiento interno y externo que permitan el financiamiento y la sostenibilidad del programa de control de pérdidas
Los costos de personal no son aplicados desde la fuente	El sistema de planilla no está en interface directa con el sistema de costos de SAP	No se puede aprovechar al máximo la capacidad de la herramienta de costos	Actualizar y unificar herramientas de costos y de gestión de planilla	Se actualizará e implementará una nueva estructura de costos basada en actividades, en todo sistema de acueducto y región de AyA
La estructura por centros de costos no corresponde a la cadena de valor del servicio de acueducto	La estructura de costos son centros de costos principales por gestión o por ubicación geográfica	No se pueden identificar los costos asociados a los procesos de planificación, operación, mantenimiento y control del servicio	Actualizar la estructura de costos y gastos	Se actualizará e implementará una nueva estructura de costos basada en actividades, en todo sistema de acueducto y región de AyA
No aplican un sistema de costeo por actividades	La estructura de costos son centros de costos principales por gestión o por ubicación geográfica	No se pueden identificar los costos de las actividades asociadas a los procesos de planificación, operación, mantenimiento y control del servicio	Actualizar la estructura de costos y gastos	Se actualizará e implementará una nueva estructura de costos basada en actividades, en todo sistema de acueducto y región de AyA

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
No existe familiaridad en la utilización de costos como indicadores de desempeño	Los criterios de control estratégico aplicados no utilizan análisis de gestión costos eficientes para evaluar el desempeño de las dependencias de la organización	Aunque los indicadores de gestión financiera de costos son generados no son utilizados en la planificación y control estratégico	Implementación modelo de mejora continua de procesos de planificación y control estratégico del servicio de acueducto.	Se diseñará y aplicará un mecanismo de gestión gerencial basado en indicadores, originados a partir de datos tomados desde la fuente, para comparar el desempeño técnico, comercial y financiero de las regiones y de cada uno de sus sistemas de acueducto

**Tópico: Limitación Organizacionales y de Alineación Estratégica**

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
No están a la vista programas estructurados de cultura organizacional	No hay cultura empresarial	Dificulta para implementar planes más allá de las capacidades colectivas de la organización	Diseñar y dotar al personal de recursos para aumentar y mejores capacidades	Se implementará el modelo de mejora continua en toda la organización de AyA
No están documentados los mapas de procesos de las unidades estratégicas de operación y mantenimiento	No hay cultura empresarial	Dificultad para diferenciar las responsabilidades en el suministro de productos	Implementación modelo de mejora continua de procesos	Se iniciará, en cada zona geográfica y en cada área funcional de AyA, como parte del programa de cultura empresarial, el levantamiento y documentación de los mapas de procesos

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
Débil comunicación directa entre la operación de los sistemas de acueducto y el nivel técnico nacional	No hay cultura empresarial	Dificultades para identificar y concensuar necesidades de inversión	Implementación modelo de mejora continua de procesos de planificación y control estratégico del servicio de acueducto.	Se diseñará y aplicará un mecanismo de gestión gerencial basado en indicadores, originados a partir de datos tomados desde la fuente, para comparar el desempeño técnico, comercial y financiero de las regiones y de cada uno de sus sistemas de acueducto
Debido a la falta de recursos, han limitado el apoyo para el desarrollo de los procesos operativos de acueducto, estos se encuentran estancados	No hay cultura empresarial	Asimetría en la evolución de la gestión operativa con la gestión financiera y comercial	Implementación modelo de mejora continua de procesos de planificación y control estratégico del servicio de acueducto.	Se diseñará y aplicará un mecanismo de gestión gerencial basado en indicadores, originados a partir de datos tomados desde la fuente, para comparar el desempeño técnico, comercial y financiero de las regiones y de cada uno de sus sistemas de acueducto

Hallazgo	Causa	Efecto	Solución	Políticas
Desequilibrio marcado entre los sistemas de soporte para el funcionamiento de las áreas comercial y financiera con el área técnica	No hay cultura empresarial	Dificultad para identificar las necesidades del proceso de realización del producto. En lo financiero y comercial es una empresa nacional, en lo técnico son múltiples sistemas independientes	Implementación modelo de mejora continua de procesos de planificación y control estratégico del servicio de acueducto.	Se diseñará y aplicará un mecanismo de gestión gerencial basado en indicadores, originados a partir de datos tomados desde la fuente, para comparar el desempeño técnico, comercial y financiero de las regiones y de cada uno de sus sistemas de acueducto
Falta de identificación de las unidades estratégicas de negocios para el cumplimiento de las funciones	No hay cultura empresarial	Percepción de la organización como un todo o en áreas independientes, sin unidad colectiva en la responsabilidad por el resultado de las actividades de la prestación del servicio de acueducto	Implementación modelo de mejora continua de procesos de planificación y control estratégico del servicio de acueducto.	Se implementará el modelo de mejora continua en toda la organización de AyA

## Conclusiones y Recomendaciones

El AyA debe formular y desarrollar un programa estructurado de control y reducción de pérdidas, para atender los requerimientos de la ARESEP mediante las resoluciones 3363 del 26 de febrero de 2004<sup>19</sup> y 6282 del 2 de febrero de 2007<sup>20</sup>.

En las regiones se han concentrado en solucionar el problema de suministro de agua potable por encima del control sobre la eficiencia, el cuál tampoco se ha llevado a cabo desde la sede central.

El indicador de agua no contabilizada se ha mantenido inmodificable entre los años 1989 y 2006, alrededor del 50%. La cifra nacional está muy influenciada por la región metropolitana, cuyo nivel de pérdidas a su vez está afectado por la deficiencia en el suministro de agua potable. Es urgente implementar el programa de control de pérdidas con énfasis en la región metropolitana, para el beneficio de los usuarios afectados regularmente con los racionamientos y de las finanzas de AYA que aumentarán con la aplicación del programa.

Existen limitaciones de fondo para realizar correctamente el cálculo de agua no contabilizada y tampoco es posible desagregarlo. Es necesario aumentar la macromedición y sincronizarla con las lecturas de micromedición, de acuerdo con la conformación de los sistemas de distribución. Se recomienda ajustar las rutas de lectura de conformidad con las zonas de operación, de manera integral con la formulación del programa estructurado de control de pérdidas.

No existe una política de macromedición estructurada, sobre datos de caudal, nivel y presión, como principal insumo para realizar la operación de los sistemas o como herramienta básica de un sistema de información para el análisis de los resultados de la operación. Se recomienda implementar el aumento de macromedición en forma gradual, a partir de cada sistema matriz con expansión hacia las zonas de distribución, empezando por el sistema de la región metropolitana y en sistemas críticos de otras regiones.

---

<sup>19</sup> Expediente ET-157-2003, Resolución RRG-3363-2004, Febrero 26 de 2004.

<sup>20</sup> Expediente ET-157-2003, Resolución RRG-6282-2004, Febrero 2 de 2007.



El sistema SCADA, para la supervisión, control y adquisición de datos está implementado incipientemente y parcialmente en algunos componentes de sus sistemas de acueducto.

No existe una política de implementación y fortalecimiento del catastro de redes y su utilización en modelos de simulación hidráulica, tampoco hay claridad sobre cuáles son las oficinas responsables de la ejecución, supervisión y control de actualización de esta actividad.

En general, no existe una política de planeación y de operación de los sistemas de acueducto basada en un mecanismo formal de información, tampoco tienen planes o manuales de operación.

Se recomienda implementar un sistema de información técnica a partir de cada sistema, con cobertura inicial en el sistema matriz pero con posibilidades de expansión hacia las zonas de operación, basado en instrumentación en línea, para la operación eficiente al nivel local y como insumo para un sistema nacional de información que facilite las labores de supervisión de la calidad del servicio.

En la campaña de micromedición, no se está aprovechando la economía de escala en la instalación, también existen limitaciones de información. Se recomienda revisar las políticas de micromedición de manera integral con la formulación del programa estructurado de control de pérdidas.

No existe un sistema catastral, se desconoce la cantidad de usuarios con información actualizada, inclusive los datos de los medidores. Se recomienda actualizar el censo de usuarios y medidores, de manera integral con la formulación del programa estructurado de control de pérdidas.

Existe un distanciamiento entre el manejo centralizado del sistema comercial y las acciones realizadas en las direcciones regionales, quienes no tienen en realidad ninguna autonomía ni responsabilidad por los resultados comerciales.

No existe la cultura de expresar las relaciones con los clientes en términos de unidades de volumen de agua, utilizan frecuentemente las cifras en moneda. Esto dificulta cualquier tipo de análisis o seguimiento a las anomalías reportadas durante el proceso de facturación o por parte de los usuarios.

**Diagnostico de la situación  
organizacional y operativa  
prevaleciente en AyA, como elementos  
básicos para desarrollar un Programa  
Integral para el control de la reducción  
de perdidas en los sistemas operados  
por AyA en todo el país**

## **PARTE 2**

**PLAN DE ACCIÓN PARA EL DISEÑO E  
IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA  
INTEGRAL DE CONTROL Y  
REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN AYA**



# SUMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>CONCEPTUALIZACIÓN.....</b>	<b>6</b>
2.1	ESTRATEGIA.....	7
2.2	DESCOMPOSICIÓN DEL IANC POR ZONAS DE OPERACIÓN.....	8
2.3	ESTRUCTURACIÓN DEL PROGRAMA.....	10
2.4	INDICADORES.....	11
<b>3</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN.....</b>	<b>13</b>
3.1	CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LA ESTRATEGIA GENERAL.....	14
3.2	PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.....	17
3.2.1	<i>Fase 1: Sistema matriz.....</i>	<i>17</i>
3.2.1.1	Macromedición.....	17
3.2.1.2	Supervisión, control y datos.....	18
3.2.1.3	Cálculo de IANC agregado.....	19
3.2.1.4	Modelación hidráulica.....	20
3.2.1.5	Búsqueda de fugas en tanques y líneas de conducción.....	20
3.2.2	<i>Fase 2: Zonas de operación.....</i>	<i>20</i>
3.2.2.1	Diseño de zonas.....	21
3.2.2.2	Materialización de zonas.....	21
3.2.2.3	Macromedición portátil.....	22
3.2.2.4	Zonificación de la información comercial.....	22
3.2.2.5	Catastro de clientes.....	22
3.2.2.6	Micromedición.....	23
3.2.2.7	Macromedición fija.....	23
3.2.2.8	Modelación hidráulica.....	24
3.2.2.9	Cálculo de IANC desagregado por zona.....	24
3.2.2.10	Desagregación del IANC por zona.....	24
3.2.2.11	Búsqueda de fugas.....	26
3.2.2.12	Control activo de presión.....	27
3.3	METAS DEL PROGRAMA.....	28
3.3.1	<i>Metas generales.....</i>	<i>28</i>
3.3.2	<i>Metas específicas.....</i>	<i>28</i>
<b>4</b>	<b>FÓRMULA PARA LA EJECUCIÓN.....</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>FINANCIACIÓN Y COSTOS DEL PROGRAMA.....</b>	<b>33</b>
5.1	FINANCIACIÓN DEL PROGRAMA.....	33
5.2	COSTOS DEL PROGRAMA.....	35
<b>6</b>	<b>MECANISMO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL PROGRAMA.....</b>	<b>38</b>

6.1	INDICADORES OPERATIVOS .....	38
6.2	INDICADORES DE COSTOS EFICIENTES .....	38
<b>7</b>	<b>RECURSOS REQUERIDOS .....</b>	<b>40</b>
7.1	RECURSOS INTERNOS .....	40
7.2	RECURSOS EXTERNOS .....	40
<b>8</b>	<b>CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>42</b>
8.1	ETAPA DE PREINVERSIÓN .....	42
8.1.1	<i>Contratación de gerencia e interventoría</i> .....	43
8.1.2	<i>Actividades Técnicas</i> .....	43
8.1.2.1	Recopilación de información técnica de la infraestructura .....	43
8.1.2.2	Recopilación de información de registros de operación .....	43
8.1.2.3	Recopilación de información de registros de mantenimiento .....	43
8.1.2.4	Delimitación de la zona de influencia del sistema matriz .....	44
8.1.2.5	Delimitación de las zonas de influencia del sistema secundario .....	44
8.1.2.6	Delimitación de las zonas de influencia de tipo cascada .....	44
8.1.2.7	Definición de macromedición permanente .....	44
8.1.2.8	Implementación de macromedición en sistema matriz .....	44
8.1.2.9	Modelación hidráulica .....	45
8.1.2.10	Definición de macromedición portátil .....	45
8.1.2.11	Definición del sistema de supervisión y control .....	45
8.1.2.12	Definición del sistema de información técnica .....	45
8.1.3	<i>Actividades Comerciales</i> .....	45
8.1.3.1	Recopilación de información de zonas comerciales y rutas de lectura .....	45
8.1.3.2	Armonización de las rutas de lectura con las zonas de operación .....	45
8.1.3.3	Recopilación de registros históricos de facturación por zona de operación .....	46
8.1.3.4	Plan piloto de validación del censo de clientes .....	46
8.1.3.5	Plan piloto de validación del censo de micromedidores .....	46
8.1.4	<i>Actividades Financieras</i> .....	46
8.1.4.1	Diseño e implementación de nueva estructura de costos por actividades .....	46
8.1.4.2	Diseño e implementación de sistema de reportes e indicadores .....	46
8.1.4.3	Actividades Precontractuales .....	46
8.2	ETAPA DE INVERSIÓN .....	47
<b>9</b>	<b>AJUSTES Y EXPANSIÓN DEL PROGRAMA .....</b>	<b>48</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>11</b>	<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>52</b>
<b>12</b>	<b>ANEXO 2 .....</b>	<b>54</b>
<b>13</b>	<b>ANEXO 3 .....</b>	<b>56</b>
<b>14</b>	<b>ANEXO 4 .....</b>	<b>58</b>
<b>15</b>	<b>ANEXO 5 .....</b>	<b>60</b>

# 1

## Introducción

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, requiere formular y desarrollar una estrategia de control de pérdidas, para cumplir con compromisos adquiridos con la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, pero también en respuesta a la crítica situación que presentan algunos de sus sistemas desde hace varios años.

El nivel histórico de pérdidas de agua potable de los sistemas de AYA riñe hoy en día con la capacidad de las fuentes de suministro de agua, de tal manera, que ha sido necesario aumentar la explotación de los acuíferos para balancear las necesidades de agua potable con la oferta de los sistemas.

En el área metropolitana operado por AYA el déficit de agua potable ha sido histórico, ya están copadas las fuentes de suministro, han tenido que implementar de manera permanente planes de racionamientos por fases que han afectado la continuidad del servicio en un número importante de usuarios. Cada vez que se presentan problemas de calidad en la fuente superficial de Orosi, deben aumentar la capacidad de las fuentes subterráneas y proceder al suministro de agua por bombeo, motivo por el cuál se encarecen los costos de producción y distribución del líquido.

La solución a corto plazo de aumento de capacidad instalada del sistema, al menos de las fuentes de abastecimiento, es improbable por que no hay disponibilidad de estudios de plan maestro para orientar las inversiones necesarias.

De tal manera que es el momento oportuno para introducir un plan estructurado que le permita a AYA solucionar, prioritariamente a corto plazo la falta de continuidad en el suministro y, a mediano plazo, mejorar las condiciones de servicio, mediante la operación eficiente de sus sistemas.

El rezago que tiene el sistema de operación del servicio de acueducto a nivel nacional, en todos los aspectos, es tan significativo que sería muy fácil señalar la realización de actividades a gran escala en todo el territorio el país.

El presente documento pretende orientar a los funcionarios de AYA, especialmente en el nivel político y directivo, en la toma de las decisiones requeridas para poner en marcha y establecer un programa de control de pérdidas como una parte de la cultura institucional de mediano y largo plazo.

En relación con el control de pérdidas, es muy común encontrar el mismo tipo de deficiencias, especialmente en aquellos operados directamente por la administración pública, por lo tanto, es probable encontrar manuales en el mercado que tratan de estandarizar las también las soluciones a este tipo de problemas.

El diagnóstico que hemos realizado nos permite tomar en consideración las particularidades de AYA y de la forma como administra sus sistemas de acueducto para identificar las acciones necesarias que serán incorporadas en el programa de control y reducción de pérdidas.

Debido a la naturaleza del estudio, el plan de acción que se presenta a continuación no contempla valoraciones precisas o cálculos matemáticos para el presupuesto aproximado del programa.

Es tan grande la necesidad de recursos para optimizar la operación de los sistemas de acueducto de AYA, que consideramos necesario llevar a cabo acciones en varias fases que permitan revisar oportuna y objetivamente los resultados obtenidos con los proyectos específicos implementados.

Esto significa, que se deben desarrollar criterios para la identificación de prioridades y, también, mecanismos de seguimiento de costos eficientes en los diversos ámbitos del programa. De esta manera, podrán realizarse revisiones específicas de las metas de reducción mediante la expansión del programa de control hacia las siguientes fases de desarrollo.

Uno de los aspectos prioritarios en AYA es la necesaria transferencia de conocimientos por cuenta de los relevos generacionales que puedan coincidir con la ejecución de los proyectos. Para ello, es preciso documentar todos los procesos y actividades involucradas que permitan conservar la memoria institucional y facilitar la continuidad de los proyectos en el largo plazo.

Finalmente, los proyectos constitutivos del programa no pueden, al menos en esta etapa, incluir presupuestos aproximados, debido a la falta de información para dimensionar el alcance específico de los mismos.

## 2

# Conceptualización

Es fundamental definir cuales son las metas y objetivos que pretende alcanzar AYA en su programa de control y reducción de pérdidas.

Por definición, la fórmula de agua no contabilizada únicamente permite realizar el cálculo a partir de información existente. Pero cuando se trata de proponer un valor aceptable o ideal para el sistema de acueducto, nos enfrentamos a un problema matemáticamente imposible de resolver por que, a futuro, es incierto el valor del volumen de agua producida y su correspondiente par de agua facturada.

Existen múltiples combinaciones para resolver la fórmula de manera anticipada cuando se propone un valor deseable de agua no contabilizada, pero en el campo de las matemáticas se trata de una ecuación con dos incógnitas. Entonces, al final a cada sistema le corresponderá un único par de valores para el índice de agua no contabilizada.

Arriesgarse a estimar cifras de agua producida y facturada puede conducir a la formulación incorrecta de soluciones, en otras palabras, el programa se enfocaría en reducir fugas de agua cuando en realidad podría tratarse de asuntos comerciales y viceversa.

Dado que es imposible anticipar un valor matemáticamente exacto y, para no entrar en el terreno de las especulaciones debemos recurrir a otro tipo de método de aproximación para la formulación de metas de agua no contabilizada.

Al principio es una labor un poco complicada, por que las metas que se alcanzan en el transcurso del programa son de tipo cuantitativo y cualitativo. En realidad, la optimización de los procesos de planeación, operación, mantenimiento y control del servicio de acueducto debe ir acompañada de ajustes en otras de la organización de AYA.

La naturaleza del control de pérdidas es alcanzar niveles óptimos en la realización de los procesos, que por definición deben repetirse periódicamente, como sucede en cualquier proceso de mejora continua.

Proyectos intensivos de detección y reparación de fugas no estructurados adecuadamente pueden contribuir a resultados importantes en reducción de agua no contabilizada pero completamente efímeros si es que no se logra detectar algunas ineficiencias latentes que permanecen ocultas debido precisamente al éxito de los resultados.

Por esta razón, es una función explícita de la consultoría, establecida desde los términos de referencia, contribuir a la determinación de las metas de reducción con criterios de racionalidad económica.

En condiciones ideales el diagnóstico técnico debería arrojar los siguientes resultados: definir una estrategia precisa para resolver el problema, descomponer el nivel actual de agua no contabilizada por causas técnicas o comerciales, determinar el valor mínimo óptimo al que se quiere llegar considerando aspectos técnicos y económicos y estructurar un programa de trabajo orientado a alcanzar las metas presupuestadas.

## 2.1 Estrategia

En el estudio para el diagnóstico de la situación prevaleciente de agua no contabilizada en AYA<sup>1</sup>, encontramos que hay enormes dificultades para calcular correctamente el nivel de agua no contabilizada y mucho menos descomponerlo en zonas de operación o discriminarlo en los aspectos técnicos y comerciales.

La estrategia de control de pérdidas debe empezar por proveer los elementos necesarios para el cálculo preciso de este valor. Obviar esta etapa se traduciría, en cálculos erróneos a nivel agregado, que en todo caso no permitirían orientar acciones específicas en lugares localizados. Por esta razón, debemos utilizar datos oportunos y precisos de las actividades técnicas y comerciales para convertirlos en información valiosa y primordial en la toma de decisiones.

También identificamos, en los cálculos de agua no contabilizada realizados por el Departamento de Optimización de AYA<sup>2</sup>, que la información desde la fuente es incorrecta, debido la falta de sincronización en tiempo y espacio de los datos de producción y facturación, y que los datos de producción son imprecisos, debido a la metodología e insuficiencia de instrumentos de macromedición.

En este orden de ideas, la estrategia de control de pérdidas debería empezar por cubrir estas limitaciones en los procesos técnicos y comerciales.

Sin embargo, en lo que al aspecto técnico se refiere, el escaso nivel de cobertura nacional y, en particular de la región metropolitana, implicaría instrumentar súbitamente la macromedición en los sistemas de AYA.

---

<sup>1</sup> Diagnóstico y evaluación de acciones realizadas por AYA para el control y reducción de pérdidas desde 2003. Groupe Eau Marseille, Septiembre 2007.

<sup>2</sup> Metodología de Cálculo de Agua No Contabilizada, período 2003-2006.

Pero las regiones y el nivel nacional tampoco tienen un sistema de información para administrar, procesar y analizar los datos obtenidos desde la fuente. En pocas palabras, en AYA no está conceptualizada y no hay cultura de macromedición.

Los sistemas SCADA (supervisión, control y adquisición de datos, por sus siglas en inglés) de los acueductos operados por AYA, reciben información parcial e incompleta de macromedición (caudal, presión y nivel) de los componentes de las unidades de abastecimiento y distribución.

Entonces, la cuestión que debemos resolver es a que nivel es posible implementar un programa de macromedición acompañada del sistema de administración de datos.

A diferencia del área de ingeniería de AYA, la Dirección de Servicio al Cliente y los departamentos encargados de los procesos comerciales en las regiones, cuentan con una muy buena plataforma tecnológica e información actualizada para la realización de todas sus gestiones mensuales gracias, adicionalmente, a la conectividad del sistema.

No debería ser un inconveniente el ajuste de las rutas de lectura con respecto a las de distribución de agua potable, en pocos meses es posible alcanzar esta meta.

Es preciso anotar que, sin información correcta y oportuna es imposible aplicar objetivamente los mecanismos de supervisión y control del programa y tampoco será posible hacer las evaluaciones de costos eficientes de los proyectos a desarrollar para aumentar el alcance del programa.

## 2.2 Descomposición del IANC por zonas de operación

El propósito fundamental de controlar o monitorear las pérdidas es proveer información detallada para la realización de proyectos específicos que conduzcan a la reducción de agua no contabilizada.

En las actuales circunstancias es poco práctico sacar conclusiones sobre pérdidas técnicas y comerciales a un nivel muy agregado.

Cuando se observa el sistema de acueducto como un todo, suceden transacciones de agua de un lugar a otro, en cantidades variables y en circunstancias cambiantes por las condiciones de operación, también se presenta la extracción por efecto del consumo registrado de los clientes, más las pérdidas, cuyos componentes pueden ser enumerados pero no medidos.

Debe fraccionarse el problema de acuerdo con la configuración de la red de distribución, para propósitos técnicos y comerciales.

Desde un punto de vista técnico, todo sistema de distribución tiene este tipo de división o zonificación, en mayor o menor grado, que debe ser aprovechada para iniciar un proceso de subdivisiones sucesivas hasta alcanzar un nivel deseado de control sobre el sistema.

A cada zona se le aplican herramientas de pitometría, para garantizar que son controlables, es decir, que físicamente están delimitadas o aisladas de otras zonas, hasta lograr el control hidráulico, procurando minimizar la inversión en equipos de medición, obras de aislamiento y complementarias.

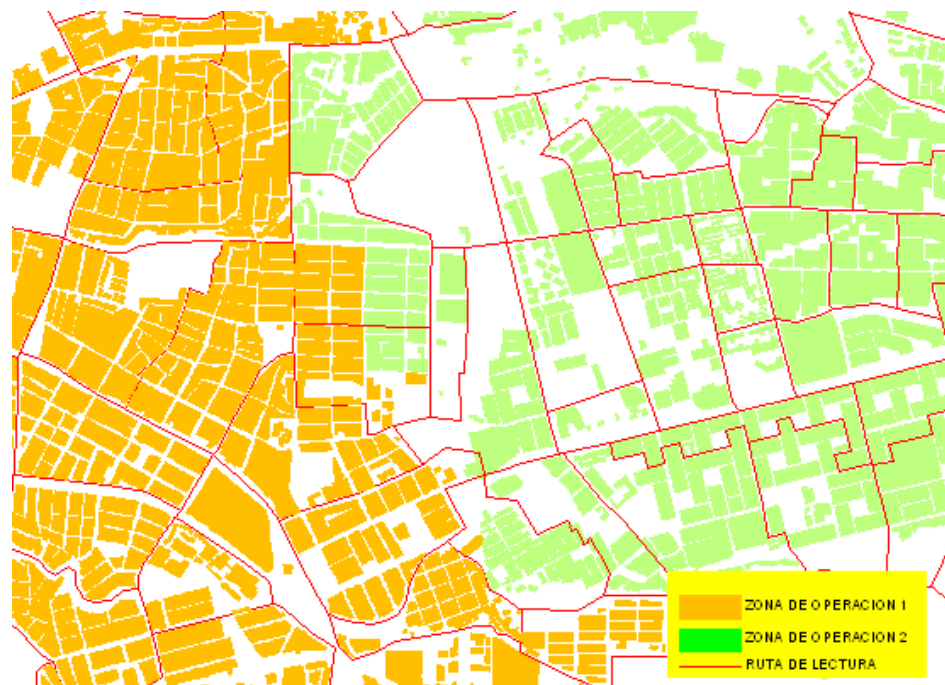
La calidad de la zonificación depende del nivel de equipamiento e instrumentación de la red. Zonas fraccionadas de mayor tamaño reducen los requerimientos de equipos, pero también reducen el control de la operación.

El estudio de diagnóstico identificó la existencia de zonificación operativa, pero el alcance no permite llegar a niveles de detalle suficientes para validar si las zonas de los sistemas de distribución de AYA están físicamente aisladas.

En caso contrario, será necesario incluir las actividades de diseño e implementación de la zonificación como uno de los proyectos del programa de control de pérdidas.

El tamaño y disposición de la zonificación dependerá de las características del sistema de distribución, pero cada caso se debe estudiar de manera independiente para definir las características de la entidad óptima de zonificación del sistema.

Por lo general, los ciclos de lectura están desfasados geográficamente de la zonificación operativa. En ese orden de ideas, las rutas de lectura se cruzan con las divisorias de la zonificación operativa que definen los límites de las zonas.



**Esquema N.º 1, Interferencias entre zonas operativas y zonas comerciales**

El Esquema No. 1 nos ayuda a representar las interferencias entre las zonas de operación 1 y 2 de un sistema de distribución con la zonificación de las rutas de lectura. Alcanzamos a observar cuatro zonas de lectura con interferencia de las zonas de operación. Esta situación suele encontrarse principalmente en los límites de las zonas, donde una ruta de lectura cruza dos zonas de operación. Debe ajustarse la ruta de lectura para separarla conforme a las zonas de operación.

Este desfase espacial ocasiona que los consumos facturados para usuarios de diferentes ciclos en la misma zona operativa, correspondan a diferentes períodos de tiempo (desfase temporal).

Desde la perspectiva comercial, se armoniza el sistema de información comercial y sus actividades de lectura y facturación con los límites definidos por la zonificación operativa, con el fin de facilitar la desagregación por causas o componentes las pérdidas técnicas y comerciales, gracias al balance de agua preciso en cada unidad de zonificación.

El proceso de ajuste de las rutas de lectura en AYA dependerá de qué tan definidas y materializadas están las zonas operativas en cada uno de sus sistemas de distribución de agua potable.

En cada zona fraccionada del sistema o zonas de operación, se controlan el suministro de caudales, las presiones de entrega, la macromedición y la micromedición.

De esta manera, se puede realizar el cálculo de agua no contabilizada al nivel de cada zona de operación y, si se desea, obtener un valor agregado para todo el conjunto. El cálculo por zonas puede realizarse el control de la presión en el subsistema, el control de fugas visibles y no visibles, la evaluación y optimización de la micromedición, la detección de conexiones clandestinas y fraudulentas, actuando prioritariamente sobre aquellas zonas con indicadores críticos de pérdidas.

## 2.3 Estructuración del programa

La formulación y desarrollo del programa de control de pérdidas comprende el diagnóstico de la situación, la definición de objetivos y de la estrategia a seguir, la estructuración del plan de inversiones bajo criterio de racionalidad económica y el control de los efectos esperados de los proyectos de reducción de pérdidas.

Los objetivos generales del programa de control de pérdidas pretenden reducir el desperdicio del recurso hídrico, incorporar en la base de datos del sistema de facturación la mayor cantidad de usuarios del servicio, facturar el consumo real de los usuarios, mantener en niveles muy bajos las pérdidas técnicas por fugas, racionalizar la producción especialmente en horas de bajo consumo, orientar los recursos con criterios de racionalidad económica, postergar inversiones en ampliación de capacidad y preservar la capacidad financiera de AYA.

Para lograr estos objetivos, se requiere ejecutar diversos tipos de tareas con diferente nivel de desarrollo, en función del estado y de las características propias del sistema.

En una secuencia lógica, el programa de control y reducción de pérdidas en AYA se debe desarrollar en tres etapas básicas: la primera informativa (suplir deficiencias de datos técnicos), la segunda de análisis y diseño (zonificación para la sincronización técnica y comercial) y la ejecución

propriadamente dicha de los proyectos estructurados con criterios específicos en zonas particularmente identificadas.

Estos proyectos se deben agrupar por objetivos específicos en proyectos de seguimiento y control, proyectos de optimización operacional y comercial, proyectos de información y proyectos de inversión.

Puesto que el ámbito de operación de AYA es en el orden nacional del territorio Costarricense, se recomienda estructurar particularmente los proyectos del programa en forma gradual, principalmente para aprovechar economías de escala, materializando las acciones en terrenos prioritarios y expandirlas, también prioritariamente, en sectores críticos del país donde exista el riesgo del suministro continuo del servicio de agua potable.

## 2.4 Indicadores

En el programa de control de pérdidas el mecanismo natural de seguimiento es el IANC. Este indicador puede utilizarse de varias maneras:

- ✓ Aplicando los valores acumulados durante un cierto período de tiempo, 6 o 12 meses por ejemplo, el sistema asume posibles errores que no alcanzan a distorsionar el resultado.
- ✓ Aplicando los valores puntuales, mes a mes, el sistema tiene la bondad de mostrar cambios que puedan el avance en el programa de detección, o viceversa.
- ✓ En una forma más objetiva nos aproximamos a la realidad cuando descomponemos el IANC por zonas, mediante la subdivisión de la red de distribución. Llegando incluso a descomponerlo por sus causas.

Hemos aprendido que el mejor uso que se le puede dar al IANC es la obtención de valores específicos para la subdivisión de la red de distribución por que nos permite señalar el camino hacia la reducción.

Sin embargo, el IANC puede ser muy estable, para valores muy elevados, un poco más del 65%, o para valores muy bajos, menos del 35%. Cuando el IANC alcanza valores muy elevados.

Esto sucede por que es muy difícil introducir al sistema de distribución una cantidad infinita de agua, entonces cuando el sistema se “satura” de pérdidas su comportamiento será asintótico. De la misma manera, al introducir un programa de eficiencia para disminuir las pérdidas el sistema de distribución alcanza un valor mínimo tal que, si se desea continuar disminuyéndolo, el esfuerzo será cada vez mayor para alcanzar un valor inferior al anterior, en este caso, su comportamiento también será asintótico.

Esto significa que el IANC no es un buen método para hacer seguimiento cuando los sistemas de distribución y facturación son muy ineficientes, por que a partir de cierto punto no “indica” el grado de deterioro.

Análogamente, el IANC tampoco es un buen método de seguimiento cuando se tiene la misión de hacer que los sistemas de distribución y facturación sean muy eficientes, por que a partir de cierto punto no “indica” el grado de avance.

Por otra parte, el IANC desagregado por zonas de operación o subdivisiones del sistema de distribución, tiene las mismas dificultades, solamente que a escala más pequeña. Pero en todo caso, si nos puede indicar que se puede seguir alcanzando un valor más bajo, pero a un costo cada vez mayor.

Entonces lo que hacemos, cuando introducimos costos en el método de cálculo de pérdidas, estamos comparando el costo económico de disminuir el IANC. Inclusive, es posible determinar cuál es el nivel óptimo del sistema de acueducto por que, al menos en la teoría del negocio, es imposible que el costo de disminuir pérdidas sea mayor que el costo del agua de una nueva fuente de abastecimiento.

En realidad, esta última afirmación tampoco es correcta por que, de una u otra forma, los costos históricos de la compañía deben haber sido afectados por la ineficiencia histórica de la gestión operativa y comercial.

Eso se traduce en, que la ineficiencia expresada en un IANC muy elevado debe estar asociada con una gestión de costos que también es ineficiente por que no identifica la “oportunidad” del manejo eficiente de la compañía.

O sea que la herramienta de costos debería proveer el mecanismo ideal para “detectar” las ineficiencias y arrojar costos reales en el servicio de acueducto.

A esto le temen los operadores, por que los costos reales deberían ser menores y, con toda seguridad, ningún ente regulador aceptaría introducir las deficiencias en el costo del servicio a los usuarios.

Cuando el operador se ve “presionado”, por el ente regulador, a establecer un mecanismo certero de costos reales del servicio, no le queda otra solución que empezar a disminuirlos internamente, pero sin deterioro de la calidad del servicio, lo cuál significa, un beneficio para la compañía y sus clientes.

Sobre este aspecto ya existe el precedente entre AYA y LA ARESEP<sup>3</sup>, pues desde el 2004 se le exigió implementar un sistema de contabilidad de costos.

Desde el año 1998, en la Dirección Financiera de AYA establecieron una tecnología de información y una estructura de costos para separarlos de la contabilidad clásica.

Consideramos fundamental optimizar el sistema de costos y gastos, tanto la herramienta como la estructura de costos, para introducir en ella los elementos que van a permitir evaluar el desempeño, en todas las áreas de AYA, del programa de control de pérdidas.

---

<sup>3</sup> Expediente ET-157-2003, Resolución RRG-3363-2004, Febrero 26 de 2004.

# 3

## Plan de acción

Uno de los factores claves del programa de control de pérdidas es la identificación de las verdaderas necesidades del operador.

Como las acciones tendrán que ser divulgadas, aplicadas y supervisadas por el personal de AYA, hemos propiciado su concurso desde la fase de diagnóstico buscando mantener en un alto nivel su interés por el programa.

El presente estudio lo hemos realizado de manera tal que, a los funcionarios que han participado suministrando información de sus dependencias, se les ha cuestionado para que respondan de manera proactiva, buscando con ello aumentar su sentido de pertenencia y defensa de los oficios que normalmente realizan en su calidad de proveedores del servicio más necesario para el ser humano.

Por su naturaleza, el programa de control de pérdidas implica la optimización de tareas, oficios y procesos que normalmente realizan en AYA como parte de la cadena de valor del servicio de acueducto.

Esto implica aproximar a los funcionarios, en todos sus niveles, a la prestación del servicio con el enfoque de servicio al cliente.

El control de pérdidas involucra a todos quienes intervienen en el proceso, desde el usuario hasta el regulador e inclusive otros organismos de control, por que no están familiarizados con las acciones realizadas con intensidad en procura de alcanzar las metas esperadas.

El programa de control de pérdidas, por definición, optimiza y aproxima a la institución hacia una visión empresarial donde el principal beneficiado son los clientes externos (usuario del servicio o cliente) e internos (funcionarios y contratistas) quienes recibirán el beneficio de un servicio eficiente y el incremento en sus competencias, incluso los funcionarios más experimentados de AYA.

La base fundamental para este propósito son los propios empleados de AYA, son quienes están en contacto directo con el cliente, conocen sus necesidades y además son concientes de sus propias

limitaciones. Como los principales protagonistas de este proceso, de ninguna manera deben sentir amenaza sobre sus puestos de trabajo o sobre la remuneración.

Es preciso lograr su concurso y comprometerlos con las metas del programa para evitar que se marginen del proceso, para ello deben realizarse acciones concretas de amplio espectro, programas de cultura empresarial, para mantenerlos incentivados y lograr su contribución en los resultados.

### 3.1 Criterios para el diseño de la estrategia general

AYA opera muchos sistemas de acueducto de todos los tamaños y características, en todo el territorio nacional y con diversos grados de eficiencia.

Para empezar, analizamos diversos puntos de vista del enfoque del programa formulando diversos criterios. Presentamos las desventajas y ventajas de diseñar la estrategia utilizando cada uno de estos criterios:

- La estrategia estará dirigida a abarcar una mayor cobertura de usuarios o sistemas.
  - ✓ Buscar eficiencia económica a costa del beneficio de la mayor cantidad de clientes implica riesgos para aquellos sistemas con pocos clientes pero en condiciones críticas de servicio. Pueden hacer uso racional de los recursos y su administración.
  - ✓ Lanzar un programa de control de pérdidas para cubrir una mayor cantidad de sistemas podría ser una decisión muy política, pero en materia de optimización de recursos, no se podría identificar casos críticos para priorizarlos; por principio, todos los sistemas recibirían el mismo tratamiento. El programa podría rezagarse e incluso acabarse antes de tiempo por falta de resultados concretos. No habría un aprovechamiento asegurado de las economías de escala. Las deficiencias generalizadas indican que AYA más bien se ha caracterizado por no supervisar y controlar sus acciones nacionales. Las deficiencias generalizadas indican que AYA no ha instrumentado mecanismos para supervisar y controlar sus acciones nacionales.
- La estrategia estará dirigida primordialmente hacia los sistemas críticos o sobre aquellos con mayor nivel de optimización.
  - ✓ Es relativamente sencillo alcanzar niveles importantes de reducción de pérdidas en sistemas críticos, aunque es un poco más demorado alcanzar los resultados cualitativos. Estos se necesitan para garantizar la sostenibilidad de los proyectos. El cliente de un sistema crítico puede notar que “se está trabajando” por resolver los problemas de servicio en un sistema crítico. En AYA no hay un registro o no está documentada la relación de casos críticos por región.
  - ✓ A un costo muy bajo podrían realizarse acciones concretas para alcanzar un nivel óptimo de servicio en un sistema más desarrollado. Pero tendría el inconveniente de tener que manejar los

problemas asociados a la falta de uniformidad de las tecnologías. No habría aprovechamiento de economías de escala.

- Concentrar las acciones en la región metropolitana o trabajar en más de una región.
  - ✓ La región metropolitana tiene los mismos problemas de las regiones, pero su concentración facilita el manejo de los recursos. En un programa bien estructurado otras regiones pueden obtener transferencia de conocimientos a partir de los resultados de la metropolitana. El beneficio es gradual pero se aprovechan economías de escala.
  - ✓ Experiencias anteriores han demostrado tener poco éxito en las regiones cuando se iniciaron con exclusividad en la región metropolitana. Las regiones pueden sacar ventaja del programa de la misma manera que la metropolitana. Las regiones tienen muchos más sistemas dispersos que la metropolitana. La economía de escala se convierte en un problema por la gran cantidad de recursos involucrados. El beneficio puede ser gradual pero no se aprovechan economías de escala.
- Se deben desarrollar los proyectos completos o por fases.
  - ✓ Los proyectos ambiciosos pueden ser tan beneficios como perjudiciales, aunque aprovechan muy bien la economía de escalas no pueden introducir correctivos con facilidad cuando el proyecto se encuentra en marcha. No son buenos los antecedentes de AYA en la ejecución de proyectos de inversión.
  - ✓ El proyecto desarrollado por fases implica alcanzar resultados parciales pero no impide alcanzarlos completamente. El mecanismo puede “aprender” de sus propios errores para corregirlos en desarrollo del programa, como en un programa de mejora continua. Permite un margen de tiempo para implementar ajustes en proyectos complementarios. No tienen garantizada la continuidad requerida para expandirlos. No son buenos los antecedentes de AYA en la ejecución de proyectos de inversión.
- La interacción de los proyectos del programa con otras acciones en curso implica suspenderlas o incorporarlas.
  - ✓ Fueron planificados con un propósito muy claro, pero falta acompañamiento integral en su desarrollo. Los logros cuantitativos y cualitativos son muy limitados por que no están acompañados de otras iniciativas. No han contemplado ni diseñado instrumentos y mecanismos de supervisión y control de estas acciones. Nuevamente la capacidad de gestión limitada de AYA puede afectar el desempeño de las acciones realizadas por fuera del marco del programa. Por falta de resultados concretos en estas acciones puede perder confianza el programa de control de pérdidas. Pueden alcanzar metas puntuales, independientes del programa de control de pérdidas



pero no garantiza su sostenibilidad. Si se suspenden pueden alinear mejor sus objetivos con los del programa de control de pérdidas.

- ✓ Las acciones adelantadas por AyA hasta ahora, normalmente se desarrollan como una parte integral del programa de control de pérdidas.
- El programa se ejecutará internamente o contará con el apoyo de terceros.
- ✓ Las unidades estratégicas de operación y comercialización están desalineadas y tienen un marcado desequilibrio en la disponibilidad de procedimientos y tecnologías de información y comunicación. Ajustar los mecanismos de planeación, diseño, ejecución, supervisión y control puede consumir una buena parte del plazo del programa. Las acciones directas del programa corresponden a actividades no realizadas durante un período de tiempo muy prolongado en los sistemas de AYA. Se requiere un cambio institucional muy importante que podría carecer de continuidad y producir un desgaste en la organización. Hay demasiadas tareas por realizar en todas las áreas, en la organización no hay un responsable directo para delegarle toda la responsabilidad. El control de pérdidas está en un nivel de responsabilidad sin jerarquía sobre otras áreas de la organización. En AYA la gestión está descentralizada, el nivel nacional planifica los programas y el nivel regional los ejecuta y responde por los resultados, pero no tiene autonomía para garantizar el éxito y el cumplimiento de las metas. En AYA han utilizado con alguna regularidad el concepto de unidades operativas especiales para liderar una iniciativa de carácter especial, inclusive en un programa de control de pérdidas, alcanzaron algunos resultados concretos. Aquí también es un factor adverso la capacidad limitada de gestionar proyectos de inversión. Tienen 5 años para presentar resultados concretos que la organización, con toda su fuerza laboral no ha podido mostrar por lo menos en 15 años. La participación del personal es fundamental en todos los niveles de responsabilidad y en varias áreas, esto compromete su capacidad de liderazgo por que no puede desempeñar el papel de juez y parte en el programa de control de pérdidas. Con el programa en marcha, los funcionarios todavía deben responder por el día a día de la administración pública, con menos disponibilidad de tiempo para programas especiales.
- ✓ En AYA están familiarizados con el concepto de unidades operativas especiales para liderar una iniciativa de carácter especial, deben encargarse de la supervisión del programa de control. Un tercero puede concentrarse en el programa sin tener que afrontar el día a día de la administración pública. Necesariamente un tercero tiene que asumir la responsabilidad por los compromisos adquiridos, aún contando con el apoyo de los funcionarios de AYA. Un tercero puede asumir una estructura más flexible pero enfocada hacia los resultados.

Los resultados del análisis de comparación entre factores que contribuyen a la orientación del programa de agua no contabilizada en AYA son los siguientes:

- La estrategia estará dirigida a abarcar una mayor cobertura de usuarios, pero con especial énfasis en sistemas con pocos clientes pero en condiciones críticas de servicio.

- La estrategia estará dirigida primordialmente hacia los sistemas críticos, pero debe establecerse un mecanismo para validar la fuente de información y elaborar una lista corta de casos críticos.
- Concentrar las acciones en la región metropolitana por que es el caso crítico a nivel nacional más representativo.
- Se deben desarrollar los proyectos por fases, pero con mecanismos de revisión y ajuste permanente, con criterio de mejora continua de procesos.
- La interacción de los proyectos del programa con otras acciones en curso implica suspenderlas o más bien aplazarlas para darle una orientación acorde con el programa de control de pérdidas.
- El programa se ejecutará con terceros pero contará con la supervisión y el apoyo interno.

## 3.2 Propuesta de implementación

Teniendo en cuenta el estado actual de pérdidas en los sistemas operados por AYA, el programa de control de pérdidas debe ser implementado de forma gradual en dos áreas básicas en diversas fases.

En la primera fase del programa se tendrá como meta cubrir las necesidades de información de macromedición del sistema matriz para calcular el IANC agregado.

En la segunda fase se materializará la subdivisión sucesiva del sistema de distribución en zonas con operación controlada hasta alcanzar el tamaño óptimo de las entidades de zonificación en las cuales se podrá determinar con precisión el nivel de agua no contabilizada, para desagregar las pérdidas y ejecutar las acciones de reducción correspondiente.

Debido a que el sistema de acueducto de la región metropolitana es el sistema crítico que suministra el servicio a la mayor concentración de clientes del país y para facilitar la comprensión de la propuesta, a manera de ejemplo, en lo sucesivo se utilizarán algunos datos específicos suministrados por el Departamento de Operación de la Región Metropolitana.

### 3.2.1 Fase 1: Sistema matriz

#### 3.2.1.1 Macromedición

En desarrollo de la estrategia de control de pérdidas deben proveerse los elementos necesarios para el cálculo preciso de agua no contabilizada del sistema matriz agregado. Adicionalmente, permitirá obtener para realizar el control técnico de la operación y la optimización de la operación de las estaciones de bombeo.

En esta primera fase se deberá mantener controlada la operación entre los puntos de producción y potabilización del sistema de abastecimiento y los límites del sistema matriz en los puntos de alimentación de la zonificación del sistema de distribución.

A este nivel, la instrumentación de la macromedición deberá contemplar todos aquellos elementos que se encuentren ubicados entre la entrada de agua al sistema de distribución y los límites del sistema matriz para determinar valores de caudal, nivel y presión.

A manera de ilustración, adjuntamos el Anexo N<sup>o</sup>. 1, correspondiente al esquema al sistema matriz de la región metropolitana. En este caso en particular, el acueducto de la región metropolitana, tiene 4 fuentes de suministro que le proporcionan más del 75% de agua producida y realizan el suministro del líquido directamente al sistema matriz interconectado. Más del 30% de la cantidad de agua producida que ingresa directamente al sistema matriz es conducida a través de 3 estaciones de bombeo principales y varias secundarias.

Se realizará medición continua de caudal de salida en cada fuente, en las tuberías de entrada y salida de los tanques de almacenamiento y en las derivaciones en ruta.

Medición continua de presión se hará en las salidas de las estaciones de bombeo y en puntos específicos de las líneas de interconexión.

Medición continua de nivel se realizarán en todos los tanques de almacenamiento

Otras 24 fuentes le suministran el caudal restante pero no se conectan directamente con el sistema matriz sino directamente lo hacen con puntos específicos de zonificación

En estos casos, la macromedición solamente contemplará, en esta fase, la medición de caudal a la salida de cada fuente.

Se debe realizar un estudio de las especificaciones particulares para la identificación, selección e instalación de los instrumentos de medición.

### **3.2.1.2 Supervisión, control y datos**

Los valores que continuamente registren los equipos, serán transmitidos directamente a través un sistema SCADA.

Esta tecnología comprenderá la transferencia de datos entre una central de servidores y los sitios remotos donde estarán ubicados los instrumentos de medición utilizando RTUs (por sus siglas en inglés) y entre la central de servidores y las terminales de los operadores.

El sistema SCADA consiste de:

- ✓ Dispositivos para la interfase de los datos de campo, unidades de terminales remotas (RTUs), o controladores lógicos programables (PLCs), los cuales realizan la interfase entre dispositivos sensores de campo, interruptores y actuadores.

- ✓ Un sistema de comunicaciones utilizado para transferir los datos entre los dispositivos de interfase de datos de campo, unidades de control y las terminales de los operadores en la central de servidores.
- ✓ Una central de servidores o estación central.
- ✓ Un sistema de comunicaciones utilizado cuando el operador de la Terminal se encuentre en un sitio alejado de la central de servidores.
- ✓ Paquetes de software denominados “interfase hombre máquina (MMI) para aplicaciones entre la central de servidores y las terminales de los operadores, soportar el sistema de comunicaciones y monitorear y controlar remotamente los dispositivos de interfase de datos de campo.
- ✓ Sistemas redundantes de respaldo.

El sistema SCADA se implantará por una sola vez y concentrará en un único sitio todos los datos del sistema de acueducto de la municipalidad, en una primera fase, para facilitar las actividades de supervisión y control de la operación y adquisición de los datos.

Para ello, deberá ser suficientemente flexible y permitir la incorporación gradual o periódica de nuevos elementos al sistema.

Se debe realizar un estudio detallado de las especificaciones particulares del sistema SCADA. Complementariamente, se establecerá un sistema de información técnica que se encargará de administrar los datos del sistema SCADA municipal y convertirlos en información de utilidad para el análisis posterior de la operación y otras actividades.

En la actualidad, están trabajando en la implementación de sistemas SCADA para varios sistemas en el LIMON, LIBERIA, PEREZ ZELEDÓN, pero esta previsto que sean independientes. Es muy importante que todos esos sistemas nuevos sistemas SCADA tengan a misma plataforma tecnológica y estén interconectados con el nuevo sistema de información técnica nacional.

Dicho sistema de información incluirá la generación de reportes de información jerarquizados y protocolos de comunicación con el sistema de información técnica nacional que consolidará los sistemas municipales.

### **3.2.1.3 Cálculo de IANC agregado**

Para el cálculo de IANC agregado, se tomarán en cuenta únicamente los registros de los instrumentos de medición de caudal de las tuberías de entrada de los tanques de almacenamiento y de las derivaciones en ruta.

### 3.2.1.4 Modelación hidráulica

Con base en la información del catastro de la red realizado según lo previsto en las normas existentes<sup>4</sup>, se conformará la topología de la red matriz y se estructurará un modelo hidráulico que será calibrado con la información de caudal, nivel y presión del sistema SCADA.

### 3.2.1.5 Búsqueda de fugas en tanques y líneas de conducción

El programa de búsqueda de fugas en el sistema matriz contribuye a calcular las pérdidas en los tanques de almacenamiento y líneas de conducción:

- ✓ Las filtraciones en los tanques pueden ser determinadas mediante pruebas de estanqueidad. Se cierran las válvulas de entrada y salida del tanque y se mide la caída del nivel de la lámina de agua a través del tiempo.
- ✓ El rebalse de agua en los tanques es ocasionado por la falla en las válvulas de altitud o válvulas de flotador. Un tanque de almacenamiento que permanece demasiado tiempo al nivel máximo puede ser un indicador de fallas en estos dispositivos.
- ✓ Las fugas en líneas de conducción se controlan mediante las lecturas de presión y caudal en los puntos permanentes, a través del sistema SCADA y con equipo portátil en otros puntos específicos del sistema matriz de transporte de agua. La detección se realiza mediante equipos especializados que detectan el sonido del agua, como geófonos, correladores, prelocalizadores, etc.

## 3.2.2 Fase 2: Zonas de operación

El sistema de macromedición de flujo en una red de distribución no solamente debe incluir la medición de flujo total desde las fuentes de producción o plantas de tratamiento, sino además, los flujos en las zonas de distribución. Estos datos les permiten a los ingenieros de operación entender y operar el sistema en áreas más pequeñas y realizar predicciones de demanda más precisas y controlar las pérdidas.

Por lo tanto, el sistema de medición debe ser jerárquico, en un determinado número de niveles, comenzando por las mediciones de producción, luego medición en zonas y distritos y, finalmente, en el medidor de consumo.

A manera de ilustración, adjuntamos el Anexo N<sup>o</sup>. 2, correspondiente al esquema a la región metropolitana, el cuál muestra un ejemplo de los diversos tipos de configuración de áreas de medición (DMA, por sus siglas en inglés):

---

<sup>4</sup> Diagnóstico y Evaluación de Acciones Realizadas por AYA para el Control y Reducción de Pérdidas. 2.2.4.1.3 Catastro de redes y Modelos de simulación.

- ✓ Las zonas tipo matriz corresponden a las zonas cuyo suministro se deriva de la red del sistema matriz de distribución. En la región metropolitana, corresponde a las zonas abastecidas de derivaciones del sistema matriz interconectado por los sistemas de abastecimiento: tres ríos, puente de mulas y la Uruca.
- ✓ Las zonas tipo ramificadas del sistema matriz o zonas tipo discretas. En la región metropolitana, pueden ser de este tipo las zonas de operación pavas y psiquiátrico.
- ✓ Las zonas tipo cascada, se derivan del sistema matriz pero abastecen una zona detrás de otra y así sucesivamente. En la región metropolitana, existen muchas zonas de este tipo, entre las que se destacan, por su tamaño y cantidad, las zonas operativas del norte de la ciudad: granadillas, guadalupe, moravia, coronados, etc.

### 3.2.2.1 Diseño de zonas

Si no se dispone de información que indique la existencia de zonificación en la red de distribución se procederá a realizar los diseños completos y se ejecutarán las obras necesarias para conformar zonas operativas de control hidráulico.

### 3.2.2.2 Materialización de zonas

Si se dispone de información que indique la existencia de zonificación en la red de distribución se procederá a verificar la materialización de las zonas de operación.

Para tal efecto, se verificará la materialización de la zonificación mediante chequeos de aislamiento en campo y comprobación del servicio a lado y lado de los límites mediante elaboración de planos piezométricos en las zonas colindantes.

Esta actividad contempla la revisión de obras y reparaciones programadas dentro del proceso de diseño y la definición de los puntos de medición en entradas y salidas del sector.

Los límites entre dos zonas deben ser reales y físicos. Para ello, será necesario suspender el flujo entre zonas vecinas, dejando continuas solamente las tuberías de red matriz.

El aislamiento será materializado con tapones o válvulas de cierre permanente, dotadas con un mecanismo de seguridad señalizado, de manera que se limite su accionamiento a situaciones de emergencia con el fin de tener la posibilidad de intercambio o suministro alterno.

En el caso de continuidad inevitable de tubería entre zonas vecinos, se instalarán puntos de medición fijos en los límites para totalizar los consumos por separado para cada zona.

En el caso del sistema de distribución de la región metropolitana, existen cerca 100 zonas de distribución o zonas de operación. Los funcionarios del Departamento de Operación tienen certeza de que la mayor cantidad de zonas tienen aislamiento.

Entonces, la mayor parte del trabajo estará concentrada en los chequeos de aislamiento. Esta actividad se debe ejecutar gradualmente por zonas agregadas que contengan una mayor de zonas de operación.

### **3.2.2.3 Macromedición portátil**

En esta segunda fase se utilizará macromedición portátil para verificar la materialización de la zonificación mediante chequeos de aislamiento.

Se debe realizar en forma gradual pero se pueden establecer varias comisiones trabajando simultáneamente.

### **3.2.2.4 Zonificación de la información comercial**

Comprende el ajuste de las rutas de lectura con respecto a los límites de las zonas operativas y su incorporación en el sistema comercial.

Esta labor se realizará previamente a la instalación de macromedición fija en la zona operativa. Esta acción permitirá la sincronización, en tiempo y espacio, de los datos de facturación con los datos de distribución medidos en los puntos de alimentación de la zona operativa.

Esta actividad se complementará con la actualización sistemática del censo de clientes.

En el caso de la región metropolitana, los funcionarios del Departamento Comercial deben hacer el ajuste de unas 1000 rutas de lectura.

### **3.2.2.5 Catastro de clientes**

La actualización del catastro de clientes surge como respuesta a la necesidad de mantener la base de datos de los clientes en niveles altos de confiabilidad para facilitar y mejorar la calidad de la información procesada por el sistema de información comercial.

Debe especificarse el alcance del censo de clientes, desde los puntos de vista de geográfico y del tipo de datos que deben ser recolectados en detalle. En el caso del censo de clientes domiciliarios se puede realizar con base en muestreos aleatorios, pero también se pueden realizar censos dirigidos específicamente hacia los grandes consumidores, clientes industriales y conjuntos habitacionales, entre otros, mediante los cuales se capture y analice la calidad y cobertura de los datos en el sistema de información comercial.

Estos resultados preliminares definirán las zonas donde es conveniente actualizar la base de datos con el censo de los clientes extendido predio a predio. El censo de clientes debe ser incorporado a la mayor brevedad a la base de datos, debe incluir:

- ✓ La codificación de la identificación de la zona operativa a la cuál pertenecen los clientes.
- ✓ La identificación de la ruta actual y de la ruta propuesta.

- ✓ La identificación y demás datos de los hidrómetros o medidores individuales.
- ✓ La identificación de clientes clandestinos.
- ✓ La identificación de cambios por tipo de uso.
- ✓ Cualquier otro tipo de anomalía.

### 3.2.2.6 Micromedición

En AyA tienen una gran ventaja, en este tema en particular, por que de acuerdo con el artículo 36 del REGLAMENTO DE PRESTACION DE SERVICIOS A LOS CLIENTES <sup>5</sup>, establece que AYA será responsable “de aportar el medidor de agua o hidrómetro así como su caja y accesorios. Los costos de reparación de daños al hidrómetro y sus accesorios, ocasionados por culpa grave o dolo del cliente, se cargarán en la cuenta del mismo en la siguiente facturación o mediante comprobante de ingresos”

Esto significa, que el cambio por reposición o la calibración y, en general, el mantenimiento del parque de micromedidores es de su total autonomía.

Los funcionarios del Departamento Comercial de la región metropolitana, pueden aprovechar esta oportunidad para proceder a la reposición de todos los medidores de cada ruta de lectura, aprovechando economías de escala y estandarizando los dispositivos de medición.

Igualmente, deben aprovechar la actualización del catastro de clientes para realizar esta labor.

No se recomienda continuar con la instalación de medidores aislados en una misma ruta de lectura.

Tampoco es recomendable continuar la actualización del censo de usuarios por fuera del programa de control de pérdidas por que será necesario realizarla en la desagregación del IANC por zonas.

### 3.2.2.7 Macromedición fija

En desarrollo de la estrategia de control de pérdidas deben proveerse los elementos necesarios para el cálculo preciso de agua no contabilizada a nivel de cada una de las zonas de operación. Adicionalmente, permitirá obtener para realizar el control técnico de la operación y la optimización de la operación de las estaciones de bombeo.

En esta fase se deberá mantener controlada la operación desde los límites del sistema matriz en los puntos de alimentación de la zonificación del sistema de distribución.

---

<sup>5</sup> AYA, Junta Directiva, Revisado y actualizado por Acuerdo de Junta Directiva el 21/08/2002, Acuerdo No 2002-324, Sesión 2002-066. Publicado en gaceta No. 177, del 16/09/02alcance No 66. Modificado por Acuerdo de Junta Directiva No. 2005-144 y publicado en la Gaceta 55 del viernes 18/03/2005. Modificación del Artículo 48 publicado La gaceta No. 106, viernes 2 de junio del 2006

A este nivel, la instrumentación de la macromedición deberá contemplar todos aquellos elementos que se encuentren ubicados a partir de los puntos de alimentación de la zonificación del sistema de distribución para determinar valores de caudal, nivel y presión.

Esta actividad se realizará en forma gradual empezando por las zonas que contengan la mayor cantidad de clientes en su área de influencia.

En el caso del sistema de distribución de la región metropolitana, existen más de 30 estaciones de bombeo en las zonas de distribución o zonas de operación.

Se realizará medición continua de caudal en las tuberías de entrada y salida de los tanques de almacenamiento y de las zonas operativas.

Medición continua de presión se hará en las salidas de las estaciones de bombeo y en puntos específicos de la red de distribución.

Medición continua de nivel se realizarán en todos los tanques de almacenamiento

Los puntos de macromedición serán incorporados al sistema SCADA en forma permanente.

### **3.2.2.8 Modelación hidráulica**

Con base en la información del catastro de la red realizado según lo previsto en las normas existentes<sup>6</sup>, se conformará la topología de la red de distribución, se estructurará un modelo hidráulico para cada zona de operación que será calibrado con la información de caudal, nivel y presión del sistema SCADA y de los consumos individuales del sistema de facturación.

### **3.2.2.9 Cálculo de IANC desagregado por zona**

El cálculo de agua no contabilizada por zona, conocido también como auditoria de la red, facilita las labores de campo al realizar la medición del volumen de agua a través de la red, como sustento de los cálculos del balance de agua y herramienta de ayuda en la localización de las pérdidas de agua. Para tal efecto, se consulta la información de los caudales del sistema SCADA en los puntos de alimentación de las zonas operativas y los consumos medidos en las rutas de lectura ajustadas previamente a las zonas operativas en el sistema de información comercial; finalmente, se realiza el cálculo de IANC para cada zona y se hace una clasificación por sectores críticos.

En el caso del sistema de distribución de la región metropolitana, existen cerca 100 zonas de distribución o zonas de operación para el cálculo de IANC.

### **3.2.2.10 Desagregación del IANC por zona**

Para poder realizar la desagregación del IANC por zona, se requiere recopilar y analizar la información de cada entidad de zonificación:

---

<sup>6</sup> Diagnóstico y Evaluación de Acciones Realizadas por AYA para el Control y Reducción de Pérdidas. 2.2.4.1.3 Catastro de redes y Modelos de simulación.

- ✓ Características comerciales, suministrada desde el sistema de información comercial:
  - Número de usuarios activos facturados y no facturados en el último período.
  - Número de usuarios ilegales dispersos estimados con base en censo predio a predio mediante la zonificación de la información comercial.
  - Número de usuarios en asentamientos clandestinos masivos.
  - Número y consumo no medido de conjuntos habitacionales.
  - Volúmenes facturados durante el último año.
  - Criterios para evaluar el error sistemático de los medidores y estimación de las fugas internas no cuantificadas por los medidores.
  - Coeficientes de variación estacional del consumo
  - Relación de grandes consumidores, clientes oficiales, clientes en facturación provisional.
  
- ✓ Características operacionales en cada entidad de zonificación
  - Presión promedio de la hora de demanda mínima.
  - Presión promedio de la hora de demanda máxima.
  - Caudal promedio del día laboral.
  - Caudal promedio del día de fin de semana.
  - Caudal mínimo diario laboral.
  - Caudal mínimo diario de fin de semana.
  - Caudal máximo diario laboral.
  - Caudal máximo diario de fin de semana.
  - Caudal máximo horario.
  - Caudal mínimo horario.
  - Caudal máximo diario.
  
- ✓ Características de mantenimiento en cada entidad
  - Tipo de daño (tubo madre, acometida, otro)
  - Material de la tubería
  - Diámetro

En cada unidad de zonificación se realiza el balance hídrico para determinar como se distribuye el caudal suministrado a la red de distribución, en la forma de consumos de todo tipo y pérdidas físicas), con el fin de determinar para cada entidad de zonificación el IANC, el valor absoluto de las pérdidas y desagregarlas por tipo de componente técnicas o comerciales.

Para realizar este balance se determinan en cada zona: volumen suministrado, volumen consumido por los clientes, volumen de pérdidas por fugas visibles, volumen de pérdidas no visibles y volumen de fugas inevitables.

### 3.2.2.11 Búsqueda de fugas

El programa de búsqueda sistemática de fugas en cada una de las zonas de operación, contribuye a calcular las pérdidas en los diferentes componentes de la red de distribución, desde los tanques de almacenamiento hasta las redes secundarias o menores y conexiones domiciliarias:

- ✓ Las filtraciones en los tanques pueden ser determinadas mediante pruebas de estanqueidad. Se cierran las válvulas de entrada y salida del tanque y se mide la caída del nivel de la lámina de agua a través del tiempo.
- ✓ El rebalse de agua en los tanques es ocasionado por la falla en las válvulas de altitud o válvulas de flotador. Un tanque de almacenamiento que permanece demasiado tiempo al nivel máximo puede ser un indicador de fallas en estos dispositivos.
- ✓ Las fugas en redes secundarias o menores, acometidas y conexiones domiciliarias se controlan mediante la detección de sonido característico con equipo especializado.

La búsqueda de fugas se realiza como resultado del análisis previo de los indicadores generados mediante la desagregación del IANC por zona y de la medición de caudales, los cuales definen las unidades o entidades de zonificación que deben ser investigados prioritariamente. Por lo tanto, esta actividad debe confirmar el número de fugas estimadas en la zona.

Adicionalmente, la búsqueda de fugas debe proveer el siguiente tipo de información:

- ✓ Investigación por la longitud establecida en el alcance de la actividad.
- ✓ Discriminación de las fugas encontradas, en la red y en acometidas.
- ✓ Aportar elementos de juicio para tomar decisiones de renovación de tuberías.
- ✓ Clasificación de las fugas
  - Visibles
  - No visibles
- ✓ Factores generadores de fugas
  - Movimientos del terreno
  - Corrosión de la tubería
  - Circulación de vehículos
  - Presión de servicio
  - Antigüedad de la tubería

- Condiciones de instalación
- Golpe de ariete – maniobra de válvula

Con la zonificación sincronizada de áreas operativas y rutas de lectura, el sistema comercial pretende detectar e incorporar a facturación los siguientes casos:

- ✓ Usuarios clandestinos dispersos y asentamientos clandestinos masivos. Los primeros se localizan en zonas de operación de la red oficial, en medio de otros predios con servicio normal, pero en situación ilegal con la empresa prestadora. Los clandestinos masivos se detectan mediante verificación de información de diversas fuentes, especialmente los catastros de usuarios y de redes, mapas de otras fuentes, fotografías aéreas, etc.
- ✓ Usuarios con imposibilidad de facturar, son aquellos ubicados en zonas de difícil acceso para el lector por condiciones topográficas complicadas o situaciones de inseguridad que le impiden realizar la lectura del consumo, entre otras causas.
- ✓ Predios que no registran consumo, por que tienen red propia, por solicitud de suspensión o corte definitivo del servicio, etc.

### **3.2.2.12 Control activo de presión**

El control de presión es una práctica común de la hidráulica aplicada, cuyo objeto es proteger las tuberías, localizadas aguas debajo de los elementos de control, de soportar valores excesivos por encima de su capacidad, que normalmente están asociados a la configuración de la red, y las conexiones e instalaciones domiciliarias de los clientes.

La presión de la red está directamente relacionada con el consumo de agua potable de los clientes instalados dentro de la zona de servicio de la red de distribución. En horas de mayor consumo, la presión del flujo de agua en el sistema disminuye hasta su valor máximo coincidiendo con la hora pico de más alto consumo. Por el contrario, en horas de bajo consumo, la presión del flujo de agua en el sistema aumenta hasta su valor máximo coincidiendo con la hora de más bajo consumo.

Esta dinámica se traduce en la necesidad de proteger las tuberías e instalaciones domiciliarias en horas de muy bajo consumo para evitar excesos de presión que pueden aumentar los daños y, por consiguiente, las pérdidas. Estas a su vez, están directamente relacionadas con la presión de la red de distribución: cuando la presión es muy baja las pérdidas son bajas y cuando la presión es muy alta las pérdidas aumentan.

La función del control activo de presión es suministrar el servicio de agua en una zona determinada de consumo, garantizando la entrega del líquido dentro de rangos de presión adecuados y entregando siempre los caudales requeridos, independientemente de las oscilaciones de la demanda.

Para poder controlar la presión en una zona operativa o zona de distribución, el suministro a esta zona debe estar plenamente garantizado y, posteriormente, se instala la estación controladora de presión.

Previo a la instalación de una estación controladora de presión se tiene que disponer de un modelo de simulación hidráulica calibrado, el cuál es utilizado para diseñar el sistema de normalización de presiones domiciliarias. El resultado será un plano balanceado de presiones de las zonas operativas, la racionalización del consumo y la disminución de daños.

### 3.3 Metas del programa

Mediante el programa de control y reducción de pérdidas, AYA debe esperar en primer lugar la evolución positiva de los parámetros que determinan el nivel de agua no contabilizada.

Por la parte técnica, el volumen de agua producida disminuirá gradualmente y, por la parte comercial, el volumen facturado aumentará también gradualmente.

El comportamiento en la evolución de estos parámetros está directamente relacionado con la intensidad y la continuidad de la realización de las actividades relacionadas.

Las Direcciones Regionales encontrarán cuál es el par de valores que le corresponde a sus unidades de distribución y comercialización para cada valor del IANC, como un reflejo de las condiciones particulares de sus sistemas y que son imposibles de determinar antes del inicio del programa.

#### 3.3.1 Metas generales

AYA debe esperar otra serie de resultados positivos que contribuirán en la sostenibilidad de estas actividades, que a mediano y largo plazo no serán sólo un programa sino la forma de hacer las cosas en el día a día de la prestación del servicio de acueducto.

Entre ellos, vale la pena destacar:

- ✓ Cumplimiento de los compromisos establecidos con LA ARESEP desde 2004
- ✓ Posicionamiento de AYA en la región
- ✓ Cultura empresarial en todos los niveles de AYA
- ✓ Visión empresarial del control de pérdidas
- ✓ Planeación y control empresarial basado en costos eficientes
- ✓ Fortalecimiento financiero
- ✓ Optimización operacional
- ✓ Optimización comercial
- ✓ Alineación estratégica de sus unidades de negocios (operación y comercialización)
- ✓ Equilibrio en sus sistemas de información técnico, comercial y financiero

#### 3.3.2 Metas específicas

En las condiciones actuales procedemos a enumerar, por categoría, las metas específicas que se pretenden alcanzar con el programa de control y reducción de pérdidas. Sin embargo en las condiciones actuales de información, no es posible elaborar un presupuesto detallado o aproximado de los costos de cada una de las actividades, pues se carece de la información básica para determinar el alcance preciso de cada una de las actividades. Para suplir esta deficiencia de

información, se requiere realizar un estudio detallado que suministre elementos claves en cada uno de los aspectos.

Los logros específicos estarán directamente relacionados con el presupuesto asignado al programa de control y reducción de pérdidas. Hemos propuesto una reducción posible en el IANC basados en el aseguramiento de los recursos para establecer e implementar las acciones prioritarias y estructurales del programa, sin embargo, consideramos que es posible alcanzar reducciones más significativas, hasta un 35% si se cumplen organizadamente los propósitos particulares de cada proyecto y se garantiza la financiación del presupuesto del programa de control de pérdidas.

- ✓ Reducción del IANC
  - Reducir gradualmente las pérdidas del sistema desde el 50%, en el primer año del programa, hasta un 25% en el décimo año (iniciativa de AYA propuesta a LA ARESEP)<sup>7</sup>.
  - Reducir las pérdidas del sistema hasta un 42% en el año 2011 en la región metropolitana.
  - Desagregación de las pérdidas por causas técnicas y comerciales
  - Análisis de daños por unidad de zonificación
  - Análisis de pérdidas técnicas por unidad de zonificación
  - Reducir las pérdidas por conexiones fraudulentas o por falta de medición.
  
- ✓ Mejorar la eficiencia operativa de AYA y de la región metropolitana:
  - Modernizar el sistema de distribución y dotar al Departamento de Operación de Acueducto de la región metropolitana de los métodos más adecuados para realizar su labor.
  - Establecer un sistema de información técnica.
  - Adquirir conocimiento de la red y su sistema de distribución.
  - Reducir los daños en la red y sus sobrecostos.
  - Identificar las zonas con tuberías deficientes para renovar la red de distribución.
  - Máximo aprovechamiento de la infraestructura disponible
  - Redireccionar los objetivos y el alcance del Plan Maestro de Acueducto de la Región Metropolitana.
  
- ✓ Formulación de proyectos estructurados de reducción de pérdidas con racionalidad económica:
  - Programar las obras e inversiones de acuerdo con sus costos.
  - Redireccionar los objetivos y el alcance del Programa de micromedición.
  - Redireccionar los objetivos y el alcance del censo de clientes, especialmente en la región metropolitana.

---

<sup>7</sup> Gestión Operativa de AYA 2007 - 2011.

- Detección y legalización de usos clandestinos y fraudulentos.
- Sincronización de ciclos de lectura y zonas de operación.
- Redireccionar los objetivos y el alcance del Programa de Macromedición, especialmente en la región metropolitana.
- Optimización del plano de presiones, especialmente en la región metropolitana.
- Detección y reparación sistemática de fugas visibles y no visibles.

## 4

# Fórmula para la ejecución

Cuando se trata de la realización de proyectos especiales, en AYA acostumbran conformar unidades específicas que se encargan directamente de implementar las fases de preinversión e inversión de estos proyectos. La conformación de estos equipos especiales y el personal de soporte, se lleva a cabo con base en las características y la naturaleza del proyecto.

En el caso del programa de control de pérdidas, no es indispensable la conformación de una unidad con fines especiales.

En su lugar, se debe conformar una unidad externa encargada directa y absolutamente responsable de los resultados del programa, dotada de los recursos financieros necesarios y con autonomía presupuestal para encargarse directamente de las fases de diseño, contratación, implementación y transferencia de conocimientos y resultados a la organización propia de AYA.

Esta unidad debe tener las características de una organización independiente para cumplir con plazos y metas sin las restricciones del sistema de contratación estatal que normalmente ha influido en el desempeño de los programas de inversión en AYA.

Para tal efecto, recomendamos constituir una entidad o unidad que se encargará fundamentalmente de las actividades relacionadas con la gerencia e interventoría del programa de control y reducción de pérdidas y de los proyectos correspondientes.

Estará conformada por empresas del sector público o privado nacional o internacional con capacidad administrativa y financiera y con experiencias exitosas comprobadas en el campo de control y reducción de pérdidas, no solamente en proyectos aislados sino principalmente en proyectos integrales donde hayan asumido el compromiso de obtener resultados concretos demostrables en reducción de pérdidas como requisito para la remuneración por sus servicios.

La gerencia e interventoría del programa estará acompañada de una unidad especial de coordinación, conformada por funcionarios de AYA, cuyo deber será garantizar el suministro oportuno de todos los recursos de todo tipo solicitados por la gerencia. En general, se encargará de proveer a nombre de AYA todos los recursos de personal, equipos y tecnología, materiales, que



sean necesarios para alcanzar los objetivos y metas del programa y sus proyectos específicos. Garantizará que la gerencia e interventoría utilicen organizada y racionalmente los recursos suministrados directa o indirectamente por AYA a través del contrato que vincule a las firmas que se encargarán de estas actividades.

Obtendrá el conocimiento y capitalizará las experiencias adquiridas con beneficio para AYA y documentará todas las acciones y sus resultados realizados en el marco del programa de control de pérdidas.

Se encargará de diseminar estos fundamentos a través de toda la organización de AYA y de obtener la transferencia de responsabilidades e implementación de nuevas acciones en cabeza única y directa de la organización de AYA, una vez hayan concluido las actividades del contrato de gerencia e interventoría.

## Financiación y Costos del Programa

### 5.1 Financiación del programa

Los estados de resultados<sup>8</sup> demuestran que es muy limitada la capacidad financiera de AYA para acometer las acciones del programa de control y reducción de pérdidas con recursos propios o provenientes de la tarifa del servicio de acueducto.

AYA deberá acudir al endeudamiento interno o externo para la obtención de los recursos que demandarán los proyectos que constituyen el programa, incluyendo las fases de preinversión puesta en marcha, ejecución y transferencia al AYA.

La cantidad aproximada de recursos será conocida una vez se adelanten las acciones de preinversión que normalmente son el prerequisite para los programas de control de pérdidas.

A manera de ejercicio de aproximación a los cálculos de los costos involucrados, podemos tomar como referencia la disminución en el volumen de producción de agua potable y el aumento en el volumen de la facturación de la región metropolitana. Para tal efecto, asumimos los siguientes criterios:

- ✓ Se tomarán como base los volúmenes, ingresos y costos operativos del servicio de acueducto del año 2006.
  
- ✓ El primer año del programa de inversión será el año 2009.

---

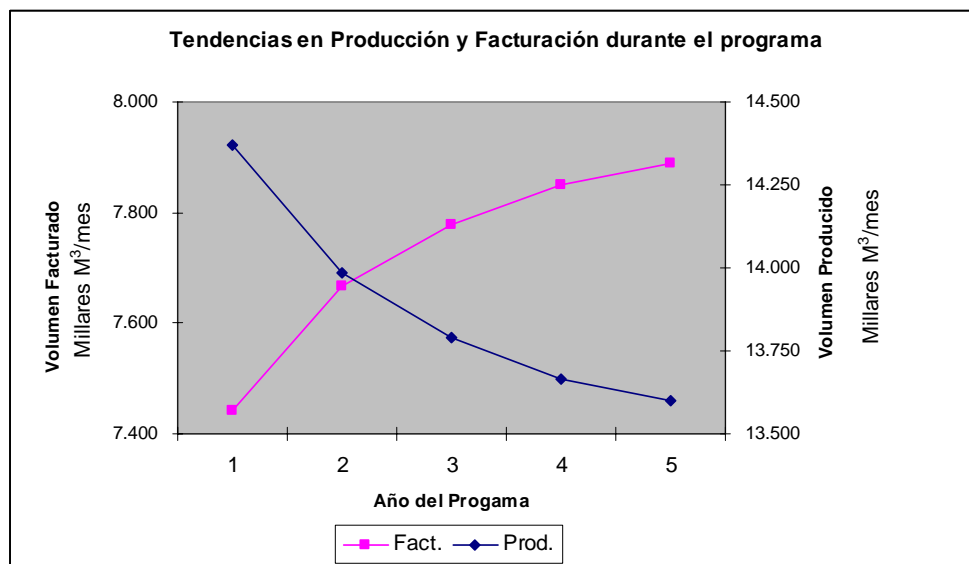
<sup>8</sup>Diagnóstico y Evaluación de Acciones Realizadas por AYA para el Control y Reducción de Pérdidas. 2.2.4.3.1 Identificación de aspectos que han limitado el avance y logro de metas concretas para reducir las pérdidas. Aspecto Financiero. Estado de Resultados.

- ✓ Las pérdidas se disminuyen de manera gradual durante los cinco años del programa.
- ✓ Las pérdidas se componen en las mismas proporciones tanto técnicas como comerciales.
- ✓ El componente técnico de las pérdidas se resta de la producción, disminuyendo los costos operativos totales de manera proporcional.
- ✓ El componente comercial de las pérdidas se suma a la facturación, aumentando los ingresos por concepto del servicio de acueducto.

En el esquema 2 es posible observar como se producirían las variaciones en los volúmenes de agua producida y facturada en el sistema de acueducto de la región metropolitana durante la ejecución del programa de control y reducción de pérdidas, según las metas previstas.

El resultado de este ejercicio, arrojó:

- ✓ Un incremento en el volumen facturado, al final del quinto año del programa, de más de 700.000 m<sup>3</sup> mensuales. Esta cifra se traducirá en mayores ingresos mensuales por facturación.
- ✓ Una disminución en el volumen producido, al final del quinto año del programa, de más de 1.250.000 m<sup>3</sup> mensuales. Esta cifra se puede aplicar como un menor costo de producción o como costo de oportunidad para atender la demanda de nuevos usuarios del servicio.



**Esquema N<sup>o</sup>. 2, Tendencias en volumen producido y facturado**

Esto significa que, al final del último año del programa de control de pérdidas puede generar mayores ingresos por facturación y disponibilidad del recurso hídrico de casi 2 millones de m<sup>3</sup> mensuales, equivalentes a unos 400 millones de colones o un incremento cercano al 18% en la facturación mensual en la región metropolitana.

Estas proyecciones arrojarían un incremento en el volumen total facturado de unos 95.000 m<sup>3</sup>, de los cuales 35.000 m<sup>3</sup> corresponderían a la cantidad de agua consumida por los clientes pero no facturada, 60.000 m<sup>3</sup> corresponderían a la cantidad de agua recuperada de las fugas o pérdidas técnicas que sería consumida y facturada por los clientes.

Esta cantidad de agua representaría mayores ingresos acumulados durante el programa por una suma aproximada de 19.000 millones de colones, sin contar con la disminución en los costos de producción y distribución de agua. Si tomamos en cuenta que, en la región metropolitana, la diferencia entre producir agua subterránea y agua superficial es del orden de 110 colones por m<sup>3</sup> y que cerca del 60% del agua se distribuye por bombeo, la disminución en los costos de producción y distribución sería del orden de 4.000 millones de colones durante el período de la ejecución del programa de control de pérdidas.

En total, entre mayores ingresos por facturación y reducción de costos de producción, la región metropolitana obtendría beneficios estimados en cerca de 23.000 millones de colones en el transcurso del programa.

## 5.2 Costos del programa

La ejecución del programa de control de pérdidas implica la necesidad de incurrir en costos directos e indirectos e inversiones en las actividades que han sido presentadas en la propuesta de implementación.

Se consideran costos directos a aquellos que se encuentran relacionados con las actividades de realización directa del programa, en las etapas de preinversión e inversión, que corresponden a la naturaleza de las actividades de las unidades de negocio de acueducto y de comercialización. Otros costos, asociados a las actividades generales de AyA, que corresponden a los procesos estratégicos o de soporte han sido contemplados como costos directos, por que son indispensables para el control y realización del programa. Este es el caso de los costos asociados a las actividades de diseño e implementación de un nuevo sistema de costos por actividades y del respectivo sistema de indicadores.

Los costos indirectos corresponden a los costos de actividades, también en las etapas de preinversión e inversión, que se desarrollan como parte del desempeño natural de las funciones inherentes al AyA. Son costos indirectos los costos de las gestiones relacionadas con la contratación de otras actividades del programa, de las gestiones para obtener recursos de financiación, de las gestiones de planeación y control estratégico del programa, entre las más importantes.

Para cumplir los objetivos y lograr las metas previstas en el programa de control de pérdidas es necesario realizar algunas inversiones, especialmente en equipos y tecnología. Estos son costos de

inversión que deben ser cuantificados de manera separada para evitar distorsiones en el valor real del programa. Se consideran inversiones dentro del propósito de controlar las pérdidas, las sumas destinadas a las actividades de diseño e implementación del sistema de macromedición, del sistema SCADA, del sistema de información técnica nacional, del nuevo sistema de costos por actividades y del sistema de reportes e indicadores, entre los más importantes.

Los estimativos para calcular los costos directos e indirectos se fundamentan en la viabilidad financiera del programa de control de pérdidas de tal manera que, los costos en los que debe incurrir AyA para disminuir el IANC, serán inferiores al costo de venta del agua facturada en condiciones operativas normales del servicio de acueducto. Para ello, se ha utilizado como valor base el precio medio del servicio de acueducto en el periodo enero-junio de 2007, de 290 colones/m<sup>3</sup><sup>9</sup>. Los costos de inversión han sido estimados con base en el costo aproximado del mercado.

Las cifras de los costos directos se derivan de los costos de oportunidad por concepto del agua recuperada en el ejercicio del programa, facturada y no facturada, y de los costos de distribución (por consumo de energía en los sistemas de bombeo). Para garantizar la rentabilidad del programa, se considera que AyA podrá incurrir en costos de recuperación hasta un 65% de los costos de venta el líquido. Considerando que las proyecciones realizadas en el aparte anterior para estimar el valor del agua recuperada, facturada y no facturada, aproximan las cifras a los 23.000 millones de colones, los costos directos no podrán exceder un monto aproximado a los 14.000 millones de colones.

Las cifras de los costos indirectos se estiman a partir de los antecedentes reportados en los históricos de los estados de resultados, entre las vigencias y 2006. En consecuencia, se asume que AyA podrá destinar durante la ejecución del programa de control de pérdidas, para gastos estratégicos y de soporte, una cifra anual del orden del 5% de los egresos totales. Esto significa que, durante los 5 años de vigencia del programa, AyA utilizará cerca de 11.000 millones de colones de su presupuesto general de gastos en la forma de costos indirectos.

Para facilitar la comprensión de los costos del programa se ha realizado una aproximación a los costos de las actividades de las etapas de preinversión e inversión, basada en la distribución de los montos disponibles para desarrollarlas racionalmente, sin incurrir en gastos de funcionamiento excesivos que pueden afectar o distorsionar el propósito del control de pérdidas.

Los costos de inversión más representativos son los costos del sistema SCADA, estimados en 3 millones de dólares, presupuestados en su equivalente en moneda nacional costarricense. El nuevo sistema de información técnica ha sido presupuestado inicialmente en 1 millón de dólares y el sistema de macromedición, contemplando unos 300 puntos de medición de caudal, ha sido presupuestado en proporciones iguales para las fases de preinversión e inversión. La actualización de la estructura de costos por actividades y del sistema de información que la soporta ha sido estimada en 1 millón de dólares y la implementación del nuevo sistema en todas las regiones operativas de AyA se estimó en 1 millón de dólares. El costo de la implementación del nuevo sistema de indicadores se presupuestó en 100 mil dólares, en su equivalente en moneda nacional

---

<sup>9</sup> La Gaceta N° 182 – Viernes 21 de setiembre del 2007. AUTORIDAD REGULADORA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS. Resolución RRG-7204-2007 (Expediente ET-093-2007). Solicitud de ajuste tarifario para los servicios de acueducto y alcantarillado del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.



costarricense. Para realizar la gestión de diseño y contratación de estos componentes, se presupuestó un porcentaje equivalente al 7% de los costos de la inversión en cada caso.

Los costos reales dependerán de las dificultades que se presenten durante el desarrollo del programa, que pueden afectar por igual principalmente los costos directos de recuperación del agua perdida.

En el cuadro del Anexo 5 se presentan las proporciones de distribución y los valores derivados de aplicar los criterios que han sido mencionados para distribuir los valores disponibles en las diferentes fases y actividades del programa de control de pérdidas.

# Mecanismo de supervisión y control del programa

Tuvimos la oportunidad de presentar las dificultades para establecer indicadores objetivos para el seguimiento del programa de control de pérdidas.

Por esta razón, consideramos fundamental establecer 2 niveles básicos de supervisión y control de gestión, completamente independientes:

## 6.1 Indicadores operativos

Es inobjetable que el método de cálculo desagregado de IANC por zonas operativas será el más indicado, para quienes estarán involucrados en las tareas de identificación, detección y reducción de pérdidas.

Por que les permitirá comparar la gestión operativa y comercial detalladamente, hasta lograr estabilizar el IANC en un valor mínimo natural para cada zona.

Tanto el ente supervisor como el ejecutor del programa de control de pérdidas de la región metropolitana, implementarán un mecanismo para monitorear y validar los ejercicios que conducirán al cálculo desagregado de IANC en las 100 zonas operativas del sistema de distribución.

## 6.2 Indicadores de costos eficientes

En los diversos grados de los niveles directivos del programa de control de pérdidas se requiere de un mecanismo diferente que considere, fundamentalmente, el costo de las acciones realizadas en



cada uno de los proyectos y el beneficio recibido, bien sea en menor cantidad de metros cúbicos producidos o en mayor cantidad de metros cúbicos facturados.

Para tal efecto, el nuevo sistema de información técnica debe proporcionar los datos necesarios, a todo nivel, para medir consistentemente la eficiencia económica de las acciones.

El sistema de información técnica será, en consecuencia, una herramienta tan sólida, versátil y flexible, como son los sistemas financiero y comercial de AYA en la actualidad.

Por otra parte, el sistema comercial también tendrá que incorporar algunos ajustes para proveer información detallada y agregada, pero expresada en metros cúbicos, no tanto en colones, como sucede en la actualidad.

En el sistema financiero deben expandir la cobertura de SAP hasta la planilla, para poder incorporar los costos de personal desde la fuente. Por otra parte, el sistema de contabilidad de costos tendrá que tener una nueva estructura que funcione, adecuadamente, no solo al nivel de las unidades agregadas de negocios, sino al nivel de costos basados en actividades.

Estos ajustes son supremamente necesarios para medir correctamente el costo eficiente en AYA y producir una gama amplia de indicadores, agregados y desagregados, para generar la toma de decisiones basada en información correcta y oportuna.

Esta estructura de costos deberá prevalecer hasta que se logren avances significativos en el programa y, solo hasta entonces, hacer un nuevo mantenimiento si se considera necesario. Por lo tanto, se requiere hacer un estudio detallado de las necesidades, incluyendo las del programa de control y reducción de pérdidas.

## Recursos requeridos

### 7.1 Recursos Internos

La base fundamental para alcanzar resultados exitosos en el programa de control y reducción de pérdidas son los propios empleados de AYA, son quienes están conocen la infraestructura de los sistemas y sus condiciones reales de operación, están en contacto directo con el cliente, conocen sus necesidades y además son concientes de sus propias limitaciones.

Es preciso lograr que los empleados de AYA participen activa y proactivamente del programa y de todos sus proyectos, vinculándolos con las metas específicas para lograr su alineación con el proceso, para ello deberán formularse acciones concretas desde las altas directivas de AYA, en la forma de programas de cultura empresarial y capacitación estructurados, que tengan cobertura en todas las áreas y niveles de la organización, para mantenerlos incentivados y lograr su contribución en los resultados.

Principalmente, se requiere la conformación y participación de la unidad de coordinación del programa de control de pérdidas en la estructuración del contrato de gerencia e interventoria. Durante las actividades de las fases de preinversión e inversión, se requerirá del concurso de personal de las áreas técnicas, comerciales, financieras y administrativas de la Sede Central de AYA y de las Direcciones Regionales, en estas últimas, especialmente en aquellas con sistemas críticos para incluirlos en el programa.

### 7.2 Recursos externos

Serán incorporados al programa en forma autónoma través de la firma contratista que se encargará de la gerencia e interventoria. A través de ella se realizará la vinculación, administración, capacitación, dirección y supervisión del recurso de personal idóneo y personal no calificado.



También se encargará de sus propios recursos y sistemas de información para administrar el programa y reportar oportunamente al AYA, a través de la unidad de coordinación del programa. Se encargará de obtener directamente o mediante la participación de terceros todos los recursos de personal, de equipos y de materiales que sean demandados para alcanzar los objetivos del programa.

## Cronograma de ejecución

El programa de control y reducción de pérdidas está constituido por una serie de subprogramas o proyectos que deben cumplirse en una secuencia ordenada para alcanzar los objetivos generales y específicos.

En este punto sería deseable contar con una gran cantidad de datos y registros a nivel del sistema matriz y de las zonas de operación; sin embargo, en las circunstancias actuales de los sistemas operados por AYA, la falta de datos básicos debe ser subsanada para poder formular el alcance de cada uno de los proyectos del programa.

Para alcanzar este propósito debe cumplirse una etapa previa al inicio propiamente dicho del programa o etapa de preinversión, en la cuál se llevará a cabo el diseño de las acciones que serán ejecutadas en la etapa de inversión.

### 8.1 Etapa de preinversión

Como lo habíamos recomendado con anterioridad, para llevar a cabo la implementación del programa es fundamental la elaboración de una lista corta de casos críticos, empezando por el sistema de acueducto de la región metropolitana. Debe hacerse especial énfasis en sistemas que, aunque tengan pocos clientes, se encuentren en condiciones críticas de servicio.

Para tal efecto, se acudirá a las direcciones regionales quienes tienen una buena identificación de localidades donde el servicio se presta con intermitencias o racionamientos permanentes que afectan la continuidad del suministro de agua potable pero que no estén directamente relacionados con problemas de deficiencias en las fuentes de abastecimientos.

Una vez establecida la lista corta, se procederá a validar las fuentes de información utilizadas para el cálculo de IANC local y confirmar o rechazar las localidades y definir la conformación de los sistemas críticos que deben ser cubiertos por el programa.

En el Anexo N<sup>o</sup>. 3 presentamos el cronograma de actividades por meses de la fase de preinversión, inicialmente se ha contemplado una duración total de 9 meses en esta etapa.

### **8.1.1 Contratación de gerencia e interventoría**

Son las actividades que se deben realizar para la estructuración del contrato de gerencia e interventoría del programa de control de pérdidas. De acuerdo con los requerimientos y especificaciones establecidas en desarrollo de las actividades técnicas y comerciales se prepararán documentos de licitación y se iniciará en forma paralela el proceso interno del trámite de documentos ante las diferentes instancias, para presentarlo formalmente y buscar su aprobación, como requisito previo a la convocatoria de oferentes.

En esta fase es muy importante que el alcance de la gerencia incluya todos los aspectos relacionados con las actividades de la preinversión, de la siguiente manera:

Observamos en el Anexo N<sup>o</sup>. 3 que, inicialmente se ha contemplado una duración total de 3 meses en esta actividad y de 6 meses adicionales para los diseños de la fase de inversión, contados a partir de la contratación de la gerencia e interventoría.

### **8.1.2 Actividades Técnicas**

A continuación presentamos la secuencia de actividades que se deben desarrollar en el ámbito técnico operativo para la formulación de los proyectos en cada uno de los sitios críticos de la lista definitiva:

#### **8.1.2.1 Recopilación de información técnica de la infraestructura**

Se debe acometer la investigación para obtener los catastros de redes de toda la infraestructura existente en el sistema de distribución incluidos los detalles de esquina.

#### **8.1.2.2 Recopilación de información de registros de operación**

Se requiere obtener los registros históricos de operación del último año, donde se encuentren consignados los datos de producción, niveles de los tanques, estaciones de bombeo, válvulas y demás registros de mediciones puntuales realizadas en cualquier punto del sistema.

#### **8.1.2.3 Recopilación de información de registros de mantenimiento**

Los registros de mantenimiento deben indicar el elemento del sistema objeto de la actividad, duración, naturaleza del daño, operación de válvulas para asegurar el cierre, esquemas de instalación, entre otros.

#### **8.1.2.4 Delimitación de la zona de influencia del sistema matriz**

Basados en la información del catastro de las redes y apoyados en el jefe del Departamento de Operación de Acueducto de la respectiva dirección regional, se procederá a delimitar la zona agregada de influencia del sistema matriz, indicando los niveles de jerarquía de las zonas operativas o zonas de distribución.

#### **8.1.2.5 Delimitación de las zonas de influencia del sistema secundario**

Basados en la información del catastro de las redes y apoyados en el jefe del Departamento de Operación de Acueducto de la respectiva dirección regional, se procederá a delimitar las zonas operativas o zonas de distribución que son alimentadas como zonas ramificadas del sistema matriz.

En esta etapa se debe realizar la delimitación de las zonas al nivel de las entidades definidas para efectos operativos no se trata de proponer nuevas subdivisiones del sistema de distribución.

#### **8.1.2.6 Delimitación de las zonas de influencia de tipo cascada**

Basados en la información del catastro de las redes y apoyados en el jefe del Departamento de Operación de Acueducto de la respectiva dirección regional, se procederá a delimitar las zonas operativas o zonas de distribución que son alimentadas como zonas tipo cascada del sistema matriz.

En esta etapa se debe realizar la delimitación de las zonas al nivel de las entidades definidas para efectos operativos no se trata de proponer nuevas subdivisiones del sistema de distribución.

#### **8.1.2.7 Definición de macromedición permanente**

Basados en el análisis de configuración de la red se determinarán los puntos del sistema donde es requerida la implementación de una estación de macromedición permanente de caudal, nivel y presión.

Todos los datos de estaciones de macromedición permanentes deben ser transmitidos en tiempo real a la central de operaciones que administra el sistema SCADA.

Por este motivo, debe realizarse el dimensionamiento balanceado y la priorización de los puntos de medición que realmente conviene conocer en todo momento para la correcta operación del sistema de distribución. Se establecerán fases de implementación en función de la cobertura y de las necesidades de información de los puntos de medición.

#### **8.1.2.8 Implementación de macromedición en sistema matriz**

Se realizará el proceso de identificación de selección de puntos de macromedición y tipos de datos que se deben obtener en forma permanente, la definición de las características de los equipos, la contratación para la adquisición, instalación, operación y mantenimiento de los equipos.

### **8.1.2.9 Modelación hidráulica**

Se construirán varios modelos de simulación hidráulica con base en la información recopilada, uno para el sistema matriz y otros modelos para las zonas de operación de acuerdo con la configuración de la red.

### **8.1.2.10 Definición de macromedición portátil**

La macromedición portátil se utilizará en aquellos puntos del sistema donde no se requieran datos permanentes para la operación y tampoco para las actividades de control y reducción de pérdidas. Los registros de macromedición portátil no serán incluidos en el sistema SCADA.

### **8.1.2.11 Definición del sistema de supervisión y control**

El diseño del sistema SCADA tendrá en cuenta su realización gradual que se ajustará de acuerdo con las fases de implementación de la macromedición. Adicionalmente, se incorporarán parámetros y criterios para la supervisión y el control de la operación.

### **8.1.2.12 Definición del sistema de información técnica**

Este será un sistema que centralice la información técnica del catastro de redes, incluidos los detalles de esquina, datos del sistema SCADA, datos de la macromedición portátil recopilados e incorporados automáticamente en un centro de información provisto con sistemas de archivo de documentos físicos y tecnologías de información y comunicación.

Tendrá interfase con el centro nacional de operaciones donde estarán consignados los resultados diarios de la operación de los sistemas locales para su control y supervisión.

## **8.1.3 Actividades Comerciales**

La secuencia de actividades que se deben desarrollar en el ámbito comercial para la formulación de los proyectos en cada uno de los sitios críticos de la lista definitiva:

### **8.1.3.1 Recopilación de información de zonas comerciales y rutas de lectura**

Utilizando los mapas catastrales más actualizados disponibles en el Instituto Geográfico Nacional, se elaborarán mapas de zonificación comercial con la configuración de las rutas de lectura.

### **8.1.3.2 Armonización de las rutas de lectura con las zonas de operación**

Utilizando el producto del punto anterior, se incorporarán las zonas de operación para realizar el ajuste o sincronización de las rutas de lectura y las zonas operativas o de distribución.



Esta actividad incluye la incorporación de nuevos códigos en el sistema de información comercial, de acuerdo con la configuración de las nuevas zonas comerciales y rutas de lectura.

### **8.1.3.3 Recopilación de registros históricos de facturación por zona de operación**

Una vez incorporados los ajustes a las rutas de lectura se deben generar los archivos históricos de facturación de acuerdo con las zonas de operación. Esta información será utilizada en el análisis del consumo en los modelos de simulación hidráulica.

### **8.1.3.4 Plan piloto de validación del censo de clientes**

Para validar la confiabilidad de los datos de los atributos de los clientes en la base de datos del sistema de información comercial se llevará a cabo un censo piloto aplicando criterios estadísticos con prioridad en las zonas de operación más críticas del sistema de distribución.

### **8.1.3.5 Plan piloto de validación del censo de micromedidores**

Para validar la confiabilidad de los datos de los atributos de los hidrómetros o micromedidores en la base de datos del sistema de información comercial se llevará a cabo un censo piloto en las mismas zonas de operación seleccionadas para el censo piloto de clientes.

## **8.1.4 Actividades Financieras**

### **8.1.4.1 Diseño e implementación de nueva estructura de costos por actividades**

Se diseñará una nueva estructura de costos y gastos basados en actividades que deberá implementarse desde el inicio del programa para proporcionar los datos básicos que requiere el mecanismo de control de costos eficientes.

### **8.1.4.2 Diseño e implementación de sistema de reportes e indicadores**

Se diseñarán reportes autónomos generados desde el sistema de costos y gastos pero, adicionalmente, se diseñarán reportes de costos unitarios mediante interfases entre los sistemas financiero, comercial y el nuevo sistema técnico de información nacional.

### **8.1.4.3 Actividades Precontractuales**

Son las actividades que se deben realizar para la estructuración de los contratos de cada uno de los proyectos que constituyen el programa de control y reducción de pérdidas. De acuerdo con los requerimientos y especificaciones establecidas en desarrollo de las actividades técnicas, comerciales y financieras, se prepararán documentos de licitación y se iniciará en forma paralela el proceso interno del trámite de documentos ante las diferentes instancias, para presentarlo formalmente y buscar su aprobación, como requisito previo a la convocatoria de oferentes.

## 8.2 Etapa de inversión

En la fase de preinversión se llevará a cabo la programación de las actividades de inversión propias del programa de control y reducción de pérdidas:

- ✓ Macromedición en zonas de operación
- ✓ Implementación del sistema SCADA
- ✓ Implementación del sistema de información técnica
- ✓ Catastro de redes
- ✓ Cálculo de IANC agregado
- ✓ Materialización de la zonificación
- ✓ Cambio de micromedidores
- ✓ Cálculo de IANC por zonas de operación
- ✓ Calibración de modelos de simulación hidráulica
- ✓ Búsqueda sistemática y reparación de fugas
- ✓ Detección y normalización de usos fraudulentos
- ✓ Detección y normalización de clandestinos
- ✓ Control activo de presión

En el Anexo N<sup>o</sup>. 4 presentamos el cronograma de actividades de la fase de inversión, inicialmente se ha contemplado una duración total de 9 semestres contados a partir de la contratación de cada proyecto.

La duración específica e inicio de cada uno de los proyectos será establecida de manera secuencial con los objetivos principales de fortalecer las fuentes de información, calcular el IANC agregado y por zonas de operación y las acciones directas de reducción de pérdidas.

## Ajustes y expansión del programa

El programa de control de pérdidas contará con el apoyo de sistemas inteligentes que se encargarán de proveer la información necesaria para aplicar, bien sea correctivos o ajustes, a los mecanismos o determinar la conveniencia de ampliar o extender los proyectos del programa en la medida de las posibilidades financieras de AYA.

Gracias a la documentación de los procesos y acciones realizadas, incluidos sus resultados, se podrá aplicar todo el conocimiento y las experiencias adquiridas por AYA en la aplicación de nuevos frentes de trabajo según lo considere conveniente, al finalizar la gestión de la gerencia e interventoria o incorporarlos a las metas del programa de control de pérdidas mientras aquella se encuentra a cargo del desempeño y los resultados del programa.

Con base en los conocimientos y las experiencias adquiridas por el personal de AYA, obtenidas de su desempeño en el programa se recomienda elaborar un documento final que será utilizado como guía metodológica de la realización de las actividades y procesos para el control, detección y reducción de pérdidas.

## Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda estructurar los proyectos del programa aprovechando economías de escala, abarcando una mayor cobertura de usuarios, con énfasis en condiciones críticas de servicio, concentrando las acciones en la región metropolitana por que es el caso crítico a nivel nacional más representativo. Debe establecerse un mecanismo para validar las fuentes de información y elaborar una lista corta de casos críticos

El programa de control y reducción de pérdidas en AYA se debe desarrollar en tres etapas básicas:

- la primera informativa (suplir deficiencias de datos técnicos y limitaciones en los procesos técnicos y comerciales para calcular el IANC).
- la segunda de análisis y diseño (zonificación y sincronización técnica y comercial, para la desagregación por zonas de las causas de las pérdidas técnicas y comerciales).
- la ejecución propiamente dicha de los proyectos estructurados de detección y reducción en zonas particularmente identificadas.

Es necesario equilibrar los sistemas y tecnologías de información técnica, comercial y financiera, mediante la implementación de sistemas locales de información técnica. Incluirá la generación de reportes de información jerarquizados y protocolos de comunicación con el sistema de información técnica nacional que consolidará los sistemas municipales.

Consideramos fundamental establecer 2 niveles básicos de supervisión y control de gestión, completamente independientes: Indicadores operativos e Indicadores de costos eficientes. El IANC desagregado por zonas será el método para hacer seguimiento operativo al avance del programa de control de pérdidas. El mecanismo de evaluación de costos por actividad del programa y los beneficios, representados en volumen facturado y producido, será el método para hacer

seguimiento estratégico al avance del programa de control de pérdidas. Para ello, se debe optimizar el sistema de costos y gastos, tanto la herramienta como la estructura de costos.

Se debe conformar una unidad externa, encargada directa y absolutamente responsable de los resultados del programa, dotada de los recursos financieros necesarios y con autonomía presupuestal para encargarse directamente de las fases de diseño, contratación, implementación y transferencia de conocimientos y resultados a la organización propia de AYA. Debe tener las características de una organización independiente sin las restricciones del sistema de contratación estatal. Se encargará fundamentalmente de las actividades relacionadas con la gerencia e interventoría del programa de control y reducción de pérdidas y de los proyectos correspondientes.

La base fundamental para este propósito son los propios empleados de AYA, son quienes están en contacto directo con el cliente, conocen sus necesidades y además son concientes de sus propias limitaciones. Deberán formularse acciones concretas desde las altas directivas de AYA, en la forma de programas de cultura empresarial y capacitación estructurados, que tengan cobertura en todas las áreas y niveles de la organización. Es conveniente la conformación de una unidad de coordinación, conformada por funcionarios de AYA, cuyo deber será garantizar el suministro oportuno de todos los recursos de todo tipo solicitados por la gerencia.

Se debe revisar la pertinencia de continuar con otras acciones en curso, suspenderlas o más bien aplazarlas para darle una orientación acorde con el programa de control de pérdidas. Se recomienda evaluar la conveniencia de proceder a la reposición de todos los medidores de cada ruta de lectura, aprovechando economías de escala y estandarizando los dispositivos de medición. No se recomienda continuar con la instalación de medidores aislados en una misma ruta de lectura. Tampoco es recomendable continuar la actualización del censo de usuarios por fuera del programa de control de pérdidas por que será necesario realizarla en la desagregación del IANC por zonas.

El programa de control de pérdidas es viable técnica y financieramente, pero para ello se requiere implementar ajustes de fondo a las políticas, procesos y procedimientos estratégicos, operativos técnicos y comerciales y de soporte en toda la organización de AyA. Durante los 5 años de vigencia del programa, AyA tendrá que destinar recursos para la disminución directa del IANC, hasta un 42%, del orden de 14.000 millones de colones y para las actividades indirectas de 11.000 millones de colones. Las inversiones paralelas en nuevas tecnologías de información técnica y financiera se aproximan a los 5 mil millones de colones.

AYA deberá acudir al endeudamiento interno o externo para la obtención de los recursos que demandarán los proyectos que constituyen el programa, incluyendo las fases de preinversión puesta en marcha, ejecución y transferencia al AYA.

Mediante el programa de control y reducción de pérdidas, AYA debe esperar en primer lugar la evolución positiva de los parámetros que determinan el nivel de agua no contabilizada. Se presentarán cambios graduales, pues el volumen de agua producida disminuirá y el volumen facturado aumentará. La evolución de estos parámetros está directamente relacionada con la intensidad y la continuidad de la realización de las actividades.

AYA debe esperar otra serie de resultados positivos que contribuirán en la sostenibilidad de las actividades, pues a mediano y largo plazo serán parte de los procesos operativos de la prestación del servicio de acueducto.



El programa de control de pérdidas en la región metropolitana asegurará la disponibilidad del recurso hídrico en casi 2 millones de m<sup>3</sup> mensuales y generará mayores ingresos por facturación, equivalentes a unos 400 millones de colones o un incremento cercano al 18% en la facturación mensual en la región metropolitana.

Estas proyecciones arrojarían un incremento en el volumen total facturado de unos 95.000 m<sup>3</sup>, representaría mayores ingresos acumulados, durante el período de la ejecución del programa de control de pérdidas, por una suma aproximada de 19.000 millones de colones y la disminución en los costos de producción y distribución del orden de 4.000 millones de colones.

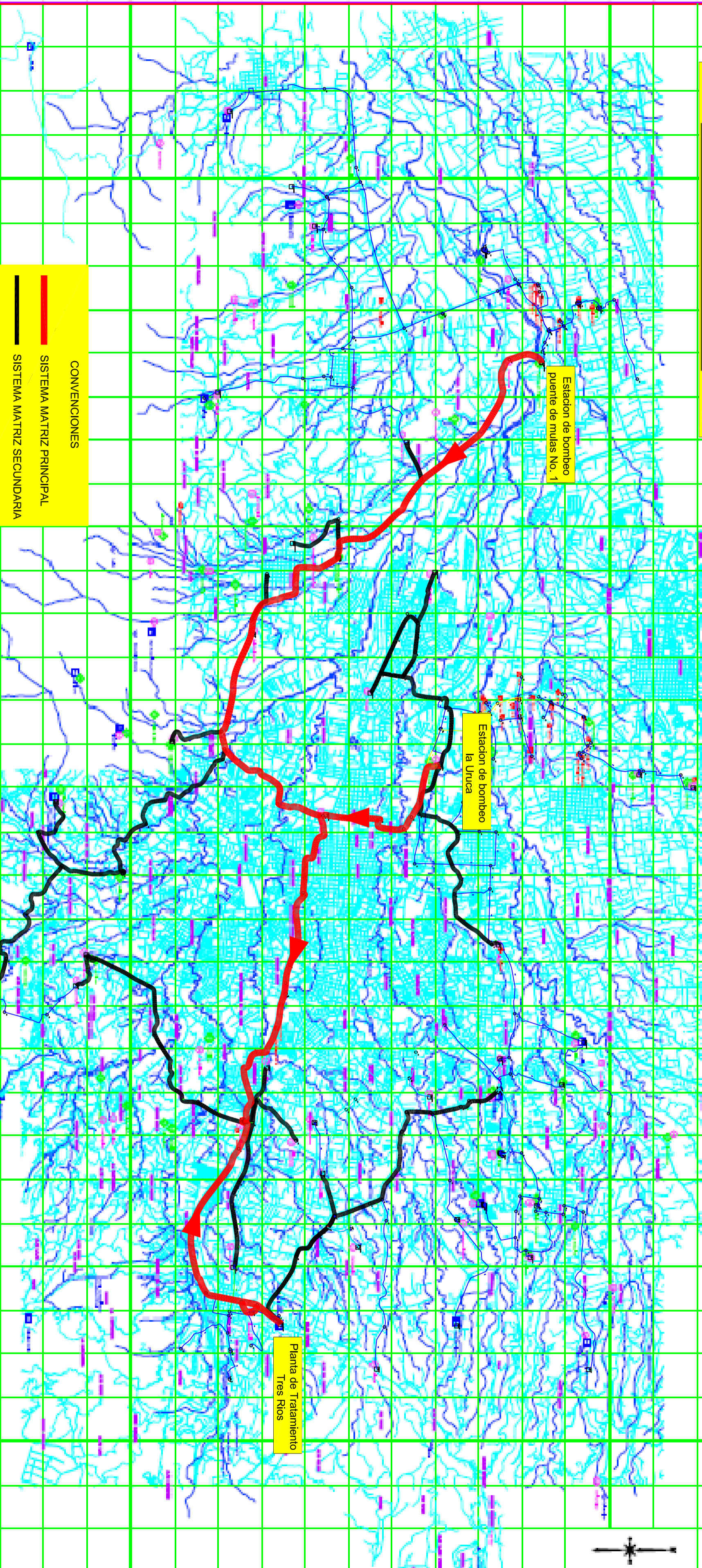
Se deberán documentar los conocimientos y experiencias de AYA en el programa para elaborar guías metodológicas que serán aplicadas en casos sucesivos relacionados con las actividades de control, detección y reducción de pérdidas.



**11**

**Anexo 1**

**SISTEMA MATRIZ PRINCIPAL Y SECUNDARIO  
DE LA REGION METROPOLITANA**



**CONVENCIONES**

**—** SISTEMA MATRIZ PRINCIPAL

**—** SISTEMA MATRIZ SECUNDARIA

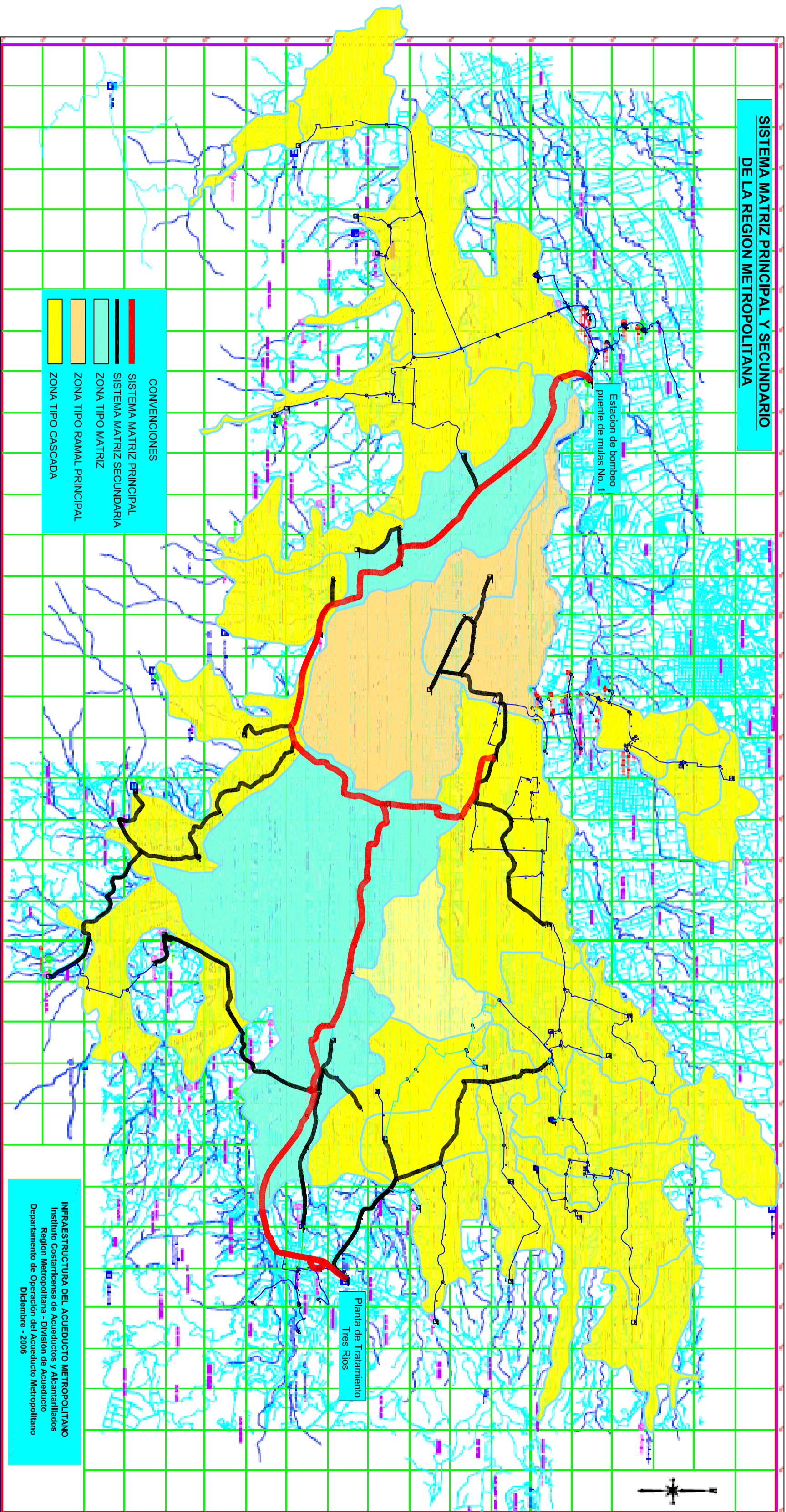
**INFRAESTRUCTURA DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO**  
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Region Metropolitana - Division de Acueducto  
Departamento de Operacion del Acueducto Metropolitano  
Diciembre - 2006



**12**

**Anexo 2**

# SISTEMA MATRIZ PRINCIPAL Y SECUNDARIO DE LA REGION METROPOLITANA



**INFRAESTRUCTURA DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO**  
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Region Metropolitana - Division de Acueducto  
Departamento de Operación del Acueducto Metropolitano  
Diciembre - 2006



**13**

**Anexo 3**

**Cronograma de Ejecución de Actividades en Fase de Preinversión**

	mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>8.1 Etapa de preinversión</b>												
<b>8.1.1 Contratación de gerencia e interventoría</b>	■	■	■									
<b>8.1.2 Actividades Técnicas</b>												
1. Recopilación de información técnica de la infraestructura				■	■	■						
2. Recopilación de información de registros de operación				■	■	■						
3. Recopilación de información de registros de mantenimiento				■	■	■						
4. Delimitación de la zona de influencia del sistema matriz						■	■					
5. Delimitación de las zonas de influencia del sistema secundario o zonas discretas							■	■				
6. Delimitación de las zonas de influencia de tipo cascada							■	■				
7. Definición de macromedición permanente								■	■			
8. Implementación de macromedición en sistema matriz										■	■	■
9. Modelación hidráulica								■	■	■	■	■
10. Definición de macromedición portátil									■	■	■	
11. Definición del sistema de supervisión y control											■	■
12. Definición del sistema de información técnica											■	■
<b>8.1.3 Actividades Comerciales</b>												
1. Recopilación de información de zonas comerciales y rutas de lectura				■	■	■	■	■				
2. Armonización de las rutas de lectura con las zonas de operación						■	■	■	■	■		
3. Recopilación de registros históricos de facturación por zona de operación						■	■	■	■	■	■	■
4. Plan piloto de validación del censo de clientes											■	■
5. Plan piloto de validación del censo de micromedidores											■	■
<b>8.1.4 Actividades Financieras</b>												
1. Diseño e implementación de nueva estructura de costos por actividades				■	■	■	■	■				
2. Diseño e implementación de sistema de reportes e indicadores							■	■	■	■	■	■
<b>8.1.5 Actividades Precontractuales</b>												
1. Estructuración de los contratos de cada uno de los proyectos										■	■	■



**14**

**Anexo 4**

### Cronograma de Ejecución de Actividades en Fase de Inversión

8.2 Etapa de inversión	semestre								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Macromedición en zonas de operación	■	■	■						
2. Implementación del sistema SCADA		■	■	■					
3. Implementación del sistema de información técnica	■	■	■	■	■				
4. Catastro de redes	■	■	■	■					
5. Cálculo de IANC agregado	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6. Materialización de la zonificación		■	■	■	■	■	■	■	■
7. Cambio de micromedidores		■	■	■	■	■	■	■	■
8. Cálculo de IANC por zonas de operación		■	■	■	■	■	■	■	■
9. Calibración de modelos de simulación hidráulica			■	■	■	■	■	■	■
10. Búsqueda sistemática y reparación de fugas				■	■	■	■	■	■
11. Detección y normalización de usos fraudulentos				■	■	■	■	■	■
12. Detección y normalización de clandestinos				■	■	■	■	■	■
13. Control activo de presión				■	■	■	■	■	■



**15**

**Anexo 5**

**Costo total del programa (para el período de 5 años)  
desglosado para cada grupo de actividades**

GRUPO DE ACTIVIDADES: OPERATIVAS	Montos en miles de colones		
	COSTOS DIRECTOS	COSTOS INDIRECTOS	INVERSION ESPECIAL
<b>Fases Preinversión e Inversión</b>	<b>964,516</b>	<b>3,076,211</b>	<b>232,960</b>
<b>Fase 1: Sistema matriz</b>	<b>144,677</b>	<b>461,432</b>	<b>134,680</b>
Catastro de redes		15,381	
Sectorización hidráulica	19,290		
Macromedición	38,581	119,972	43,680
Supervisión, control y datos	77,161	243,021	91,000
Cálculo de IANC agregado	9,645	27,686	
Modelación hidráulica		27,686	
Búsqueda de fugas en tanques y líneas de conducción		27,686	
Zonificación comercial			
Catastro de clientes			
Catastro de medidores			
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores			
<b>Fase 2: Zonas de operación</b>	<b>819,839</b>	<b>2,614,779</b>	<b>98,280</b>
Catastro de clientes			
Micromedición			
Detección de usos fraudulentos			
Detección de clandestinos			
Catastro de redes	19,290	615,242	
Diseño de zonas			
Materialización de zonas	19,290	769,053	
Macromedición	260,419	153,811	43,680
Supervisión, control y datos	241,129	153,811	54,600
Zonificación de la información comercial			
Modelación hidráulica			
Cálculo de IANC desagregado por zona	48,226		
Desagregación del IANC por zona			
Búsqueda de fugas	48,226	769,053	
Control activo de presión		153,811	
Expansión del programa a otros sistemas críticos	48,226		
Transferencia de tecnología y conocimientos	48,226		
Documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA	86,806		
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores			

GRUPO DE ACTIVIDADES: COMERCIALES	Montos en miles de colones		
	COSTOS DIRECTOS	COSTOS INDIRECTOS	INVERSION ESPECIAL
<b>Fases Preinversión e Inversión</b>	<b>275,576</b>	<b>878,917</b>	<b>0</b>
<b>Fase 1: Sistema matriz</b>	<b>41,336</b>	<b>131,838</b>	<b>0</b>
Catastro de redes			
Sectorización hidráulica			
Macromedición			
Supervisión, control y datos			
Cálculo de IANC agregado			
Modelación hidráulica			
Búsqueda de fugas en tanques y líneas de conducción			
Zonificación comercial	13,779	131,838	
Catastro de clientes	13,779		
Catastro de medidores	13,779		
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores			
<b>Fase 2: Zonas de operación</b>	<b>234,240</b>	<b>747,080</b>	<b>0</b>
Catastro de clientes			
Micromedición	179,124	219,729	
Detección de usos fraudulentos		263,675	
Detección de clandestinos		263,675	
Catastro de redes			
Diseño de zonas			
Materialización de zonas			
Macromedición			
Supervisión, control y datos			
Zonificación de la información comercial			
Modelación hidráulica			
Cálculo de IANC desagregado por zona			
Desagregación del IANC por zona			
Búsqueda de fugas			
Control activo de presión			
Expansión del programa a otros sistemas críticos	13,779		
Transferencia de tecnología y conocimientos	13,779		
Documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA	27,558		
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores			

GRUPO DE ACTIVIDADES: SOPORTE	Montos en miles de colones		
	COSTOS DIRECTOS	COSTOS INDIRECTOS	INVERSION ESPECIAL
<b>Fases Preinversión e Inversión</b>	<b>68,894</b>	<b>219,729</b>	<b>1,076,400</b>
<b>Fase 1: Sistema matriz</b>	<b>68,894</b>	<b>32,959</b>	<b>1,076,400</b>
Catastro de redes		1,398	
Sectorización hidráulica		1,398	
Macromedición		9,089	
Supervisión, control y datos		11,286	
Cálculo de IANC agregado		1,398	
Modelación hidráulica		1,398	
Búsqueda de fugas en tanques y líneas de conducción		1,398	
Zonificación comercial		1,398	
Catastro de clientes		1,398	
Catastro de medidores		1,398	
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores	68,894	1,398	1,076,400
<b>Fase 2: Zonas de operación</b>	<b>0</b>	<b>186,770</b>	<b>0</b>
Catastro de clientes			
Micromedición		30,762	
Detección de usos fraudulentos		34,058	
Detección de clandestinos		34,058	
Catastro de redes		7,691	
Diseño de zonas		7,691	
Materialización de zonas			
Macromedición		7,691	
Supervisión, control y datos		7,691	
Zonificación de la información comercial			
Modelación hidráulica			
Cálculo de IANC desagregado por zona			
Desagregación del IANC por zona			
Búsqueda de fugas		34,058	
Control activo de presión		23,072	
Expansión del programa a otros sistemas críticos			
Transferencia de tecnología y conocimientos			
Documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA			
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores			

GRUPO DE ACTIVIDADES: ESTRATEGICA	Montos en miles de colones		
	COSTOS DIRECTOS	COSTOS INDIRECTOS	INVERSION ESPECIAL
<b>Fases Preinversión e Inversión</b>	<b>68,894</b>	<b>219,729</b>	<b>52,000</b>
<b>Fase 1: Sistema matriz</b>	<b>10,334</b>	<b>32,959</b>	<b>52,000</b>
Catastro de redes		2,996	
Sectorización hidráulica		2,996	
Macromedición		2,996	
Supervisión, control y datos		2,996	
Cálculo de IANC agregado		2,996	
Modelación hidráulica		2,996	
Búsqueda de fugas en tanques y líneas de conducción		2,996	
Zonificación comercial		2,996	
Catastro de clientes		2,996	
Catastro de medidores		2,996	
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores	10,334	2,996	52,000
<b>Fase 2: Zonas de operación</b>	<b>58,560</b>	<b>186,770</b>	<b>0</b>
Catastro de clientes	3,082	9,830	
Micromedición	3,082	9,830	
Detección de usos fraudulentos	3,082	9,830	
Detección de clandestinos	3,082	9,830	
Catastro de redes	3,082	9,830	
Diseño de zonas	3,082	9,830	
Materialización de zonas	3,082	9,830	
Macromedición	3,082	9,830	
Supervisión, control y datos	3,082	9,830	
Zonificación de la información comercial	3,082	9,830	
Modelación hidráulica	3,082	9,830	
Cálculo de IANC desagregado por zona	3,082	9,830	
Desagregación del IANC por zona	3,082	9,830	
Búsqueda de fugas	3,082	9,830	
Control activo de presión	3,082	9,830	
Expansión del programa a otros sistemas críticos	3,082	9,830	
Transferencia de tecnología y conocimientos	3,082	9,830	
Documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA	3,082	9,830	
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores	3,082	9,830	

GRUPO DE ACTIVIDADES: EXTERNA	Montos en miles de colones		
	COSTOS DIRECTOS	COSTOS INDIRECTOS	INVERSION ESPECIAL
<b>Fases Preinversión e Inversión</b>	<b>12,400,925</b>	<b>6,591,881</b>	<b>3,328,000</b>
<b>Fase 1: Sistema matriz</b>	<b>1,860,139</b>	<b>988,782</b>	<b>1,924,000</b>
Catastro de redes		23,970	
Sectorización hidráulica	496,037	23,970	
Macromedición	248,018	221,727	624,000
Supervisión, control y datos	248,018	551,321	1,300,000
Cálculo de IANC agregado	124,009	23,970	
Modelación hidráulica	124,009	23,970	
Búsqueda de fugas en tanques y líneas de conducción		23,970	
Zonificación comercial	124,009	23,970	
Catastro de clientes	124,009	23,970	
Catastro de medidores	124,009	23,970	
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores	248,018	23,970	
<b>Fase 2: Zonas de operación</b>	<b>10,540,786</b>	<b>5,603,099</b>	<b>1,404,000</b>
Catastro de clientes			
Micromedición	124,009	329,594	
Detección de usos fraudulentos		988,782	
Detección de clandestinos		988,782	
Catastro de redes	1,240,092	329,594	
Diseño de zonas			
Materialización de zonas	1,240,092	659,188	
Macromedición		659,188	624,000
Supervisión, control y datos		329,594	780,000
Zonificación de la información comercial			
Modelación hidráulica	372,028		
Cálculo de IANC desagregado por zona	124,009		
Desagregación del IANC por zona			
Búsqueda de fugas	1,860,139	988,782	
Control activo de presión		329,594	
Expansión del programa a otros sistemas críticos	1,860,139		
Transferencia de tecnología y conocimientos	1,860,139		
Documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA	1,860,139		
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores			

GRUPO DE ACTIVIDADES: TOTAL	Montos en miles de colones		
	COSTOS DIRECTOS	COSTOS INDIRECTOS	INVERSION ESPECIAL
<b>Fases Preinversión e Inversión</b>	<b>13,778,805</b>	<b>10,986,468</b>	<b>4,689,360</b>
<b>Fase 1: Sistema matriz</b>	<b>2,125,381</b>	<b>1,647,970</b>	<b>3,187,080</b>
Catastro de redes	0	43,746	0
Sectorización hidráulica	515,327	28,365	0
Macromedición	286,599	353,784	667,680
Supervisión, control y datos	325,180	808,624	1,391,000
Cálculo de IANC agregado	133,654	56,051	0
Modelación hidráulica	124,009	56,051	0
Búsqueda de fugas en tanques y líneas de conducción	0	56,051	0
Zonificación comercial	137,788	160,203	0
Catastro de clientes	137,788	28,365	0
Catastro de medidores	137,788	28,365	0
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores	327,247	28,365	1,128,400
<b>Fase 2: Zonas de operación</b>	<b>11,653,425</b>	<b>9,338,498</b>	<b>1,502,280</b>
Catastro de clientes	3,082	9,830	0
Micromedición	306,216	589,916	0
Detección de usos fraudulentos	3,082	1,296,345	0
Detección de clandestinos	3,082	1,296,345	0
Catastro de redes	1,262,465	962,357	0
Diseño de zonas	3,082	17,521	0
Materialización de zonas	1,262,465	1,438,071	0
Macromedición	263,502	830,519	667,680
Supervisión, control y datos	244,211	500,925	834,600
Zonificación de la información comercial	3,082	9,830	0
Modelación hidráulica	375,110	9,830	0
Cálculo de IANC desagregado por zona	175,317	9,830	0
Desagregación del IANC por zona	3,082	9,830	0
Búsqueda de fugas	1,911,447	1,801,723	0
Control activo de presión	3,082	516,306	0
Expansión del programa a otros sistemas críticos	1,925,225	9,830	0
Transferencia de tecnología y conocimientos	1,925,225	9,830	0
Documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA	1,977,585	9,830	0
Actualización sistema de costos y gastos e indicadores	3,082	9,830	0

**Diagnostico de la situación  
organizacional y operativa  
prevalciente en AyA, como elementos  
básicos para desarrollar un Programa  
Integral para el control de la reducción  
de perdidas en los sistemas operados  
por AyA en todo el país**

**PARTE 3**

**EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA  
GESTIÓN EMPRESARIAL PARA LA  
REDUCCIÓN DEL AGUA NO  
CONTABILIZADA**



# SUMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN EMPRESARIAL .....</b>	<b>5</b>
2.1	PLANEACIÓN Y CONTROL ESTRATÉGICO .....	6
2.1.1	<i>Concepto</i> .....	6
2.1.2	<i>Políticas</i> .....	8
2.2	ADMINISTRACIÓN EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO .....	11
2.2.1	<i>Concepto</i> .....	11
2.2.2	<i>Políticas</i> .....	14
2.3	ORGANIZACIÓN Y PROCESOS .....	17
2.3.1	<i>Concepto</i> .....	17
2.3.2	<i>Políticas</i> .....	18
2.4	CULTURA OPERATIVA .....	20
2.5	CULTURA COMERCIAL.....	24
2.6	CULTURA FINANCIERA .....	25
2.7	POLÍTICA EMPRESARIAL DE AGUA NO CONTABILIZADA EN AYA.....	30
2.8	INDICADORES.....	33
<b>3</b>	<b>OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN EMPRESARIAL.....</b>	<b>34</b>
3.1	PLAN DE MEJORA CONTINUA DE LOS PROCESOS .....	35
3.1.1	<i>Estrategia</i> .....	35
3.1.2	<i>Resultados esperados</i> .....	37
3.2	PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL CONTROL Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS .....	37
3.2.1	<i>Estrategia</i> .....	37
3.2.2	<i>Gestión interna</i> .....	38
3.2.2.1	Actividades operativas .....	38
3.2.2.2	Actividades comerciales.....	40
3.2.2.3	Actividades de soporte.....	41
3.2.2.4	Actividades estratégicas .....	42
3.2.3	<i>Gestión externa</i> .....	43
3.2.3.1	Etapa de preinversión .....	43
3.2.3.2	Etapa de inversión .....	43
3.2.4	<i>Resultados esperados</i> .....	45
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>



# 1

## Introducción

La principal actividad generadora de negocios en AyA es la prestación del servicio de acueducto. Esta función se encuentra descentralizada en las direcciones regionales. Las direcciones regionales cuentan con algunas ventajas tecnológicas que facilitan las actividades comerciales y financieras, pero adolecen de las mismas posibilidades tecnológicas en el ejercicio de las actividades de carácter técnico. Gracias a que dichas herramientas tienen cobertura nacional, existe una relación directa, continúa y permanente entre las regiones y la sede central en estos tópicos; por el contrario, por la falta de mecanismos de conectividad y de sistemas locales de información, el área técnica central carece de conexión con las sedes regionales.

Existe un marcado desequilibrio entre los sistemas de información en AyA. No se aprovechan los beneficios de la economía de escala en el aspecto técnico como si lo hacen en los aspectos comerciales y financieros. Mientras los sistemas de información comercial y financiero realizan a diario transacciones en línea, los datos de la operación de los sistemas de acueducto se obtienen en forma parcial, y hasta manual, y requieren demasiadas intervenciones de los funcionarios antes de ser consolidados y reportados mensualmente a la Dirección de Agua Potable en la sede central de AyA. Por otra parte, el suministro de agua potable a través de los sistemas de acueducto de AyA afronta graves dificultades por el enorme rezago de los sistemas que soportan la toma de decisiones durante la operación. Esta situación es especialmente delicada en el sistema de acueducto de la Región Metropolitana, donde la continuidad del servicio se ha visto afectada por el elevado nivel de pérdidas, el incremento sostenido de la demanda y el agotamiento de las fuentes de abastecimiento. Tal grado de deterioro se presenta como resultado de la falta de continuidad en las actividades cotidianas que se deben ejecutar como parte de la naturaleza de cualquier sistema de acueducto.

A diferencia de otros servicios públicos con mayor grado de automatización, el servicio de acueducto requiere de una mayor intervención del ser humano en la obtención del producto recibido por los usuarios. La fuerza laboral de AyA, encargada de proveer el vital líquido, carece de las herramientas adecuadas para cumplir eficientemente su principal misión frente a las necesidades de los usuarios. Las deficiencias en los sistemas de soporte que requieren los responsables directos de la infraestructura de los sistemas de acueducto se reflejan en un alto índice de pérdidas en el



sistema de distribución. Esta falta de alineación no solo se ha traducido en la realización ineficiente de actividades operativas, también ha llegado a afectar el desempeño global de la organización, de tal manera, que empieza a ser urgente la aplicación de ajustes estratégicos para garantizar el suministro del servicio con calidad y asegurar la viabilidad financiera de AyA.

Prioritariamente, en AyA deben concentrar los esfuerzos en desarrollar las funciones básicas para la prestación del servicio: realización del suministro, comercialización y recaudo. Para ello, debe dotarse, equitativamente, a cada área funcional de los recursos necesarios y propiciar mecanismos de control de desempeño que indiquen la necesidad de propiciar ajustes en los procesos de realización del servicio de acueducto.

Consideramos pertinente y necesario introducir una serie de conceptos que servirán de orientación para el enfoque de la evaluación y de la propuesta de optimización de la gestión empresarial para el programa de agua no contabilizada.

## Evaluación de la gestión empresarial

Cada vez que sea necesario formular una estrategia para la implementación de un programa de control de pérdidas debe hacerse una evaluación de la forma como la empresa de acueducto administra sus negocios. Ya sea que el servicio esté a cargo del sector público o privado, una empresa de acueducto tiene que cumplir con estándares similares a los de las empresas de otros tipos de mercado.

Como las empresas de acueducto normalmente tienen el mercado asegurado, teóricamente pueden concentrarse con mayor facilidad en ser eficientes y ofrecer su producto con muy buena calidad y a bajo costo. Muchas circunstancias impiden que las empresas de este tipo de negocio o actividad cumplan con este propósito, especialmente las empresas de carácter público. La mayor dificultad para operar satisfactoriamente como lo hacen en otros sectores de la economía es la falta de competencia por los clientes. AyA debe sortear otra serie de circunstancias en su calidad de empresa nacional de agua potable y saneamiento, como la dispersión de sus sistemas que incide en los aspectos administrativos y operativos del servicio.

Debido a que la cultura de control de pérdidas no está suficientemente establecida en los mecanismos de operación de los sistemas de acueducto, deben realizarse acciones específicas en tiempo y lugar para mantenerlas bajo control de modo que no afecten ni el suministro de agua ni la viabilidad financiera de la empresa prestadora.

Por esta razón, el primer paso que se debe adoptar en la implementación de un programa de control y reducción de pérdidas, es determinar si el mismo es costo-efectivo para auto asegurar su financiamiento. Para tal efecto, se deben realizar acciones intensivas de auditoría de agua que utilizan toda la información técnica disponible para localizar las pérdidas de agua.

El uso intensivo de información también se extiende a todas las áreas de la empresa, con el fin de detectar fallas en los procesos que señalen las posibles causas que ocasionan las pérdidas en el sistema.

## 2.1 Planeación y control estratégico

### 2.1.1 Concepto

Las opciones que posicionan la organización en un mercado se denominan estrategias, a su vez, las opciones que determinan la estructura interna de la organización se denominan infraestructura y procesos. El desempeño se define por la medida en que son congruentes las opciones que definen la relación entre estrategia e infraestructura. A medida que varían las estrategias de negocios, los procesos de la organización tienen que mantener el paso<sup>1</sup>.

La estructura administrativa son los papeles, responsabilidades y estructuras de autoridad de la empresa. ¿Se organizará la empresa con base en las ofertas de productos, la geografía o los departamentos funcionales? ¿Cuántos niveles de dirección serán necesarios y hasta que punto se descentralizarán las decisiones? ¿La estructura debe ser de forma jerárquica, de matriz, de equipos o alguna combinación de éstos? Estas decisiones forman la estructura dentro de la cuál operarán la gerencia y los procesos de trabajo.

Los procesos son la manera en que las actividades decisivas del negocio deben o deberán operar o fluir. Esencialmente una cuestión de la cadena de valor<sup>2</sup>, estas opciones deciden la medida en que los flujos de trabajo se reestructurarán, quizás integrarán, para mejorar la eficacia y la eficiencia. Se debe hacer énfasis en actividades que creen valor para los consumidores, la cadena de valor categoriza las actividades que producen valor añadido en una organización. Con frecuencia, el mejoramiento de procesos depende de cambios en la tecnología de información. Otras veces, el uso eficaz de la tecnología de información requiere un considerable rediseño de procesos de negocios principales.

Las estrategias describen el modo en que la empresa asigna recursos y emprende acciones para lograr la visión y la misión. Son un patrón de políticas y planes de acción que desarrollan una ventaja competitiva a través de un periodo determinado. Después de la creación de la estrategia, se definen los objetivos y las metas.

La planeación estratégica establece la dirección para una empresa, de modo que ésta supere posibles amenazas que se interponen en su camino mientras que aprovecha las oportunidades que se presentan. Planea los factores esenciales para la dirección efectiva y eficiente de la compañía. La estrategia proporciona un conjunto de valores duraderos para los clientes. Como resultado de la planeación estratégica, se reestructuran y fortalecen las áreas de negocio y producto de la compañía.

---

<sup>1</sup> La competencia en la era de la información, Jerry N. Luftman, 2001.

<sup>2</sup> La *cadena de valor* fue descrita y popularizada por [Michael Porter](#) en su best-seller de [1986](#): *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*.

Una Unidad Estratégica de Negocios puede ser una o más divisiones de la compañía. Tienen las características de ser un único negocio o un conjunto de negocios relacionados que se pueden planificar separadamente del resto de los de la empresa. Tienen su propia competencia que está tratando de igualar o superar. Además tienen su propio director, que es responsable de la planificación estratégica y de la consecución de objetivos y que controla la mayoría de los factores que afectan al beneficio. Un negocio estratégico es aquel en el que la empresa es líder en un mercado de alto crecimiento, produce normalmente mucha tesorería para la empresa, no tiene que financiar una gran expansión, ya que el crecimiento de mercado se ha estabilizado. La empresa usa los negocios estratégicos para pagar sus facturas y apoyar sus otros negocios, que tienden a demandar tesorería. El papel de las UEN a largo plazo es mantener la posición fuerte de la compañía y que continúen proporcionando una buena generación de tesorería. Cada unidad estratégica de negocio desarrolla su propia planificación estratégica. Una vez que el área de negocio ha desarrollado las estrategias para alcanzar sus objetivos, debe definir sus programas para llevarlas a cabo.

Los planes de la empresa para sus negocios actuales le permitirán proyectar sus ventas y beneficios. Sin embargo con frecuencia, las ventas y beneficios proyectados serán inferiores a los que la dirección corporativa desea en el horizonte considerado. Para solucionar estas diferencias, la compañía debe alcanzar el crecimiento dentro de los propios negocios u oportunidades de crecimiento intensivo.

Para cumplir los propósitos estratégicos, la compañía debe formular su propia estructura de tecnología de información. ¿Cuánta tecnología necesitan comprender los ejecutivos para determinar eficazmente el papel de la tecnología de información en su compañía; es decir, producir un plan estratégico de tecnología de información que esté alineado adecuadamente con el plan estratégico de negocios? ¿Cuáles son los procesos estructurados de administración que son determinantes para alinear de manera eficaz las estrategias de negocios y de tecnología de información a través del tiempo?.

Las opciones estratégicas en tecnología de información tomadas por el equipo de ejecutivos son el comienzo de un proceso y el final de un evento; alinear las estrategias de negocios y de tecnología es una responsabilidad ejecutiva permanente.

El modelo de alineación estratégica identifica la necesidad de especificar dos tipos de integración entre los dominios del negocio y de tecnología de información. El primero es en el nivel estratégico, que examina el potencial para que la tecnología de información conforme y apoye la estrategia del negocio. El segundo es en el nivel operacional, que examina el vínculo entre infraestructura y procesos organizacionales e infraestructura y procesos de los sistemas de información.

Es considerable el desafío que tiene ante sí la dirección para convertir las opciones estratégicas en comportamientos operacionales o lograr una alineación estratégica.

El control estratégico representa la necesidad esencial de una tarea continua del proceso de planeación, que evalúa y adapta los procesos de gobierno (asignación de derechos de tomar decisiones a los principales ejecutivos), capacidad organizacional (mecanismo para especificar, modificar y reinventar las diversas habilidades y procesos requeridos para apoyar y conformar la estrategia del negocio), administración de valor (mecanismo para garantizar que se realice el máximo beneficio) y capacidad tecnológica (mecanismo para especificar y modificar las diversas



capacidades de tecnología de información necesarias para apoyar y conformar la estrategia del negocio), de una manera que logre la consistencia interna.

## 2.1.2 Políticas

Consideramos fundamental tratar con especial atención los aspectos que hemos mencionado, pues durante las encuestas realizadas encontramos que el personal directivo no estaba del todo familiarizado con estos conceptos. Es preciso que los funcionarios de los diferentes niveles de la organización de AyA conozcan las políticas generales, los objetivos y las metas de los programas que constituyen la estrategia, para vincularlos en su realización y, sobre todo, comprometerlos para el logro de los resultados.

En la organización de AyA existen diferencias muy marcadas entre el nivel nacional y las direcciones regionales, especialmente en el aspecto técnico. A pesar de ser los realizadores del servicio de acueducto y generar los recursos de tesorería más importantes de AyA, las direcciones regionales carecen de autonomía financiera para asumir sus propios programas como respuesta a las necesidades de sus clientes. Más adelante explicaremos las implicaciones que tienen las actuales deficiencias en la cadena de información técnica para la toma de decisiones

Para solucionar estas dificultades y suplir los recursos que demandan las regiones, AyA debe alinear sus sistemas de información. Esta solución está más acorde con sus necesidades estratégicas, porque le permitirá al nivel nacional detectar y tomar las decisiones, oportunamente y con conocimiento de causa, de los recursos que realmente requieren las direcciones regionales para la prestación eficiente del servicio de acueducto.

En AyA es posible distinguir las unidades estratégicas de negocios encargadas de la operación de los servicios de acueducto y alcantarillado y de la comercialización. Adicionalmente, existen procesos estratégicos y procesos de soporte que contribuyen en la actividad principal de AyA, la prestación de estos servicios públicos, como presentamos en la siguiente ilustración:

En la figura 1 se presenta el Mapa de Procesos del servicio de acueducto, el cuál es la representación gráfica de la secuencia que debe verificarse para el cumplimiento de la cadena de valor mediante la integración de los 3 elementos fundamentales de la gestión empresarial: los procesos estratégicos, operativos y de soporte.

Los procesos estratégicos realizan la visión de la empresa, es decir, se encargan de los asuntos corporativos, de asegurar el suministro de recursos y de la conceptualización, diseño, implementación y control de las políticas. Para tal efecto, se encuentran distribuidos en diferentes áreas de la organización: Gerencia y Estrategia, Planeación Corporativa y Control de Gestión. La labor desarrollada es común o se aplica a todos los servicios prestados por la empresa y cuando la empresa pertenece o está vinculada de alguna forma a algún grupo, realiza la función de conexión con otras empresas del grupo o corporación.

La realización propiamente dicha del servicio, la desarrolla la empresa, a través de los denominados procesos operativos, los cuales están a cargo de las unidades de negocios, que están asignadas a cada uno de los servicios prestados por la empresa.

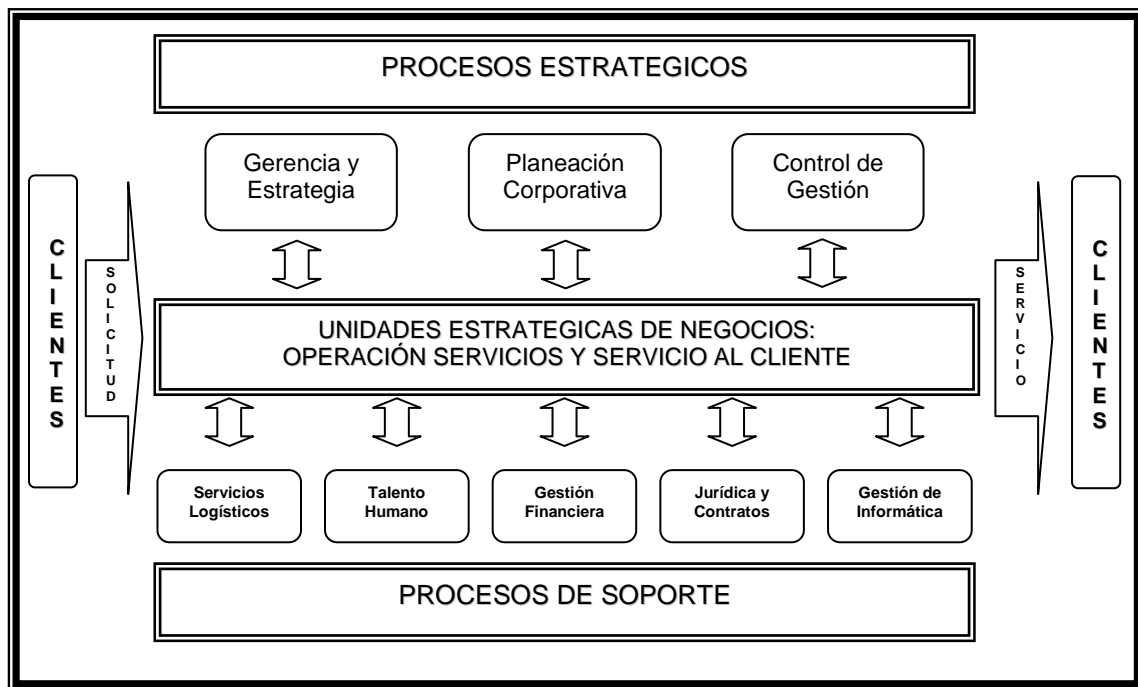


Figura N°. 1, Mapa de Unidades Estratégicas de Negocios y Procesos en AYA

Los procesos operativos del servicio público de acueducto realizan la misión de la empresa, es decir, se encargan de la aplicación y ejecución de las políticas y, de la provisión y la atención a los usuarios o suscriptores del servicio. Se desarrollan técnicamente en los sistemas de abastecimiento, provisión y procesamiento del agua cruda y de distribución, almacenamiento y suministro de agua potable. También, existen los procesos de intercambio directo con el cliente, denominados procesos de comercialización. Tienen la misión de: garantizar las fuentes de abastecimiento, programar o planear la prestación del servicio en todos sus aspectos, con anticipación suficiente para acopiar, adquirir y preparar, el recurso agua, los insumos requeridos en su procesamiento y el sistema de operación; operar el desplazamiento del recurso a través de la infraestructura y demás componentes del sistema; mantener los componentes del sistema operativo en óptimas condiciones y, controlar que se cumplan a cabalidad, todas las condiciones previstas durante la planeación del servicio.

La estrategia y la operación del servicio de acueducto requieren del apoyo del tercer elemento denominado procesos de soporte. Proveen los recursos, logística, métodos y tecnología que demanda la realización del servicio. La labor desarrollada en estos procesos, es común o se aplica a todos los servicios prestados por la empresa.

Las actividades relacionadas con el control de pérdidas de la empresa de acueducto se encuentran diseminadas en forma de actividades específicas establecidas como parte de los procesos de planeación, operación, mantenimiento y control de la distribución de agua potable. De ningún modo se encuentran en forma separada de los procesos de realización del suministro porque son actividades cotidianas y corresponden a la rutina diaria de la operación del servicio. Tampoco se recomienda establecer un proceso independiente en la empresa que empiece a implementar activamente un programa de control de pérdidas, porque a medida que avanza el programa se presentará el reforzamiento de los procesos de operación que es precisamente el objetivo del control de pérdidas.

La falta de información técnica oportuna impide la interacción con los procesos estratégicos y de soporte, porque los sistemas de acueducto de AyA se encuentran distribuidos por todo el territorio nacional y tienen diferentes características en cuanto a cobertura y capacidad.

En el ejercicio anterior identificamos las dificultades para validar las prioridades de los sistemas críticos y para aprovechar economías de escala. Debido a esto, las acciones para solucionar situaciones críticas se vuelven engorrosas y dificultan la aprobación de los recursos solicitados por las regiones donde tienen “conocimiento” sobre dichas necesidades específicas.

Debido a la falta de identificación, el sistema nacional no puede aprovechar la acumulación de necesidades para adoptar soluciones a gran escala, por el contrario, debe ejecutar múltiples acciones para solucionarlas de manera individual. Tampoco es posible hacer ejercicios de comparación para señalar acciones que puedan favorecer intereses colectivos de varias regionales.

Los procesos de soporte del orden nacional, diseñados para soluciones de carácter general, deben adaptarse y responder a la demanda de múltiples necesidades de cuestiones prioritarias permanentemente.

Los procesos estratégicos deben asumir el desgaste de los procesos de soporte y la falta de información para controlar y tomar decisiones. El sistema nacional está adaptado más para resolver el día a día que para planificar objetivamente la asignación y el control eficiente de los recursos y le impide hacer comparaciones entre los costos unitarios reales que se derivan de la operación de cada uno de los sistemas y la necesidad de disminuirlos mediante inversiones en optimización.

Estas dificultades se solucionan aplicando un verdadero control estratégico que evalúe y adapte los procesos de gobierno:

- ✓ Respaldo de las decisiones de los ejecutivos técnicos para adoptar soluciones con beneficio general.
- ✓ Aumentando las capacidades organizacionales, empezando desde la base, como mecanismo de mejoramiento continuo que permita identificar y validar las verdaderas necesidades de los procesos operativos del servicio.
- ✓ Manteniendo siempre la dimensión económica de los gastos y las inversiones que permita conocer los costos reales de las actividades de los procesos y la verdadera magnitud de los beneficios.
- ✓ Implementando la capacidad en tecnología de información de los sistemas y la operación del servicio.

Una vez se adopten los correctivos en los procesos respectivos, podrán definirse criterios específicos de control estratégico para el seguimiento del programa de control de pérdidas a través del control del desempeño de las actividades.

## 2.2 Administración en la prestación del servicio

### 2.2.1 Concepto

Uno de los principios fundamentales para la toma adecuada de decisiones y la calidad de las mismas es basarse en hechos y datos que nos brinden información precisa antes de la ejecución de los planes, durante estos y después. El concepto de la administración implica, como sus acciones básicas, planear, organizar, dirigir y controlar<sup>3</sup>.

La planeación se refiere a determinar hacia donde debe ir la organización y como se debe llegar allí. La organización tienen que ver con decidir quien hace que. La dirección consiste en determinar que se debe hacer y cuando se debe hacer y, el control consiste en medir y supervisar los resultados, comparar las mediciones con los planes y cuando sea necesario tomar las medidas correctivas. Todo ello implica la evaluación de los cambios y restricciones internas y externas, pronóstico, fijación de objetivos, desarrollo de estrategias y políticas y preparación de planes de acción, definición y agrupación de actividades, asignación de responsabilidades y establecimiento de medios de comunicación, coordinación y control.

Desde la fase de planeación se va definiendo y ejerciendo el control, a través de la determinación de las variables claves de éxito asociadas a los objetivos y a los recursos disponibles. Es el control, mediante la generación de información, el que provee los insumos para la adecuada y oportuna toma de decisiones que mantienen a las organizaciones en la senda del éxito.

La información será útil en la medida que cumpla una serie de requisitos: debe ser exacta, completa, económica, confiable, relevante, oportuna, verificable y tener nivel de detalle indicado a la decisión que se destina. Los indicadores de gestión se convierten en los signos vitales de la organización, y su continuo monitoreo permite establecer las condiciones e identificar los diversos síntomas que se derivan del desarrollo normal de las actividades. Por ello, es claro que el control se fundamenta en la administración efectiva de información acerca del comportamiento de una o más variables, de manera que es posible tomar la decisión de mantener las condiciones actuales de operación o de hacer ajustes para corregir cualquier desviación que se presente con base en patrones deseados. La información de alarma advierte acerca de una situación que esta fuera de control, o del comportamiento de una variable cuya desviación es tal que ha salido de control.

El modo en que una empresa de acueducto modernizada considera su negocio, los clientes y la competencia es el modelo de mejora continua y, en este caso, AyA no es la excepción.

El modelo de mejora continua, demanda ajustes permanentes, no tanto al producto pero si en los procesos. El cambio de procesos significa alterar los procedimientos y las tecnologías que se utilizan para producir y distribuir el servicio. El proceso se refiere ampliamente a todas las

---

<sup>3</sup> Indicadores de Gestión, Herramientas para lograr la competitividad, Jesús M. Beltrán J., 1998.



capacidades organizacionales resultantes del personal, los sistemas, las tecnologías y los procedimientos que se utilizan para producir, distribuir y comercializar el producto o servicio.

Por definición, el modelo de negocios de AyA implica el cambio estable del producto y dinámico en los procesos, pues la demanda de su mercado es madura, estable, grande y homogénea.

Esto significa, que AyA debe hacer esfuerzos permanentes, puesto que su principal centro de atención es la satisfacción de los clientes mediante mejora continua de procesos. Para ello, requiere sistemas y estructuras que faciliten el aprendizaje organizacional de largo plazo sobre el producto, pero al mismo tiempo logre cambios rápidos y radicales en los procesos que emplea para satisfacer la demanda de un producto estable.

Es determinante una organización integral, una estructura basada en equipos que cree una colaboración integrada y constante entre especialistas de procesos<sup>4</sup>. Los equipos son foros intensivos mediante los cuales se persigue y pone en ejecución el cambio de proceso. La estructura de equipo permite que la organización haga transformaciones complejas y que verdaderamente agreguen valor a sus procesos de negocios. Al integrar el trabajo especializado de unidades funcionales y dirigir el reenfoco rápido y eficaz de dichas unidades, la organización integrante puede proseguir continuamente la innovación de procesos.

La empresa de mejora continua organiza la fuerza de trabajo no solo para seguir las reglas y los procedimientos, sino también para participar activamente en el desarrollo de estos instrumentos.

Para hacer que la innovación de procesos sea eficiente, las organizaciones de mejora continua dirigen una secuencia constante de micro transformaciones. Los miembros de los equipos interfuncionales, que colaboran para optimizar procesos de operaciones o hacen planes para el mejoramiento de estos equipos, acuden después a su trabajo de función específica, ejecutan las reglas que acaban de desarrollar y realizan una microtransformación.

La tecnología de información afecta no solo las tareas, actividades o procesos que se tienen que realizar, sino también las relaciones entre el personal, así como entre el personal y la propia tecnología.

La utilización principal de la tecnología en las compañías de mejora continua es aumentar tareas al mejorar el conocimiento y las habilidades del personal en los procesos, vincular al personal a través de las funciones para que proporcione flujos informativos horizontales, que hagan énfasis en el usuario o consumidor, y de este modo permitirles mejorar continuamente los procesos que ejecutan. Las tecnologías se utilizan como herramientas para mejorar tareas específicas, no como sustituto de la fuerza de trabajo humana.

La infraestructura de tecnología de información resultante tiende a ser el sostén de una gran redundancia de información que puede compartirse horizontalmente a través de funciones y organizaciones. En lugar de ofrecer acceso solo a aquellos que tienen necesidad de saber, la información es abierta y accesible a todos los interesados y contribuye a concentrar a cada uno en el objetivo común de ser cada vez mejor. En lugar de estar aislados en una función aparte, los profesionales de tecnología de información participan como miembros iguales de equipos de

---

<sup>4</sup> Creating Order Out of Chaos, California Management Review 30, 1998, I. Nonaka.

producción o calidad con aquellos que provienen de las áreas de desarrollo, producción, distribución y comercialización.

Dentro de una organización el sistema de información actúa como el sistema nervioso<sup>5</sup>, ya que este se encarga de hacer llegar a tiempo la información que necesitan los distintos elementos de la organización empresarial (departamentos, áreas funcionales, equipos de trabajo, etc.), permitiendo de esta forma una actuación conjunta y coordinada, ágil y orientada hacia los resultados. Los sistemas de información han adquirido una dimensión estratégica en las empresas y han dejado de ser una simple herramienta para automatizar procesos para convertirse en una pieza clave a tener en cuenta a la hora de formular la estrategia empresarial, para llevar a cabo su implantación y para realizar el control de gestión. No sólo llegan a condicionar la estrategia de la empresa, sino que constituyen el elemento fundamental para llevar a cabo una gestión orientada a procesos y no a funciones, que permita poner el énfasis en la mejora continua de los resultados, con una clara orientación total hacia el cliente.

Un sistema de información dentro de una organización, se encarga de entregar la información oportuna y precisa, con la presentación y el formato adecuados, a la persona que la necesita para tomar una decisión o realizar alguna operación y justo en el momento que necesita para disponer de dicha información.

Los sistemas de información contribuyen a mejorar el flujo de datos desde la captura en su origen hasta convertirlos en información útil. Los datos reflejan hechos recogidos en la organización y que están todavía sin procesar, mientras que la información se obtiene una vez que estos hechos se procesan, agregan y presentan de la manera más adecuada. La información y el conocimiento que acumulan las organizaciones deberían ser considerados un recurso más, al mismo nivel que el personal, el capital, los bienes e instalaciones. Es necesario gestionarlo y explotarlo adecuadamente, para que pueda contribuir a la consecución de las metas y objetivos fijados por la organización.

En la administración de la empresa de acueducto, inclusive las de naturaleza pública, se requieren los mismos mecanismos y herramientas que se utilizan en otros tipos de negocios. Se ha implantado la creencia que la eficiencia en la gestión se mide a través del indicador de agua no contabilizada, pero como su nombre lo indica es más bien un indicador de la ineficiencia compartida de las acciones operativas y comerciales de la empresa de acueducto.

El negocio de suministro de agua potable funciona como cualquier otra actividad empresarial, porque en él se procesa a granel la materia prima que provee la naturaleza, realizando un proceso de transformación para potabilizarla, luego se utilizan canales para su distribución y comercialización.

En cualquier tipo de actividad de negocio, a ninguna empresa le conviene encontrar como resultado del ejercicio una diferencia entre el inventario de producto que manufactura y el volumen de producto efectivamente vendido. En algunos negocios esta diferencia o pérdida de producto es inaceptable o es restringida a unos niveles permisibles. En estos casos, la empresa normalmente ajusta sus mecanismos para mantener esta variable bajo control, éste puede ser tan riguroso que demanda una serie de costos su implantación y mantenimiento, pero es rentable en la medida en que el costo del producto que no se pierde, gracias a su efectividad, posibilita a la empresa a incurrir

---

<sup>5</sup> Sistemas de Información Herramientas prácticas para la gestión empresarial, Alvaro Gómez y Carlos Suarez2004.

en dichos costos. Debido a los elevados costos de la materia o de los procesos de transformación, la empresa siempre encontrará factible invertir en estos mecanismos de protección de su producto mientras el mercado competitivo le permita mantener el precio de venta con un margen previsto de rentabilidad.

En la mayoría de los casos y por la naturaleza del servicio, las empresas de acueducto son monopolio en su zona de influencia, provienen del dominio público que las ha constituido para solucionar la necesidad generalizada de la población por el uso de agua potable.

Por esta razón, tienen el mercado asegurado y no tienen necesidad de competir en la venta del producto. La materia prima, también de dominio público, es prioritariamente concesionada para el consumo humano a muy bajo costo a la empresa de acueducto, por lo tanto, no la puede cobrar a quienes la consumen, únicamente puede cobrar el costo de su transformación y distribución.

Como la venta del producto está asegurada el precio del producto terminado no está condicionado por las reglas del mercado, adicionalmente, los consumidores no son concientes del costo de la materia prima y por ello pueden incurrir en consumos excesivos o en el desperdicio del producto. Quienes realizan la transformación y distribución del producto tampoco están necesariamente concientes del costo de la materia prima.

Únicamente cuando el líquido escasea en el sistema de distribución, reconocen que no es un insumo inagotable y éste adquiere su verdadero valor tanto para los usuarios como para quienes lo proveen porque el servicio más costoso es aquel que no se presta.

Cuando en la empresa de acueducto no se ha implantado la política de administración y gestión eficiente del servicio, el sistema hace crisis debido al deterioro paulatino de la infraestructura y del modo de operación, inclusive no se establecen mecanismos de control oportuno, como si lo hacen otros tipos de negocios, que mantengan las pérdidas en valores aceptables y pertinentes para las características de su sistema. Entonces, se hace necesaria una revisión de todo el proceso administrativo para detectar las fallas, corregirlas e iniciar un nuevo ciclo para la empresa con la implantación de nuevas políticas, nuevas estrategias y ajustes en los procesos y en los mecanismos de control empresarial y operativo encargados de garantizar la sostenibilidad del servicio.

## 2.2.2 Políticas

De acuerdo con la Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados<sup>6</sup>:

- ✓ El artículo 1 “Con el objeto de dirigir, fijar políticas, establecer y aplicar normas, realizar y promover el planeamiento, financiamiento y desarrollo y de resolver todo lo relacionado con el suministro de agua potable y recolección y evacuación de aguas negras y residuos industriales líquidos, lo mismo que el aspecto normativo de los sistemas de alcantarillado pluvial en áreas urbanas, para todo el territorio nacional se crea el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, como institución autónoma del Estado.”

---

1.1 <sup>6</sup> Ley 2726 del 14 de Abril de 1961.

- ✓ El artículo 2 literal g) “Administrar y operar directamente los sistemas de acueductos y alcantarillados en todo el país, los cuales se irán asumiendo tomando en cuenta la conveniencia y disponibilidad de recursos. Los sistemas que actualmente están administrados y operados por las corporaciones municipales podrán seguir a cargo de éstas, mientras suministren un servicio eficiente. Bajo ningún concepto podrá delegar la administración de los sistemas de acueductos y alcantarillado sanitario del Área Metropolitana. Tampoco podrá delegar la administración de los sistemas sobre los cuales exista responsabilidad financiera y mientras ésta corresponda directamente al Instituto. Queda facultada la institución para convenir con organismos locales, la administración de tales servicios o administrarlos a través de juntas administradoras de integración mixta entre el Instituto y las respectivas comunidades, siempre que así conviniere para la mejor prestación de los servicios y de acuerdo con los reglamentos respectivos. Por las mismas razones y con las mismas características, también podrán crearse juntas administradoras regionales que involucren a varias municipalidades; ...”
- ✓ El artículo 2 literal i) “Construir, ampliar y reformar los sistemas de acueductos y alcantarillados en aquellos casos en que sea necesario y así lo aconseje la mejor satisfacción de las necesidades nacionales; y...”

En cumplimiento de esta disposición, AyA tiene cobertura nacional y tiene la capacidad real de asumir la administración y operación directa de nuevos acueductos. Para ello, existen una administración central y unas divisiones territoriales. La prestación directa del servicio está en cabeza de las direcciones regionales que dependen de la administración central de AyA.

Estas direcciones regionales descentralizadas están divididas o conformadas por unidades específicas que tienen su par correspondiente en el nivel nacional. Cada una de las seis sedes regionales tiene un director que se encarga de la administración en el ámbito de su jurisdicción, con responsabilidad por todas las actividades directamente relacionadas con el servicio. Cada director cuenta en su sede regional con departamentos de operación y mantenimiento, servicio al cliente (gestiones comerciales) y administrativo-financiero.

El servicio está dividido en seis direcciones regionales:

- ✓ Área Metropolitana atiende a 261.667 clientes
- ✓ Pacífico Central atiende a 46.407 clientes
- ✓ Chorotega atiende a 41.860 clientes
- ✓ Huetar Atlántico atiende a 41.697 clientes
- ✓ Brunca atiende a 39.977 clientes
- ✓ Central Oeste atiende a 30.210 clientes

La Región Metropolitana atiende el 56.7% de los clientes del servicio de acueducto de AyA, mientras las demás regiones atienden el 43.3% restante de los clientes.

Desde el punto de vista comercial, el servicio en cada dirección regional es atendido por agencias cantorales:

- ✓ Área Metropolitana tiene 13 agencias
- ✓ Pacífico Central tiene 9 agencias
- ✓ Chorotega tiene 10 agencias
- ✓ Huetar Atlántico tiene 5 agencias
- ✓ Brunca tiene 8 agencias
- ✓ Central Oeste tiene 6 agencias

En total las regiones tienen 1885 rutas de lectura, con un promedio general de 245 clientes o usuarios por cada ruta de lectura.

Desde el punto de vista de la operación de acueducto, las regiones cuentan con:

- ✓ Área Metropolitana tiene 28 fuentes de acueducto y 100 zonas operativas
- ✓ Pacífico Central tiene 13 sistemas de acueducto
- ✓ Chorotega tiene 43 sistemas de acueducto
- ✓ Huetar Atlántico tiene 13 sistemas de acueducto
- ✓ Brunca tiene 14 sistemas de acueducto
- ✓ Central Oeste tiene 22 sistemas de acueducto

En total, son 150 fuentes de acueducto, la Región Metropolitana solamente tiene el 19% de las fuentes existentes, mientras las demás regiones cuentan con el 81% de fuentes restantes.

Como se puede observar, el sistema metropolitano está más concentrado en cuanto a cantidad de clientes y fuentes de acueducto, mientras las demás regiones tienen más acueductos pero menos clientes, es decir, tienen sistemas dispersos pero de baja capacidad.

Esta desconcentración de sistemas sugiere un mayor grado de dificultad para administrar los sistemas de acueducto de las regiones distintas a la metropolitana.

En AyA, los procesos de la unidad estratégica de negocios de comercialización y los procesos de soporte de gestión financiera y de gestión informática están más adaptados y han logrado aproximarse al modelo de mejora continua. Por el contrario, los procesos estratégicos no están involucrados en este tipo de modelo, ya que por mucho tiempo no han establecido las políticas para impulsar a los procesos de la unidad de negocios de operación y no les han suministrado los recursos necesarios para apoyar su desarrollo.

Los avances logrados en las áreas financiera y comercial también se han visto afectados por las deficiencias en planeación y control estratégico en AyA, pues aunque importantes aún requieren ajustes significativos, al menos ya iniciaron la fase de mejoramiento. Los procesos técnicos operativos del servicio de acueducto se encuentran estancados y es prioritario que se integren a las iniciativas realizadas en otras áreas de la organización de AyA.

La administración del servicio en estas condiciones es improductiva porque los procesos continúan consumiendo los recursos que generan las tarifas sin lograr avances significativos en su mejoramiento para el beneficio de los usuarios, quienes además de pagar las facturas se benefician o perjudican debido a la calidad del servicio.

El modelo debería haber funcionado primero en la Región Metropolitana porque la concentración de clientes facilita la aplicación óptima de los recursos para alcanzar resultados mediante procesos adecuados que deben ser replicados en las regiones de menor cobertura de clientes y, por ende, de menor capacidad económica.

Desde el punto de vista administrativo, AyA funciona como una empresa nacional en el aspecto comercial y en el financiero, pero en la operación funcionan como empresas independientes pero sin ningún tipo de integración. Los sistemas operativos donde AyA presta el servicio de acueducto están aislados de la administración nacional, su comunicación es frecuente pero no es constante porque no existen las condiciones locales de operación ni un sistema de gestión técnica que integre la información del día a día de la operación de todos los sistemas como si sucede con las actividades comerciales y financieras. Las dificultades en la comunicación entre la operación directa de los sistemas y el área técnica nacional también contribuyen al deterioro de los sistemas y de sus mecanismos de operación porque el nivel nacional no identifica oportunamente las verdaderas necesidades que allí se presentan.

Sería recomendable iniciar una etapa de fortalecimiento de los equipos funcionales de la Región Metropolitana que están más cercanos al nivel central y empezar a aplicar los mismos tipos de ajuste en las regiones, de manera similar a como la han realizado en los procesos comerciales y financieros de AyA, sin dejar de pasar por alto que en las demás regiones el grado de dificultad es mayor por la dispersión de los sistemas de acueducto.

También debe mejorarse la integración de todos los procesos estratégicos, operativos y de soporte para mantener el control permanente de las actividades mediante la administración efectiva de información oportuna del comportamiento de indicadores con señales de alerta, de manera que sea posible tomar la decisión de hacer ajustes a las condiciones de operación evitando situaciones que estén fuera de su control.

## 2.3 Organización y procesos

### 2.3.1 Concepto

El modelo de negocios de mejora continua requiere una revisión permanente de los procesos. Para la evaluación de los procesos de trabajo, se debe realizar un levantamiento o documentación en mapas de proceso o flujos de trabajo.

Un flujo de trabajo es una secuencia de tareas en la que intervienen unos participantes, cada uno desempeñando un papel determinado, donde una serie de datos son procesados y transferidos entre los participantes convirtiéndolos en información que fluye paralelamente a la ejecución de las tareas, todo ello de acuerdo con un conjunto de reglas y procedimientos para alcanzar un determinado objetivo. Una descripción del proceso debería incluir el conjunto de actividades elementales que lo componen, las operaciones asociadas a ellas en las que intervienen las

personas y el papel que desempeñan, la información necesaria en cada una de las etapas del proceso, los documentos que utilizan, las políticas implantadas y la interrelación con otros procesos.

A través de este tipo de representación es posible percatarse de tareas o pasos que a menudo pasan desapercibidos en el día a día, y que sin embargo, afectan positiva o negativamente el resultado final del trabajo. Un mapa de los pasos que se requieren para completar un trabajo permite identificar claramente los individuos que intervienen en el proceso, la tarea que realizan, a quién afectan cuando su trabajo no se realiza correctamente y el valor de cada tarea o su contribución al proceso. También permite evaluar cómo se entrelazan las distintas tareas que se requieren para completar el trabajo.

Los mapas de procesos son útiles para conocer cómo se llevan actualmente a cabo los trabajos, analizar los pasos del proceso para reducir el ciclo de tiempo o aumentar la calidad, utilizar el proceso actual como punto de partida para llevar a cabo proyectos de mejoramiento del proceso, orientar a nuevos empleados, desarrollar formas alternas de realizar el trabajo en momentos críticos y evaluar, establecer o fortalecer los indicadores o medidas de resultados. También se utilizan los mapas de proceso cuando las quejas o los señalamientos que se reciben se relacionan con el tiempo que debe esperar el cliente para obtener algún servicio o resultado, cuando se reciben señalamientos o quejas de errores en el resultado del trabajo, cuando se interesa automatizar la información a través de la adquisición de equipos de cómputo y aplicaciones, cuando existe una necesidad continua de adiestrar personal para llevar a cabo el trabajo o cuando es necesario establecer indicadores para medir la efectividad o eficiencia del trabajo.

En las compañías que se rigen por los modelos de mejora continua, se busca primordialmente mejorar el conocimiento y las habilidades del personal, dotándolo de los instrumentos y las herramientas necesarias, de tal manera que dicho aprendizaje lo lleva a crear nuevas tareas que permiten mejorar el proceso y adquirir nuevos conocimientos, iniciando con ello un nuevo ciclo de mejora.

Esta dinámica es posible porque desde los procesos estratégicos se imparte la política de mejoramiento continuo, desplegándola por toda la organización y respaldándola con la asignación de recursos. Mientras existan resultados tangibles la dinámica se mantiene, en caso contrario, deben aplicar ajustes a la política para que el resto de la organización los pueda entender e iniciar el proceso de mejora continua.

Para alcanzar este propósito se requiere principalmente de continuidad, porque a la organización le toma tiempo constituir y establecer los equipos interfuncionales encargados de diseñar las reglas y crear y aplicar las denominadas microtransformaciones en sus áreas de trabajo respectivas. Cuando este mecanismo se interrumpe por cambios en las políticas empresariales que cada vez son más frecuentes, la organización detiene cualquier nuevo proceso de ajuste, en pocas palabras, la organización pierde confianza en el sistema porque a la fuerza ha aprendido a aceptar cambios recurrentes en la estrategia.

## **2.3.2 Políticas**

La actual estructura de AyA obedece a una organización con departamentos funcionales y distribuciones geográficas, en la cuál, únicamente existe una verdadera aproximación entre lo funcional y lo regional en las áreas comercial y financiera. El área funcional de operación existe en el nivel regional pero no en el nacional.

En la estructura organizacional vigente, propuesta en el año 2004<sup>7</sup>, se hizo la evaluación de la problemática institucional, en la cuál se analizaron diez puntos críticos que no le permitían cumplir de manera eficiente y eficaz con su papel rector y operativo en materia de agua potable y saneamiento. No consideraron como factores críticos en el desempeño de AyA, la deficiencia tecnológica en la operación o el elevado nivel de pérdidas prevaleciente en sus sistemas de acueducto. Contemplaron como nueva dependencia al Departamento de Optimización, adscrito a la Dirección de Agua Potable, pero en sus funciones no consignaron la solución al problema de control de pérdidas en AyA.

Hemos identificado las dificultades que deben afrontar los operadores regionales por carencia de autonomía para desarrollar sus sistemas. Entonces, la creación de dicha unidad no garantiza la solución a las deficiencias en materia de tecnología requerida para la toma de decisiones durante la operación y el mantenimiento del servicio de acueducto.

La cuestión no se trata exclusivamente de ajustes a la estructura orgánica sino más bien de los ajustes estratégicos que debe adoptar AyA como parte de su evolución empresarial para crecer integralmente en todas las áreas de su organización. Sin embargo, la falta de continuidad en la estrategia y en las políticas y los cambios muy frecuentes en la organización constituye un factor de riesgo para la sostenibilidad de las acciones de mejoramiento que se introducen en los procesos que se requieren para la prestación del servicio de acueducto en AyA. Debido a esto, es probable que algunos programas contemplados en el marco estratégico actual<sup>8</sup> incrementen la eficiencia y eficacia de la gestión en el mediano plazo como se espera, pero al final no logren establecerse como parte de las actividades cotidianas del servicio.

Para mejorar las condiciones de estabilidad de las políticas y de los programas, debe adoptarse un mecanismo de cultura organizacional que involucre a toda la organización en todas sus áreas funcionales, zonas geográficas y niveles jerárquicos. La fuerza laboral debe identificarse plenamente con las directrices señaladas a corto y mediano plazo, de esta forma acompañarán a las directivas en la consolidación de las metas y objetivos.

Como parte de la política de ajuste requerida para la sostenibilidad del control de pérdidas, AyA requiere revisar la forma en que su organización realiza los procesos de las unidades estratégicas de negocios para identificar las necesidades de mejora que se deben implementar en las actividades correspondientes.

Para la evaluación de los procesos de trabajo se requiere conocer los flujos de trabajo, durante las investigaciones realizadas, encontramos que no se ha llevado a cabo la documentación o levantamiento de los procesos de manera integral por unidades estratégicas, procesos estratégicos o procesos de soporte, aunque existen iniciativas puntuales de algunas áreas de la organización.

Los procesos comerciales y financieros han logrado sus avances en términos de cobertura porque diseñaron y aplicaron microtransformaciones, entre ellas, adoptaron soluciones tecnológicas que permitieron aprovechar la economía de escala y ofrecer las mismas ventajas en cualquier parte del territorio nacional. Sin embargo, como lo veremos más adelante, los procesos comerciales también tienden a estancarse por falta de integración con los procesos operativos, al igual que los procesos

---

<sup>7</sup> Estructura Organizacional Año 2004-2005, Gerencia General, Oficina de Organización y Desarrollo.

<sup>8</sup> Propuesta de Tarifas Mayo 2007, versión final.

financieros tienden a estancarse por falta de coordinación con los procesos estratégicos y con los procesos de soporte de talento humano.

Estas cuestiones suceden primordialmente en el nivel central, pero impactan positiva y negativamente el desempeño en las regiones.

## 2.4 Cultura operativa

En el aspecto técnico, AyA ha creado unidades administrativas dependientes del nivel central, pero funcionan independientemente en los asuntos relacionados con la operación de los sistemas de acueducto. No existe un sistema o mecanismo formal de información técnica, por lo tanto, la información que se maneja en el nivel central no solo es inoportuna sino, además, es inexacta por problemas de generación desde la fuente<sup>9</sup>.

Repasando brevemente la ilustración de la figura 1, debemos resaltar las dificultades para el flujo normal de la relación entre la unidad estratégica de negocios de operación de servicios y los procesos estratégicos y de soporte, debido a la falta de dicho sistema que provea la información que se requiere para la toma de decisiones oportunas. Esta situación ha prevalecido a lo largo del tiempo, porque en la realización de los procesos estratégicos no han identificado las verdaderas necesidades de la unidad de negocios de operación, solo hasta cuando los sistemas entran en crisis se percibe la verdadera necesidad de la operación.

Este es el caso de la Región Metropolitana, cuyos problemas de abastecimiento y distribución solamente pueden solucionados mediante el programa de control de pérdidas y un nuevo plan maestro, que requieren precisamente de una buena base de información técnica que por el momento no está disponible.

Para romper este círculo vicioso de la deficiencia en información deben hacerse ajustes de fondo a los procesos y procedimientos, inicialmente al interior de la unidad estratégica de negocios de operación de servicios, que permitan una mejor integración con los procesos estratégicos y de soporte.

Para ello, es preciso revisar la cadena de valor de la información operativa en un sistema de acueducto de AyA. De acuerdo con las características funcionales de AyA, se presenta en la figura 2 una ilustración de la manera como debería ser el flujo de información técnica operativa idealizada:

- ✓ Cada cantonal posee por lo menos un sistema de acueducto que, se supone, debe proveer datos periódicamente sobre sus condiciones de operación, el procesamiento los convierte en información valiosa que debe ser reportada a cada departamento de operación y mantenimiento de la respectiva dirección regional. Allí deberían revisarse con detenimiento las "señales de alerta" que envía el sistema sobre su funcionamiento: un tanque de almacenamiento que permanece en el nivel de rebalse, disminución súbita del

---

<sup>9</sup> Diagnóstico y Evaluación de las Acciones Realizadas por AYA para el Control y Reducción de Pérdidas. Identificación de aspectos que han limitado el avance y logro de metas concretas para reducir las pérdidas. Macromedición. Septiembre 2007.

nivel de agua en un tanque de almacenamiento, caída de la presión de servicio en un determinado sector de la red de distribución, reportes de llamadas frecuentes de los usuarios de una zona avisando sobre deficiencias en el suministro del servicio, como falta de continuidad o baja presión, o sobre fugas visibles, entre otros.

- ✓ Estos datos, recibidos oportunamente, deberían ser útiles para que el departamento ordene hacer un seguimiento técnico y detallado de cada situación hasta encontrar las causas y, por supuesto, adoptar los correctivos necesarios.
- ✓ Si este tipo de situaciones se mantiene controlado, se deben conservar los registros en la forma de expedientes que se conservan en los archivos de cada sistema de acueducto para futuras revisiones y se elabora un reporte consolidado de cada sistema adscrito a la respectiva dirección regional.
- ✓ Cada región enviará un reporte consolidado de las condiciones de operación de todos los sistemas y de las novedades registradas durante el período.
- ✓ Esta información es catalogada y conservada en el nivel nacional, para futuros análisis estadísticos, evaluación de tendencias y ejercicios de comparación.
- ✓ Gracias a ella, por una parte, será posible verificar las condiciones de los sistemas críticos reportados por cada regional, que demandarán la atención prioritaria de sus necesidades más urgentes. También, permitirá adoptar soluciones basadas en aprovechamiento de economía de escala para adquisición e instalación de nuevos equipos, instrumentos, tuberías y demás accesorios del sistema.

De esta forma, los recursos concentrados bajo el control nacional pueden ser optimizados para mantener niveles adecuados de servicio y sistemas en condiciones más o menos homogéneas en todo el territorio nacional.

Analizando las fallas más frecuentes que se presentan en la cadena de valor de la información operativa del sistema nacional de AyA, encontramos:

- ✓ No hay generación de información suficiente y oportuna por falta de instrumentos y conectividad en los sistemas de acueducto.
- ✓ No hay concentración de información de cada sistema de acueducto en el departamento de operación de la regional.
- ✓ No hay reporte confiable de los sistemas de acueducto por deficiencia de las fuentes de información.
- ✓ No hay concentración de información confiable de cada regional en la Dirección de Agua Potable.
- ✓ No se pueden validar los análisis estadísticos, los sistemas críticos ni adoptar soluciones de economía de escala.
- ✓ Los informes que son presentados a la Junta Directiva están débilmente sustentados por deficiencia de las fuentes de información.

- ✓ Los reportes de información presentados a la ARESEP, la Contraloría General de la República, otras autoridades, organismos multilaterales y entidades de crédito, son fácilmente objetados por la misma causa.

Para obtener el control sobre la cadena de valor de la información, se requiere implementar una tecnología de información, constituida por los equipos (computadoras, dispositivos de almacenamiento de datos, dispositivos de redes, y comunicaciones), aplicaciones, servicios y personal, que están mejor configurados para proporcionar datos, información y conocimiento, y que inicie desde una cobertura específica, para que el sistema pueda “aprender” y se adapte a las condiciones reales del servicio.

Deberá tener una plataforma robusta que le permita crecer o expandirse a medida que se optimice la operación en otros sistemas de acueducto de AyA.

Otro de los requisitos básicos, será la implementación de una nueva cultura operacional en los funcionarios responsables de la realización del servicio, para que acepten los nuevos métodos como herramientas importantes en el cumplimiento de sus labores, que van a mejorar sus propias capacidades individuales y, al final, las capacidades de la organización.

Existen antecedentes de sistemas SCADA que no funcionan completamente y que no son utilizados realmente por los operadores, quienes confían más en los dispositivos manuales que tradicionalmente han utilizado en el ejercicio de sus actividades. Debemos aclarar que proveer datos con calidad desde la fuente no significa automatizar, porque para ello se requiere especializar, es decir, primero se requiere aumentar el conocimiento y reforzar las competencias de la fuerza laboral mediante instrumentos que respalden su labor. Es necesario descubrir la capacidad de aprendizaje de la organización para apoyar transformaciones continuas en el servicio.

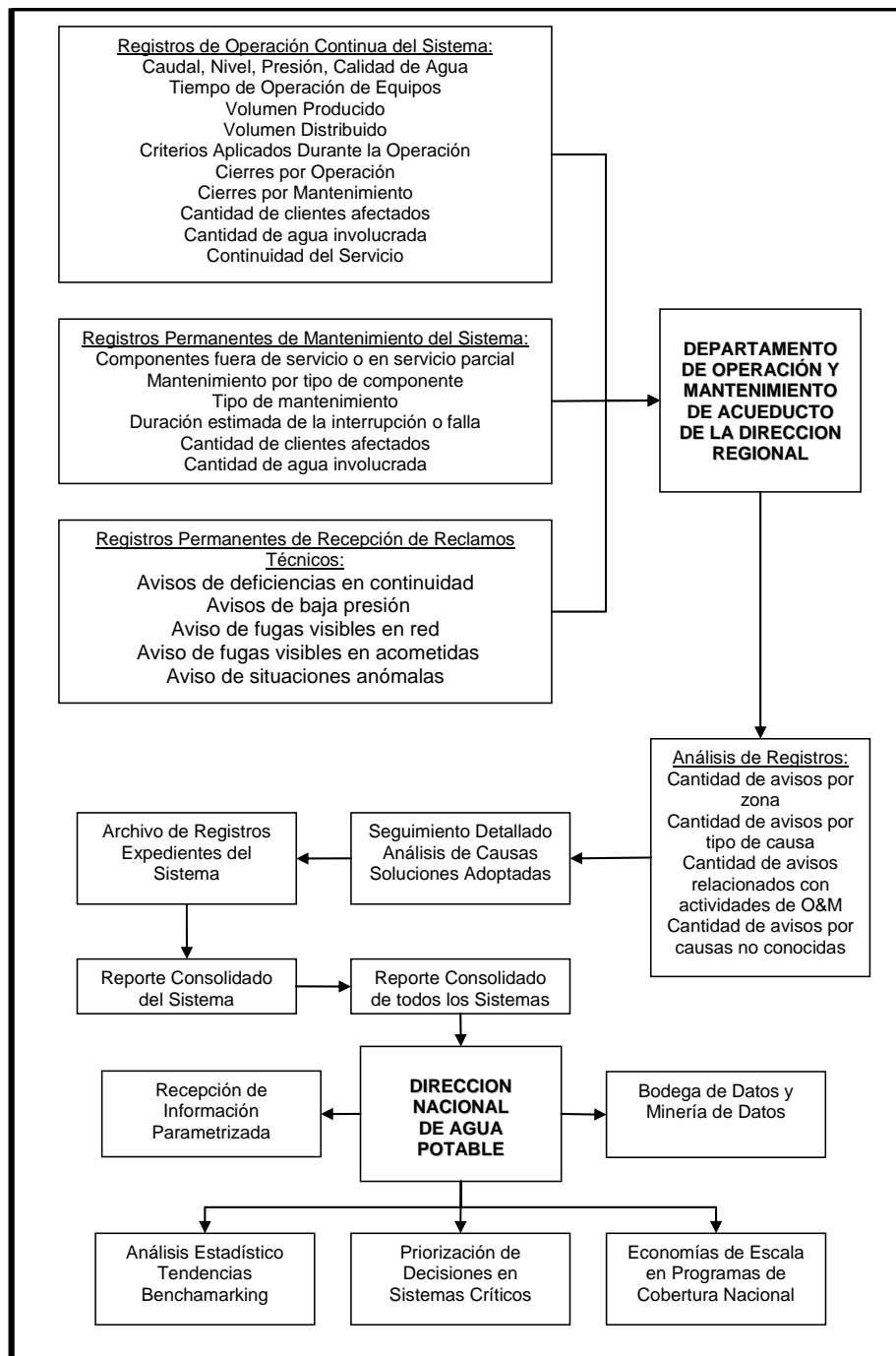


Figura N°. 2, Cadena de Valor de la Información Operativa de Acueducto



Estas son las especificaciones para el sistema de información transaccional que requiere el área operativa de AyA, para que procese las operaciones básicas y repetitivas de los sistemas de acueducto de la compañía.

## 2.5 Cultura comercial

En el aspecto comercial, AyA ha aprovechado los beneficios de la economía de escala pues las disposiciones del REGLAMENTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS A LOS CLIENTES son de cobertura nacional. Ha desarrollado procedimientos que deben ser aplicados y utilizados en todo el territorio nacional y la administración de la tecnología de información de soporte se realiza en la Sede Central.

Los procesos comerciales se ciñen estrictamente por los procedimientos definidos al tenor del REGLAMENTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS A LOS CLIENTES y el sistema de información comercial se ajusta a estas especificaciones. Adicionalmente, la tecnología de información comercial basada en la aplicación OPEN SGC está configurada para proporcionar datos, información y conocimiento. Gracias a esto, los datos comerciales fluyen en tiempo real desde las regiones hacia la Sede Central, facilitando la administración centralizada y aprovechando las economías de escala.

A pesar de estas capacidades, los procesos comerciales tienden a estancarse por falta de integración con los procesos operativos. Como responsable de la venta del servicio de acueducto, el área comercial es quien periódicamente registra el déficit ocasionado por la diferencia entre la cantidad de agua que se produce y el volumen de agua que se factura. Esta diferencia o pérdidas en el negocio, tienen un componente comercial cuya proporción no puede ser establecida utilizando los mecanismos tradicionales establecidos dentro de la unidad estratégica de negocios de servicio al cliente.

La falta de integración con los procesos operativos empieza desde el proceso de lectura del consumo mediante la aplicación de rutas previamente definidas por el catastro de usuarios. Por cuestiones prácticas, el consumo debe ser leído en forma fragmentada de acuerdo con la configuración de los ciclos de lectura que se ajustan a la disposición de las rutas de lectura. Aunque el período de facturación es mensual, para algunos ciclos el período inicia en un mes y termina en el mes siguiente. La facturación bruta mensual corresponde a la sumatoria de la lectura de los consumos tomados en todos los ciclos durante el período. Adicionalmente, las anomalías que se presentan con motivo de la facturación de algunos clientes, en algunos casos se resuelven y se aplican en el sistema de información comercial en el mes siguiente al de la facturación. La facturación neta mensual corresponde a la facturación bruta menos los ajustes realizados por las anomalías en todos los ciclos durante el período.

Por su parte, el volumen de agua producida también es calculado mensualmente. Esto significa, que los períodos de facturación no están completamente alineados con los cálculos mensuales de producción de agua potable, lo cuál impide realizar una comparación objetiva entre éstos y los valores agregados de facturación bruta o neta. Normalmente se asume que este desfase es homogéneo durante todos los períodos mensuales y, por lo tanto, el cálculo de la diferencia es

correcto utilizando este método, sin embargo, sería conveniente identificar las cantidades correspondientes a cada mes natural.

El principal factor que impide la integración con los procesos operativos, es que la disposición geográfica de las rutas de lectura no coincide con la disposición geográfica de las zonas de operación del sistema de distribución de agua potable<sup>10</sup>, lo cual impide identificar espacialmente la diferencia mensual que conocemos entre el volumen de agua producida y facturada. Como la disposición geográfica de las zonas obedece a objetivos diferentes en los aspectos técnicos y comerciales, suele ocurrir que una misma ruta de lectura pertenezca a dos o más zonas operativas. Esta situación impide que se puedan sincronizar los ciclos de lectura comerciales con el cálculo del volumen suministrada por el sistema de distribución en las zonas correspondientes. Sin esta sincronización no es posible identificar, desagregar y reducir las pérdidas por componentes técnicos y comerciales en cada zona.

Una vez se logre la sincronización entre las rutas de lectura y las zonas de operación, desaparecerá la dificultad entre los períodos antes mencionada. Esto permitirá, primero calcular correctamente el IANC por zonas y, finalmente, calcular correctamente el IANC agregado de todo el sistema de distribución.

## 2.6 Cultura financiera

De acuerdo con la Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados<sup>11</sup>:

- ✓ El artículo 5 “Para el mejor cumplimiento de los fines a que se refiere el artículo 2º de la presente ley, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados tendrá las siguientes atribuciones y prerrogativas, además de aquellas que las leyes generales otorgan a los establecimientos de su naturaleza:...

d) Contratar empréstitos en el país o en el extranjero, los cuales podrán ser respaldados con la fianza del Estado, debidamente otorgada, previa autorización de la Asamblea Legislativa. Dichos empréstitos no requerirán autorización legislativa, si no exceden de doscientos cincuenta mil colones (¢ 250,000.00), ni su plazo de doce meses, y son contratados con los bancos u otras instituciones públicas nacionales; en este caso bastará la aprobación de la Contraloría General de la República

(Así reformado por el artículo 1º de la Ley N° 3668 de 16 de marzo de 1966)...

f) Contratar, dar en garantía y comprometer sus rentas propias, así como los muebles o inmuebles de su propiedad, en los empréstitos a que se refiere el inciso d) de este artículo.

(Así reformado por el artículo 1º de la Ley N° 3668 de 16 de marzo de 1966).”

---

<sup>10</sup> Plan de Acción, Descomposición del IANC por zonas de operación. Septiembre 2007.

<sup>11</sup> Ley 2726 del 14 de Abril de 1961

- ✓ El artículo 18 “Todas las propiedades e instalaciones de los organismos del Estado que estén destinadas a la prestación de servicios relativos a la captación, tratamiento y distribución de aguas potables y evacuación de aguas servidas o pluviales en el país, son patrimonio nacional.

Para los efectos jurídicos, administrativos, financieros y de tarifas se considerarán parte del capital del ente bajo cuya administración se encuentren.

(Así reformado por el artículo 1º de la Ley N° 5915 de 12 de julio de 1976).”

- ✓ El artículo 19 “La política financiera del Instituto será la de capitalizar los ingresos netos, que obtenga de la venta de servicios y de cualquier otra fuente, para realizar planes nacionales de abastecimiento de agua potable y disposición de aguas residuales y pluviales.

Para ese efecto, se calcularán las tasas de venta de agua potable y disposiciones de aguas residuales de manera que en todo tiempo se provean fondos suficientes para lo siguiente:

- a) Pagar el costo de conservar, reparar y explotar los sistemas de acueductos y alcantarillados; y
- b) Pagar intereses sobre las deudas que contraiga y un porcentaje para capitalización y desarrollo.

El Gobierno no derivará ninguna parte de las utilidades netas del Instituto, pues éste no se considerará como fuente productora de ingresos para el Fisco.

El Estado, municipalidades y cualesquiera personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, podrán hacer donaciones de cualquier índole al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, sin necesidad de ley ni aceptación expresa.

(Así reformado por el artículo 1º de la Ley N° 5915 de 12 de julio de 1976). (NOTA: El artículo 4º de la Ley N° 5595 de 17 de octubre de 1974 impone hipoteca legal sobre deudas por alcantarillado y el artículo 5º de la Ley N° 6622 de 27 de agosto de 1981 establece que las certificaciones por deudas a su favor son título ejecutivo).”

Estas disposiciones le permiten a AyA garantizar que los recursos que obtiene por concepto de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado, serán utilizados exclusivamente en sus propias actividades y que puede obtener recursos de crédito interno o externo para el financiamiento de sus programas institucionales.

De acuerdo con la ilustración de la figura 1, las actividades relacionadas con la gestión financiera pertenecen al grupo de procesos de soporte de las unidades estratégicas de negocios de operación de servicios y servicio al cliente y de los procesos estratégicos de AyA. En relación con la cadena de valor de los servicios, le corresponde recaudar los dineros por concepto de la facturación, gestionar los recursos del endeudamiento interno o externo, ejecutar los recursos del presupuesto, llevar la contabilidad de la institución y administrar el sistema de contabilidad de costos.

En el aspecto financiero, AyA también ha aprovechado los beneficios de la economía de escala porque ha desarrollado procedimientos que deben ser aplicados y utilizados en todo el territorio

nacional, manteniendo la administración de la tecnología de información de soporte desde la Sede Central. El Sistema Integrado Financiero y Suministros “SIFS” es un sistema automatizado que permite registrar todas las operaciones desde su punto de origen, todas las actividades que realizan en el proceso de gestión financiera están debidamente soportadas en tiempo real por esta tecnología de información.

La Oficina de Planificación Institucional coordina la formulación del presupuesto de AyA y realiza el control estratégico de las inversiones soportada en la Dirección Financiera. A ella le corresponde garantizar el control de la ejecución del presupuesto. Los recursos recaudados a través de las regiones por concepto de la prestación del servicio ingresan a las cuentas nacionales de AyA, para su distribución hacia las regiones el parámetro utilizado es la capacidad y dimensión de cada una de las regiones. Por lo tanto, las regiones carecen de autonomía presupuestal para planificar el uso de sus recursos en función de las necesidades locales que identifican en las direcciones regionales.

La Dirección Financiera cuenta con un sistema de costos independiente de la contabilidad, tiene su propia estructura de 4 niveles jerárquicos<sup>12</sup> la cuál está ajustada a la estructura organizativa de AyA<sup>13</sup>. En el primer nivel existen los siguientes centros de costos que acumulan los costos de:

- ✓ Sede Central (Administrativos Sede, Administración de Apoyo e Inversión Sede)
- ✓ Otros gastos (ASADAS, Región Cartago, Región Huetar Norte)
- ✓ Región Metropolitana
- ✓ Región Brunca
- ✓ Región Pacífico Central
- ✓ Región Chorotega
- ✓ Región Huetar Atlántica
- ✓ Región Central

La suma de los costos de estos centros acumuladores determina el costo total de funcionamiento de AyA.

Los costos de las regiones se encuentran en el segundo nivel, donde los centros de costos acumulan los costos de:

- ✓ Jefatura de las regiones (administrativas y operativas)
- ✓ Cantonales (administrativos, operativos, actividades de acueducto y actividades de alcantarillado)

La suma de los costos de estos centros acumuladores determina el costo total de funcionamiento de cada región de AyA.

---

<sup>12</sup> Información General de Costos. Dirección Financiera. Departamento de Contaduría, Área de Activos y Costos. 2007.

<sup>13</sup> Manual de Contabilidad de Costos. Dirección Financiera. 2005.

Los niveles de costos 3 y 4 corresponden a los costos administrativos y operativos de las regiones y cantones.

También existe la orden de costos, que se utiliza para acumular los costos de inversión de una obra que posteriormente será capitalizado como un activo. Un proyecto u obra puede estar compuesta por diferentes órdenes de costo. Estos costos se acumulan en el centro de costos de segundo nivel de la Sede Central.

Dado que la herramienta de costos es relativamente nueva en AyA, han realizado actividades de capacitación y concientización, tratando de lograr que los registros sean confiables y que produzcan información oportuna para la toma de decisiones.

A pesar de estas capacidades, los procesos de soporte gestión financiera tienden a estancarse por falta de integración con los procesos estratégicos y con los procesos de soporte de talento humano.

Por una parte, existe una falta de integración con los procesos estratégicos, porque el sistema de costos no es utilizado como la herramienta de soporte para la planificación y el control de los recursos. El sistema de costos tal y como está configurado, está en capacidad de generar diversos tipos de reporte que son de vital importancia para la toma de decisiones. Produce reportes de costos por período de:

- ✓ Costos operativos totales
- ✓ Costo laboral total
- ✓ Costos operativos del servicio de agua potable
- ✓ Costos de mano de obra de operación y mantenimiento de agua potable
- ✓ Costos de la energía de operación y mantenimiento de agua potable
- ✓ Costos de los productos químicos de operación y mantenimiento de agua potable
- ✓ Costos operativos del servicio de alcantarillado
- ✓ Costos de mano de obra de operación y mantenimiento de alcantarillado
- ✓ Costos de la energía de operación y mantenimiento de alcantarillado
- ✓ Gastos generales de administración y ventas

También produce reportes de costos por región de:

- ✓ Costos totales de acueducto
  - Captación
  - Tratamiento
  - Conducción
  - Distribución
  - Medición
  - Facturación
  - Cobro

- Conexiones
- Medidores
- ✓ Costos totales de alcantarillado
  - Recolección
  - Planta de tratamiento
  - Evacuación
  - Comercialización
- ✓ Rectoría
- ✓ Otros

Sin embargo, estos reportes y las posibilidades de hacer ejercicios de comparación para evaluar eficiencias no son tomadas como instrumentos para la planificación y control corporativo y de gestión. Si los procesos estratégicos de AyA no reconocen la verdadera importancia del sistema de costos y gastos, no estimularán a la fuerza laboral de la organización a identificar los centros de costos donde les corresponde aplicar de acuerdo con las actividades que realizan. También le restará posibilidades de crecimiento o desarrollo al diseño de nuevos indicadores que finalmente deben ser utilizados como herramientas estratégicas de la organización.

Por otro lado, existe una falta de integración con los procesos estratégicos, porque el sistema de costos no ha integrado la aplicación desde la fuente de los costos de la planilla, los cuales representan el 44% de los egresos de operación de AyA<sup>14</sup>, sumados los costos de servicios personales y de servicios contratados. Esto le resta confiabilidad a los reportes generados por el sistema, porque significa que se pueden cometer errores al asignar ciertos costos de personal a un centro de costos determinado.

Como acabamos de mencionar, todos los costos, incluidos los de personal, deben ser aplicados en el centro de costos donde se ocasionan. Esta labor es bastante dispendiosa, consume tiempo del personal en todas las áreas funcionales y niveles, y requiere de bastante capacitación y del apoyo constante de programas de cultura empresarial. Algunos costos laborales o de servicios contratados pueden ser asignados a más de un centro de costos, los propios trabajadores son las personas más indicadas para establecer que proporción de su tiempo estuvo dedicada a un determinado centro de costos. Si la planilla no contiene opciones para señalar en cada caso los centros de costos y las proporciones en que ocuparon el tiempo del trabajador, la asignación quedará sujeta a niveles más agregados que distorsionan la calidad de los registros que son aplicados en el sistema de costos. Esta distorsión se distribuye hasta los niveles más agregados de la estructura de costos de AyA. Por esta razón, es imprescindible acompañar la implantación del sistema de costos con programas intensivos de cultura empresarial.

Mientras los procesos estratégicos no utilicen concientemente la herramienta de costos es muy difícil que pueda diseminarse la cultura empresarial hasta los niveles más bajos de la organización de AyA.

El modelo de empresa de mejora continua requiere la revisión, evaluación y ajuste de todos los procesos de la organización, inclusive los del área financiera y especialmente los relacionados con la administración de la tecnología de información de costos, porque es la herramienta básica para la

---

<sup>14</sup> Estado de Resultados Resumido al 30 de Junio de 2007. Dirección Financiera.

planeación y el control estratégico que deben asegurar la sostenibilidad de los programas y, por ende, de las políticas empresariales.

La actual estructura de costos debe ser rediseñada para adecuarla a las verdaderas necesidades de los procesos estratégicos y de los procesos de las unidades estratégicas y de negocios. Especialmente, el programa de agua no contabilizada requiere monitorear una serie de parámetros a partir del sistema de costos, para definir hasta que punto es rentable disminuir las pérdidas de agua potable ocasionadas por las deficiencias en los procesos técnicos y comerciales, pero no de manera agregada sino a nivel de cada una de las actividades involucradas en el programa.

Por lo tanto, la estructura por centros de costos tendrá que ser modificada a una estructura de costos basados en actividades o costos abc como mejor se les conoce. Esto implica un gran esfuerzo no sólo para lograr el apoyo de las políticas empresariales y el ajuste propiamente dicho del modelo, sino adicionalmente para diseminar la cultura de costos a todas las áreas funcionales y niveles de la organización. Solamente de esa manera el sistema de costos tendrá una verdadera utilidad en la organización de AyA.

## 2.7 Política empresarial de agua no contabilizada en AyA

Por definición, el control de pérdidas es una parte muy importante de la cultura operacional que se encarga de verificar y asegurar la eficiencia en la realización de las actividades técnicas y comerciales del servicio. No existe realmente una política empresarial o corporativa de AyA para afrontar los asuntos derivados de los elevados niveles de agua no contabilizada. Las acciones son realizadas como iniciativas aisladas, pero no están estructuradas o no hacen parte de una visión específica de la unidad estratégica encargada de la operación de los servicios.

La perspectiva de AyA en el Plan Gestión Operativa 2006-2011<sup>15</sup>, se concentra demasiado en las actividades comerciales como micromedición y catastro de usuarios, pero hace poco o ningún énfasis en el fortalecimiento de las actividades técnicas y operativas.

La propuesta de crear Unidades de Optimización en cada una de las direcciones regionales<sup>16</sup>, con el propósito de realizar actividades específicas permanentes enfocadas en el control de pérdidas, no tendrá garantía de éxito mientras prevalezcan las deficiencias estructurales en la realización de las actividades inherentes a la prestación del servicio de acueducto. Iniciativas similares han existido y se encuentran documentadas pero han decaído, tal como sucedió con la Unidad de Optimización de Sistemas<sup>17</sup> de la Dirección de Estudios y Proyectos y su Manual D-4, por falta de continuidad en las políticas y fallas en la planeación estratégica de AyA.

Si observamos el esquema funcional de AyA, ilustrado en la figura 1, la realización del servicio público se encuentra enmarcada como una de las unidades estratégicas de negocios. La operación del servicio de acueducto es generadora de recursos de tesorería, los más representativos de AyA.

---

<sup>15</sup> Gestión Operativa de AyA 2007-2011, Optimización de sistemas y agua no contabilizada.

<sup>16</sup> Perfil de Proyecto: Unidades de Optimización de Sistemas Regionales, Dirección de Agua Potable, Departamento de Optimización, 2006.

<sup>17</sup> Manual D-4 Operación y Mantenimiento de Redes de Distribución, Unidad de Optimización de Sistemas, Marzo de 1979.



A su mismo nivel se encuentra la unidad estratégica de servicio al cliente, porque se requiere para facturar y cobrar el suministro periódico del servicio, sin ella es imposible generar los recursos de tesorería.

Aunque son las unidades de negocios más importantes para AyA, el respaldo recibido por los procesos estratégicos y de soporte está desbalanceado a favor de la unidad de servicio al cliente y en detrimento de la operación de los servicios, especialmente el de acueducto.

Los procesos comerciales están integrados con la tecnología de información comercial. Por el contrario, los procesos operativos del servicio de acueducto, obedecen a las condiciones particulares de los sistemas, con múltiples características y componentes, pero con un denominador común: carecen de una verdadera tecnología de información. Por este motivo no están configurados ni proporcionan datos, información o conocimiento.

El primer obstáculo que tuvo que enfrentar el Departamento de Optimización cuando implementó la metodología de cálculo de agua no contabilizada fue la falta de información confiable desde la fuente. Es decir, no existen dispositivos suficientes de medición que proporcionen los datos básicos para la operación de los sistemas y, por lo tanto, tampoco existe información suficiente que aporte el conocimiento que se requiere para adoptar soluciones de carácter técnico.

El programa de agua no contabilizada requiere información de carácter técnico que, en las actuales circunstancias, es imposible de obtener. Para que el programa de control y reducción de pérdidas sea exitoso, se requiere de un gran empuje a las actividades de realización del suministro de agua potable, principalmente mediante el suministro de recursos tecnológicos que prevalezcan en la forma de un nuevo sistema de información técnica y que por lo menos tenga el mismo grado de mantenimiento que el sistema de información comercial. Adicionalmente, requiere un ajuste al sistema de costos actual para introducir el costeo por actividades y evaluar el desempeño de los proyectos constitutivos del programa estructurado de agua no contabilizada.

El nuevo sistema de costos debe tener la capacidad de proveer los costos acumulados de cada actividad del programa de tal manera que al compararlos con los beneficios obtenidos se pueda encontrar un nivel económico de pérdidas. A continuación presentamos una representación gráfica que ilustra adecuadamente el propósito que se presente alcanzar:

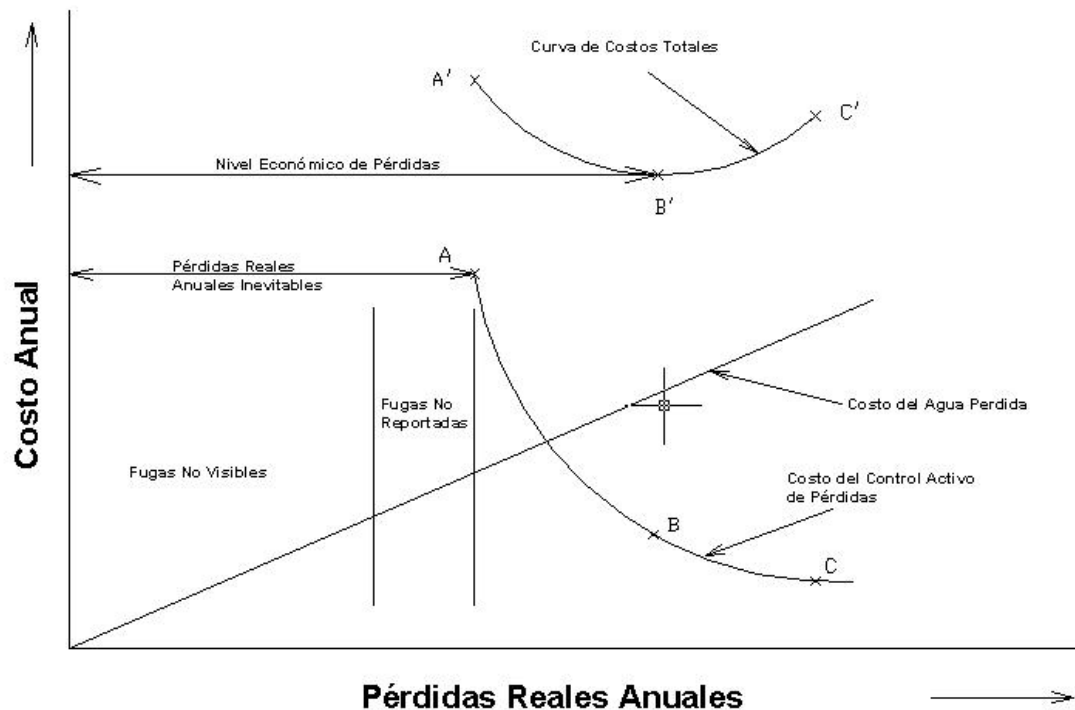


Figura N° 3, Relación entre los costos operativos y el nivel de pérdidas

En la figura 3, podemos resaltar los siguientes aspectos:

- ✓ El punto C representa el momento en el que las pérdidas anuales tienen un valor muy alto, el costo anual operativo es muy bajo y el costo del agua perdida, asociado a una mayor cantidad de agua producida así sea por la misma fuente, está en su valor más alto.
- ✓ El punto B corresponde a cualquier momento a partir del inicio del control activo de las pérdidas (cálculo desagregado de IANC por zonas de operación, detección y reducción) en el cuál el programa ya es rentable, las pérdidas tienen un menor valor, al igual que el costo del agua perdida, aunque el costo de controlar pérdidas empieza a crecer.
- ✓ En el punto A la curva de costos del control activo de pérdidas indica que se requiere que se inviertan más recursos y tecnología más sofisticada para continuar disminuyendo las pérdidas (control de presión), el costo de agua perdida sigue disminuyendo.
- ✓ El punto en el cuál ya no es rentable seguir disminuyendo pérdidas se conoce como nivel económico de pérdidas. Aunque el costo de agua perdida sigue cayendo, el costo de recuperación es demasiado alto para continuar con el control activo.

- ✓ A partir del nivel económico de pérdidas, el control activo se convierte en una actividad permanente en la gestión operativa y comercial de la empresa, se siguen controlando los costos pero no se requieren campañas para búsqueda sistemática de fugas. En este punto los mecanismos de control estratégico y operativo activan los indicadores de alertas para detectar cualquier deterioro que obligue a implementar el control activo de pérdidas al costo más bajo.
- ✓ Antes de alcanzar el nivel económico de pérdidas, todos los procesos estratégicos, operativos y de soporte del servicio de acueducto han sido revisados, evaluados, ajustados y se encuentra en pleno desarrollo el modelo de mejora continua en la organización. Se han implantado las tecnologías de información requeridas como soporte de los procesos.

## 2.8 Indicadores

De conformidad con los análisis realizados, para el programa de control de pérdidas, en primera instancia, y para la posterior implantación de las actividades de control de pérdidas en los procesos operativos de AyA, se requiere:

- ✓ El indicador tradicional de agua no contabilizada "IANC", porque será el parámetro utilizado exclusivamente para el cálculo desagregado de pérdidas por zonas de operación, será el INDICADOR OPERATIVO. Lo utilizarán las áreas funcionales técnicas y comerciales correspondientes a cada región para mantener bajo control la diferencia entre agua producida y agua facturada.
- ✓ El nivel económico de pérdidas, porque será el INDICADOR ESTRATÉGICO que utilizarán especialmente en el nivel central de AyA para medir el grado de evolución durante el programa de control de pérdidas y el grado de evolución del modelo de mejora continua de los procesos estratégicos, operativos y comerciales y de soporte del servicio de acueducto.

## Optimización de la gestión empresarial

Las políticas de AyA<sup>18</sup> señalan que, a mediano plazo, se deben incrementar los niveles de eficiencia y eficacia, implementando, entre otros, el programa de control y reducción de pérdidas, el cuál tendrá continuidad y por tanto se incorporará como parte de las actividades ordinarias de la prestación del servicio.

En forma paralela, AyA debe cumplir con el compromiso adquirido con la ARESEP de presentar un plan estructurado de reducción de pérdidas, tanto de operación como comercial, que identifique los problemas fundamentales y un cronograma de metas institucionales globales o por región para llegar a una reducción sustancial. Tal cronograma deberá especificar cuáles serán los porcentajes de reducción por período, que en principio serán definidos por AyA.

Hasta este punto han sido revisadas las condiciones de administración y operación del servicio de acueducto, resultando evidente que es necesario acometer diversos tipos de acciones para hacer más eficiente la prestación del servicio en los sistemas de acueducto a cargo de AyA.

Conjugando las políticas de AyA y las exigencias de la ARESEP, encontramos que se debe trabajar en el fortalecimiento estructural de AyA pero con resultados en reducción de pérdidas en el mediano plazo. Para ello, el nivel directivo de AyA debe hacer un gran esfuerzo para poner en marcha las dos propuestas de mejoramiento.

Para alcanzar el primer objetivo, sugerimos empezar a la mayor brevedad un programa de cultura empresarial cuyo propósito será la implementación del modelo de mejora continua en AyA. El programa de control de pérdidas requiere del fortalecimiento estructural, que se creen los mecanismos e instrumentos para el establecer el INDICADOR ESTRATÉGICO mencionado en el punto anterior, el cuál permitirá realizar no sólo el control de la evolución del programa en su primera etapa de cinco años, si no además, la sostenibilidad de las actividades como parte de los procesos ordinarios de la prestación del servicio una vez el programa haya terminado.

---

<sup>18</sup> Propuesta de Tarifas Mayo 2007, versión final.

Para estructurar el programa de control de pérdidas con reducciones concretas de agua no contabilizada en un período de cinco años, recomendamos implementar el plan de acción que precede al presente informe.

A continuación presentamos esquemas simplificados de las acciones que se recomienda acometer en ambos casos.

## 3.1 Plan de mejora continua de los procesos

### 3.1.1 Estrategia

En el propósito de lograr el fortalecimiento estructural de AyA no necesariamente se va a partir de cero. Las acciones emprendidas por el área de informática para acompañar el proceso de implantación de las tecnologías de información de las áreas comercial y financiera han arrojado sus frutos. Los funcionarios encargados de los procesos comerciales y financieros comprendieron que, utilizando adecuadamente la tecnología, pueden aplicar de la misma manera sus procedimientos rutinarios en cualquier lugar del territorio nacional. Inclusive, tuvieron la capacidad de reconocer las dificultades que se podrían presentar si implantaban tecnologías de mayor complejidad como los sistemas integrados de gestión o ERPs (por sus siglas en inglés).

Han aprendido lo suficiente como para aplicar nuevas mejoras a sus modelos y por ello están trabajando en la actualización de sus tecnologías de soporte.

El avance logrado en estas áreas funcionales nos indica que sus conocimientos y experiencias pueden ser de gran utilidad para aplicarlos en las demás áreas de la organización.

Es indispensable garantizar la continuidad de las actividades de mejoramiento, para ello se requiere no sólo el respaldo económico de las más altas directivas de AyA, también se requiere su participación para que difundan esta política a través de todas las áreas y niveles de la organización.

Es preciso que implementen un programa de cultura empresarial con visión integral, no departamentalizada, porque se corre el riesgo de desarrollar desproporcionadamente los procesos, en detrimento de algunas áreas funcionales. Por este motivo, debe examinarse la posibilidad de fijar como una de las metas más importantes del programa de fortalecimiento estructural de AyA, la implantación de un sistema integrado de gestión empresarial. En todo caso, si las circunstancias y la continuidad lo permiten, uno de los resultados lógicos del programa sería que AyA desarrollara sus procesos alrededor de un ERP.

Los sistemas ERP permiten integrar los flujos de información de los distintos departamentos de la empresa, facilitando el seguimiento de las actividades que constituyen la cadena de valor<sup>19</sup>. Estos sistemas combinan la funcionalidad de los distintos programas de gestión en uno solo, mediante una base de datos centralizada. Esto permite garantizar la integridad y unicidad de los datos a los que accede cada departamento, evitando que éstos tengan que volver a ser introducidos en cada

---

<sup>19</sup> Sistemas de Información Herramientas prácticas para la gestión empresarial, Alvaro Gómez y Carlos Suarez 2004.

aplicación o módulo funcional que los requiera. Los proveedores de estos sistemas han desarrollado productos especializados que incorporan aplicaciones y funcionalidades a la medida de un determinado sector, denominadas soluciones verticales o sectoriales. La mayoría de los ERP adoptan una estructura modular que soporta los diferentes procesos de una empresa. Esto posibilita la implantación del sistema por etapas, reduciendo el impacto global en la organización al facilitar la transición desde los sistemas anteriores. El sistema básico del ERP está formado por las aplicaciones técnicas y la arquitectura necesaria para servir de plataforma al resto de los módulos.

En este sentido, AyA ya dio su primer paso cuando implantó el sistema SAP R3 en los módulos financieros y de suministros. Ahora que están planeando la actualización a la versión más reciente, es recomendable tener la visión empresarial para lograr finalmente establecerlo como el sistema ERP de la empresa.

Una transformación exitosa produce grandes resultados, pero el proceso suele ser prolongado y doloroso<sup>20</sup>. Es un proceso que abarca una serie de etapas, cada etapa del ciclo de transformación contiene tareas decisivas y cuestiones únicas que se tienen que abordar hasta alcanzar una conclusión exitosa. Cada etapa presenta requerimientos de dirección y obstáculos peculiares que se tienen que superar. La mayoría de las empresas se aventuran en programas de transformación sólo cuando se ven forzadas a hacerlo. Tales programas son arriesgados y requieren un trabajo arduo. Sin embargo, la transformación no es un territorio totalmente inexplorado, las experiencias de muchas compañías indican que se pueden reducir drásticamente los costos y riesgos de tales esfuerzos al emprender la transformación como una larga jornada planeada. Estas experiencias demuestran que existen seis fases genéricas en este proceso:

- ✓ Iniciativa de estrategia
- ✓ Mejoramiento e innovación de operaciones
- ✓ Diseño y despliegue infraestructural
- ✓ Mejoramiento del negocio
- ✓ Redefinición de estrategia y de la organización
- ✓ Iniciativa de operación

Las iniciativas de transformación pueden detenerse o fracasar en cualquiera de estas fases si no se realizan tareas decisivas. El no desempeñarlas en el momento oportuno deja un vacío que es difícil o imposible de superar.

Por estas razones, sugerimos acometer estas fases con el acompañamiento o la asesoría de una compañía especializada.

---

<sup>20</sup> La competencia en la era de la información, Jerry N. Luftman, 2001.

### 3.1.2 Resultados esperados

- ✓ Levantamiento de mapas de proceso o flujos de trabajo de las unidades estratégicas de negocios de operación del servicio y servicio al cliente, con la identificación de las actividades de cada uno de los procesos.
- ✓ Actualización de la estructura de costos mediante la implantación de un sistema de costos basado en actividades.
- ✓ Diseño de un sistema de indicadores estratégicos basado en los reportes del sistema de costeo basado en actividades.
- ✓ Diseño de un sistema de información técnica que facilite la cadena de valor de la información operativa desde la fuente de información de los sistemas de acueducto y un centro de información nacional, con integración a la tecnología SAP.
- ✓ Actualización y expansión del sistema SAP para integrar otros módulos: producción, mantenimiento, recursos humanos, etc.

## 3.2 Plan de implantación del control y reducción de pérdidas

Operativizar el programa de control de agua no contabilizada significa implementar acciones directas para la detección y reducción de pérdidas técnicas y comerciales a partir de la desagregación del IANC por zonas de operación. No están dadas las condiciones para iniciar la fase operativa del programa porque faltan datos para desagregar las pérdidas. Por esta razón, es preciso realizar actividades previas con el propósito de suplir estas deficiencias.

### 3.2.1 Estrategia

De conformidad con el plan de acción, la estrategia del programa de control de pérdidas debe estructurarse de la siguiente manera:

- ✓ Contratación de la firma encargada de la gerencia e interventoría del programa.
- ✓ Elaborar una lista corta de casos críticos de sistemas, empezando por la Región Metropolitana.
- ✓ Establecer un mecanismo para validar las fuentes de información de los sistemas críticos.
- ✓ Desarrollar la etapa informativa del programa (suplir deficiencias de datos técnicos y limitaciones en los procesos técnicos y comerciales para calcular el IANC).
- ✓ Desarrollar la etapa de análisis y diseño (zonificación y sincronización técnica y comercial, para la desagregación por zonas de las causas de las pérdidas técnicas y comerciales).
- ✓ Desarrollar la ejecución propiamente dicha de los proyectos estructurados de detección y reducción en zonas particularmente identificadas.

En el plan de acción está previsto realizar algunas actividades técnicas que pueden ser realizadas directamente por AyA o a través de contratación con terceros. Como este tipo de definiciones tendrán que hacerse en las etapas subsiguientes, en adelante presentaremos estos casos con escenarios para tener la posibilidad de cumplir los objetivos estratégicos y el cronograma del programa de control de pérdidas.

\*Actividad realizada conjuntamente por gestión interna y gestión externa

\*\*Actividad ejecutada con alternativas

### 3.2.2 Gestión interna

Le corresponde a la coordinación del programa con la gerencia e interventoría hasta alcanzar las metas. La Unidad de Coordinación estará conformada principalmente por el Jefe de la Oficina de Planeación Institucional, el Director de Agua Potable, el Director de Servicio al Cliente, el Director Financiero y el Director de la Región Metropolitana. Las actividades internas en AyA se ejecutarán de la siguiente manera:

- ✓ Las actividades estratégicas serán ejecutadas por la Oficina de Planeación Institucional.
- ✓ Las actividades técnicas serán ejecutadas directamente por el grupo encargado del proceso operativo de acueducto de AyA en la Región Metropolitana, el cuál está integrado por personal profesional, técnico y operativo.
- ✓ Las actividades comerciales serán ejecutadas directamente por el grupo encargado del proceso de servicio al cliente de AyA en la Región Metropolitana, el cuál está integrado por personal profesional, técnico y operativo.
- ✓ Las actividades de soporte serán realizadas por personal de los procesos de gestión informática, gestión financiera y gestión jurídica y contratos.

#### 3.2.2.1 Actividades operativas

##### 3.2.2.1.1 Etapa de preinversión

- ✓ Gestiones para la contratación de gerencia e interventoría
- ✓ Suministro de catastro de redes de la Región Metropolitana, incluyendo los detalles de esquina
- ✓ Suministro de registros de operación de la Región Metropolitana
- ✓ Suministro de registros de mantenimiento de la Región Metropolitana
- ✓ Delimitación de zonas de operación en la Región Metropolitana\*
- ✓ Diseño y presupuesto del sistema de macromedición permanente en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*

- ✓ Gestiones para la contratación del sistema de macromedición permanente en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*
- ✓ Implementación del sistema de macromedición en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*\*
- ✓ Diseño y presupuesto del sistema de supervisión y control en la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación del sistema de supervisión y control en la Región Metropolitana\*
- ✓ Implementación del sistema de supervisión y control en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*
- ✓ Diseño y presupuesto del sistema de información técnica en la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación del sistema de información técnica en la Región Metropolitana\*
- ✓ Implementación del sistema de información técnica en la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación de los proyectos\*
- ✓ Cálculo del IANC agregado\*

#### 3.2.2.1.2 Etapa de inversión

- ✓ Diseño y presupuesto del sistema de macromedición permanente en zonas operativas de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación del sistema de macromedición permanente en zonas operativas de la Región Metropolitana\*
- ✓ Implementación del sistema de macromedición en zonas operativas de la Región Metropolitana\*\*
- ✓ Gestiones para la contratación de la ampliación del sistema de supervisión y control en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*
- ✓ Implementación de la ampliación del sistema de supervisión y control en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación del catastro de redes de la Región Metropolitana\*
- ✓ Catastro de redes de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación de la materialización de la zonificación de la Región Metropolitana\*
- ✓ Materialización de la zonificación de la Región Metropolitana\*
- ✓ Cálculo del IANC desagregado por zonas de operación\*

- ✓ Gestiones para la contratación de la búsqueda sistemática y reparación de fugas de la Región Metropolitana\*
- ✓ Búsqueda sistemática y reparación de fugas en la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación de control activo de presión en la Región Metropolitana\*
- ✓ Ajustes y expansión del programa a otros sistemas críticos\*
- ✓ Transferencia de tecnología y conocimientos desde la gerencia e interventoría\*
- ✓ Documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA\*

### **3.2.2.2 Actividades comerciales**

#### 3.2.2.2.1 Etapa de preinversión

- ✓ Recopilación de información de zonas comerciales y rutas de lectura de la Región Metropolitana
- ✓ Armonización de las rutas de lectura con las zonas de operación de la Región Metropolitana\*
- ✓ Recopilación de registros históricos de facturación por zona de operación de la Región Metropolitana
- ✓ Plan piloto de validación del censo de clientes de la Región Metropolitana\*
- ✓ Plan piloto de validación del censo de micromedidores de la Región Metropolitana\*

#### 3.2.2.2.2 Etapa de inversión

- ✓ Gestiones para la contratación del cambio de micromedidores de la Región Metropolitana\*
- ✓ Cambio de micromedidores de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación de la detección y normalización de usos fraudulentos de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación de la detección y normalización de clandestinos de la Región Metropolitana\*
- ✓ Ajustes y expansión del programa a otros sistemas críticos\*
- ✓ Transferencia de tecnología y conocimientos desde la gerencia e interventoría\*
- ✓ Documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA\*

### 3.2.2.3 Actividades de soporte

#### 3.2.2.3.1 Etapa de preinversión

- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para la fase de preinversión
- ✓ Contratación de gerencia e interventoría
- ✓ Diseño de nueva estructura de costos por actividades\*
- ✓ Actualización del sistema de costos basado en actividades\*
- ✓ Diseño e implementación de sistema de reportes e indicadores\*
- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para el sistema de macromedición permanente en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación del sistema de macromedición en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para el sistema de supervisión y control en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación del sistema de sistema de supervisión y control en la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para el sistema de información técnica en la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación del sistema de sistema de información técnica en la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestión financiera para obtener recursos de cada uno de los proyectos\*
- ✓ Contratación de los proyectos\*

#### 3.2.2.3.2 Etapa de inversión

- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para el sistema de macromedición permanente en zonas operativas de la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación del sistema de macromedición en zonas operativas de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para la ampliación del sistema de supervisión y control en la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación de la ampliación del sistema de supervisión y control en la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para el catastro de redes de la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación del catastro de redes de la Región Metropolitana\*

- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para la materialización de la zonificación de la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación de la materialización de la zonificación de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para el cambio de micromedidores\*
- ✓ Contratación del cambio de micromedidores de la Región Metropolitana
- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para la búsqueda sistemática y reparación de fugas de la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación de la búsqueda sistemática y reparación de fugas de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para la detección y normalización de usos fraudulentos de la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación de la detección y normalización de usos fraudulentos de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para la detección y normalización de clandestinos de la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación de la detección y normalización de clandestinos de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestión financiera para obtener recursos para control activo de presión en la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación de control activo de presión en la Región Metropolitana\*

### **3.2.2.4 Actividades estratégicas**

#### **3.2.2.4.1 Etapa de preinversión**

- ✓ Aprobación de condiciones para la fase de preinversión
- ✓ Conformación de la unidad de coordinación del programa de control de pérdidas
- ✓ Diseño e implementación de sistema de reportes e indicadores\*
- ✓ Control estratégico de la fase de preinversión\*
- ✓ Aprobación de condiciones para la fase de inversión

#### **3.2.2.4.2 Etapa de inversión**

- ✓ Control estratégico de la fase de inversión\*

### 3.2.3 Gestión externa

#### 3.2.3.1 Etapa de preinversión

- ✓ Delimitación de zonas de operación en la Región Metropolitana\*
- ✓ Armonización de las rutas de lectura con las zonas de operación\*
- ✓ Plan piloto de validación del censo de clientes\*
- ✓ Plan piloto de validación del censo de micromedidores\*
- ✓ Diseño e implementación de nueva estructura de costos por actividades\*
- ✓ Diseño e implementación de sistema de reportes e indicadores\*
- ✓ Diseño y presupuesto del sistema de macromedición permanente en la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación del sistema de macromedición en la Región Metropolitana\*
- ✓ Implementación del sistema de macromedición en la Región Metropolitana\*\* (suministro de datos o alquiler de equipos mientras implementan macromedición permanente)
- ✓ Modelación hidráulica de la Región Metropolitana
- ✓ Diseño y presupuesto del sistema de supervisión y control en la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación del sistema de sistema de supervisión y control en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*
- ✓ Implementación del sistema de supervisión y control en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*
- ✓ Diseño y presupuesto del sistema de información técnica en la Región Metropolitana\*
- ✓ Contratación del sistema de sistema de información técnica en la Región Metropolitana\*
- ✓ Implementación del sistema de información técnica en la Región Metropolitana\*
- ✓ Cálculo del IANC agregado\*
- ✓ Estructuración de los contratos de cada uno de los proyectos\*
- ✓ Contratación de los proyectos\*

#### 3.2.3.2 Etapa de inversión

- ✓ Diseño y presupuesto del sistema de macromedición permanente en zonas operativas de la Región Metropolitana\*

- ✓ Gestiones para la contratación del sistema de macromedición permanente en zonas operativas de la Región Metropolitana\*
- ✓ Implementación del sistema de macromedición en zonas operativas de la Región Metropolitana\*\*
- ✓ Gestiones para la contratación de la ampliación del sistema de supervisión y control en la Región Metropolitana\*
- ✓ Implementación de la ampliación del sistema de supervisión y control en el sistema matriz de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación del catastro de redes de la Región Metropolitana\*
- ✓ Catastro de redes de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación de la materialización de la zonificación de la Región Metropolitana\*
- ✓ Materialización de la zonificación de la Región Metropolitana\*
- ✓ Cálculo del IANC desagregado por zonas de operación\*
- ✓ Gestiones para la contratación del cambio de micromedidores\*
- ✓ Cambio de micromedidores\*
- ✓ Calibración de modelos de simulación hidráulica
- ✓ Gestiones para la contratación de la búsqueda sistemática y reparación de fugas de la Región Metropolitana\*
- ✓ Búsqueda sistemática y reparación de fugas\*
- ✓ Gestiones para la contratación de la detección y normalización de usos fraudulentos de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación de la detección y normalización de clandestinos de la Región Metropolitana\*
- ✓ Gestiones para la contratación de control activo de presión en la Región Metropolitana\*
- ✓ Ajustes y expansión del programa a otros sistemas críticos\*
- ✓ Transferencia de tecnología y conocimientos hacia los procesos operativos\*
- ✓ Documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA\*

### 3.2.4 Resultados esperados

- ✓ Implementar el sistema de costos basado en actividades y establecer mecanismos de planeación y control estratégico basado en sus resultados
- ✓ Sincronizar en tiempo y espacio las zonas operativas y las rutas de facturación
- ✓ Aumentar el conocimiento de la infraestructura y operativo del sistema de acueducto de la Región Metropolitana
- ✓ Modernizar la operación del sistema de acueducto de la Región Metropolitana
- ✓ Disminuir el IANC de las zonas de operación y el IANC agregado de la Región Metropolitana
- ✓ Adquirir y transferir conocimiento sobre el control de pérdidas, desde la estructuración hasta su operativización
- ✓ Aumentar el volumen de agua facturada y eliminar los racionamientos en la Región Metropolitana

# 4

## Conclusiones

El sistema nacional de administración está adaptado más para resolver el día a día que para la planificación, control eficiente de los recursos y comparación de la operación de los sistemas. Estas dificultades se solucionan aplicando un verdadero control estratégico.

Los procesos de la unidad estratégica de negocios de comercialización y los procesos de soporte de gestión financiera y de gestión informática están más adaptados y han logrado aproximarse al modelo de mejora continua. Los procesos estratégicos no están involucrados en este tipo de modelo y los procesos técnicos operativos del servicio de acueducto se encuentran estancados. No consideran como factores críticos en el desempeño de AyA, la deficiencia tecnológica en la operación o el elevado nivel de pérdidas prevaleciente en sus sistemas de acueducto.

La falta de continuidad en la estrategia, en las políticas y los cambios muy frecuentes en la organización constituyen factores de riesgo para la sostenibilidad de las acciones de mejoramiento de AyA. Aunque los programas contemplados en el marco estratégico incrementen la eficiencia y eficacia de la gestión en el mediano plazo, al final no lograrán establecerse como parte de las actividades cotidianas del servicio.

Se requieren sistemas y estructuras que faciliten el aprendizaje organizacional de largo plazo sobre el producto, pero al mismo tiempo logre cambios rápidos y radicales en los procesos que emplea para satisfacer la demanda de un producto estable, una organización integral, una estructura basada en equipos que cree una colaboración integrada y constante entre especialistas de procesos.

La actual estructura de AyA obedece a una organización con departamentos funcionales y distribuciones geográficas, desde el punto de vista administrativo, AyA funciona como una empresa nacional en el aspecto comercial y en el financiero, pero en la operación funciona como empresas independientes pero sin ningún tipo de integración.

Debe adoptarse un mecanismo de cultura organizacional que involucre a toda la organización en todas sus áreas funcionales, zonas geográficas y niveles jerárquicos. Se recomienda iniciar una etapa de fortalecimiento de los equipos funcionales de la Región Metropolitana que están más cercanos al nivel central y multiplicar los mismos tipos de ajuste en las regiones.

Los procesos comerciales y financieros aplicaron microtransformaciones, que permitieron aprovechar la economía de escala y ofrecer las mismas ventajas en cualquier parte del territorio nacional. Los primeros tienden a estancarse por falta de integración con los procesos operativos, pero esto se soluciona una vez se logre la sincronización entre las rutas de lectura y las zonas de operación. Los procesos de soporte de gestión financiera tienden a estancarse por falta de integración con los procesos estratégicos y con los procesos de soporte de talento humano, porque no utilizan costos como la herramienta de soporte para la planificación y el control y porque el sistema de costos no ha integrado la aplicación desde la fuente de los costos de la planilla.

Mientras los procesos estratégicos no utilicen concientemente la herramienta de costos es muy difícil que pueda diseminarse la cultura empresarial hasta los niveles más bajos de la organización de AyA. El programa de agua no contabilizada requiere que la actual estructura de costos sea modificada a una estructura de costos basada en actividades, para encontrar el nivel económico de pérdidas.

En la realización de los procesos estratégicos no han identificado las verdaderas necesidades de la unidad de negocios de operación, solo hasta cuando los sistemas entran en crisis se percibe la verdadera necesidad de la operación.

En el área funcional de operación no existe un sistema o mecanismo formal de información técnica, por lo tanto, la información que se maneja en el nivel central no solo es inoportuna sino, además, es inexacta por problemas de generación desde la fuente. Esto impide la interacción con los procesos estratégicos y de soporte, existen dificultades para validar las prioridades de los sistemas críticos y para aprovechar economías de escala.

Para obtener el control sobre la cadena de valor de la información, se requiere implementar una tecnología de información, la cuál deberá tener una plataforma robusta que le permita crecer o expandirse a medida que se optimice la operación en otros sistemas de acueducto de AyA. Adicionalmente, debe estar alineada con los demás sistemas de información.

De acuerdo con las políticas de AyA y las exigencias de la ARESEP, se debe trabajar en el fortalecimiento estructural de AyA pero con resultados en reducción de pérdidas en el mediano plazo. Sugerimos empezar a la mayor brevedad un programa de cultura empresarial cuyo propósito será la implementación del modelo de mejora continua en AyA. Para estructurar el programa de control de pérdidas con reducciones concretas de agua no contabilizada en un período de cinco años, recomendamos implementar el plan de acción que precede al presente informe.

No están dadas las condiciones para iniciar la fase operativa del programa de control de pérdidas porque faltan datos para realizar acciones intensivas de auditoría de agua para localizar las pérdidas de agua. Es preciso realizar actividades previas con el propósito de suplir estas deficiencias.

Una vez se adopten los correctivos en los procesos respectivos, podrán aplicarse criterios específicos de control operativo y estratégico para el seguimiento del programa de control de pérdidas. El indicador tradicional de agua no contabilizada "IANC", será el INDICADOR OPERATIVO. El nivel económico de pérdidas será el INDICADOR ESTRATÉGICO que utilizarán



especialmente en el nivel central de AyA para medir el grado de evolución durante el programa de control de pérdidas y el grado de evolución del modelo de mejora continua de los procesos estratégicos, operativos y comerciales y de soporte del servicio de acueducto.

**Diagnostico de la situación  
organizacional y operativa  
prevalciente en AyA, como elementos  
básicos para desarrollar un Programa  
Integral para el control de la reducción  
de perdidas en los sistemas operados  
por AyA en todo el país**

## **PARTE 4**

**ELABORACIÓN DE POLÍTICAS,  
LINEAMIENTOS Y DIRECTRICES PARA  
UN PLAN DE CONTROL DE  
REDUCCIÓN DE PERDIDAS**

# SUMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EL NUEVO ENFOQUE EMPRESARIAL .....</b>	<b>5</b>
2.1	ESTRATEGIAS .....	5
2.2	POLÍTICA GENERAL.....	5
2.2.1	<i>Cultura de control estratégico.....</i>	6
2.2.2	<i>Cultura organizacional y tecnología .....</i>	6
2.2.3	<i>Cultura financiera .....</i>	7
2.3	NUEVA PERSPECTIVA OPERACIONAL DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO .....	7
2.3.1	<i>Cultura operativa .....</i>	7
2.3.2	<i>Cultura comercial.....</i>	9
<b>3</b>	<b>EL PROGRAMA DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS.....</b>	<b>11</b>
3.1	GESTIÓN INTERNA OPERATIVA.....	11
3.1.1	<i>Dirección de Agua Potable.....</i>	11
3.1.1.1	En la etapa de preinversión .....	11
3.1.1.2	En la etapa de inversión.....	12
3.1.2	<i>Dirección Región Metropolitana .....</i>	12
3.1.2.1	En la etapa de preinversión .....	12
3.1.2.2	En la etapa de inversión.....	13
3.2	GESTIÓN INTERNA COMERCIAL .....	13
3.2.1	<i>Dirección de Servicio al Cliente.....</i>	13
3.2.1.1	En la etapa de preinversión .....	13
3.2.1.2	En la etapa de inversión.....	13
3.2.2	<i>Dirección Región Metropolitana .....</i>	14
3.2.2.1	En la etapa de preinversión .....	14
3.2.2.2	En la etapa de inversión.....	14
3.3	GESTIÓN EXTERNA .....	14
3.3.1	<i>En la etapa de preinversión.....</i>	14
3.3.2	<i>En la etapa de inversión.....</i>	15
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>17</b>

# 1

## Introducción

En cumplimiento de todo lo establecido en la ley constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, la actual administración de AyA ha considerado pertinente establecer un nuevo enfoque de gestión empresarial.

Esta nueva perspectiva es plenamente coherente con las sistemáticas solicitudes regulatorias de la ARESEP, para que se adopten modificaciones a la administración y operación de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Para formular las nuevas políticas, lineamientos y directrices que se deben aplicar en lo sucesivo para alcanzar la optimización de la gestión empresarial en AyA, hemos realizado el diagnóstico del estado actual del control de pérdidas, elaborado la estrategia del plan de acción del programa estructurado de control de pérdidas y evaluado todos los aspectos relacionados con la prestación del servicio de acueducto.

Por solicitud expresa de AyA establecida en los términos de referencia, analizamos en detalle la perspectiva estratégica, las políticas, la administración en la prestación del servicio, la organización y los procesos, particularmente en las áreas funcionales técnica, comercial y financiera. Como resultado de este proceso de análisis, encontramos que se debe trabajar en el fortalecimiento estructural de AYA pero con resultados en reducción de pérdidas en el mediano plazo.

Estas conclusiones implican un nuevo enfoque empresarial que deberá ser adoptado por la actual y las sucesivas administraciones de AyA como requisito para garantizar la continuidad de las acciones y el cumplimiento de los propósitos fundamentales en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Las directivas deberán hacer un gran esfuerzo para poner en marcha las propuestas de mejoramiento. Es fundamental alcanzar los resultados previstos en el programa estructurado de control de pérdidas, para motivar a la organización y en mantener en el mejor nivel todas sus capacidades que son necesarias para sostener el ritmo requerido antes de alcanzar el fortalecimiento estructural de AyA que tanto demandan sus empleados y necesitan los usuarios.

Solamente alcanzando niveles de excelencia en la prestación del servicio AyA podrá cumplir a cabalidad con el papel de rectoría que le confirió la ley constitutiva.



Una vez sean anunciadas las nuevas políticas empresariales, se dará inicio a una cultura de negocios mediante un proceso de transformación que involucrará a todos los equipos funcionales de la organización de AyA y tendrán un efecto práctico los lineamientos y directrices que a continuación nos permitimos señalar.

# El nuevo enfoque empresarial

## 2.1 Estrategias

AyA iniciará un proceso de transformación empresarial en el cuál el sistema nacional de administración estará adaptado a nuevas condiciones de planificación y control estratégico, utilizando los costos como la herramienta de soporte.

En AyA entrará a regir el nuevo modelo empresarial de mejora continua sobre la base de un programa de cultura organizacional cuyo propósito será la implementación de reingeniería de los procesos de negocios, estratégicos y de soporte.

La administración de AYA funcionará como una empresa nacional integrada en los aspectos comercial, financiero y técnico operativo, mediante sistemas de información debidamente alineados con la nueva perspectiva empresarial.

AyA establecerá sistemas y estructuras que faciliten el aprendizaje organizacional de largo plazo sobre el producto y que garanticen la constante evolución en los procesos que intervienen en el suministro.

Se consideran como factores críticos en el desempeño de AYA, la deficiencia tecnológica en la operación y el elevado nivel de pérdidas prevaleciente en los sistemas de acueducto.

## 2.2 Política general

El Presidente Ejecutivo de la Junta Directiva de AyA deberá hacer el anuncio de su nueva perspectiva empresarial:

*“La optimización de la prestación del servicio gracias al fortalecimiento estructural de la organización, sus capacidades y procesos, apalancados en el uso eficiente y eficaz de la infraestructura mediante el enfoque del control de pérdidas.”*

## 2.2.1 Cultura de control estratégico

Las nuevas políticas de control estratégico de AyA serán:

*“Se aplicarán criterios de planificación y control estratégico, basado en un nuevo sistema de indicadores de eficiencia técnica y comercial, para la asignación y ejecución de los recursos”*

*“Se diseñará y aplicará un mecanismo de gestión gerencial basado en indicadores, originados a partir de datos tomados desde la fuente, para comparar el desempeño técnico, comercial y financiero de las regiones y de cada uno de sus sistemas de acueducto”*

*“Se iniciará, en cada zona geográfica y en cada área funcional de AyA, como parte del programa de cultura empresarial, el levantamiento y documentación de los mapas de procesos”*

Las oficinas encargadas de la gerencia, planeación y control estratégico utilizarán el criterio de costos eficientes en el marco del nuevo control estratégico.

Las oficinas encargadas de la gerencia, planeación y control estratégico velarán por la asignación oportuna de los recursos y asegurarán el diseño, la actualización y la implantación de la estructura de costos y gastos.

Las oficinas encargadas de la gerencia, planeación y control estratégico velarán por la asignación oportuna de los recursos y asegurarán el cumplimiento y la continuidad del programa de fortalecimiento estructural.

Las oficinas encargadas de la gerencia, planeación y control estratégico velarán por la asignación oportuna de los recursos y asegurarán el cumplimiento y la continuidad del programa de control y reducción de pérdidas.

## 2.2.2 Cultura organizacional y tecnología

Las nuevas políticas organizacionales de AyA serán:

*“Se implementará el modelo de mejora continua en toda la organización de AyA”*

*“Se iniciará, en cada zona geográfica y en cada área funcional de AyA, como parte del programa de cultura empresarial, el levantamiento y documentación de los mapas de procesos”*

Las oficinas encargadas de la gerencia, planeación y control estratégico utilizarán el criterio de costos eficientes en el marco del nuevo control estratégico.

La dirección de talento humano y la dirección de tecnología informática diseñarán e implantarán el programa de reingeniería de procesos.

La dirección de talento humano y la dirección de tecnología informática diseñarán e implantarán el programa de cultura organizacional.

La dirección de talento humano y la dirección de tecnología informática diseñarán e implantarán los sistemas y estructuras del aprendizaje organizacional de largo plazo sobre el producto y los mecanismos de evolución natural de los procesos.

### **2.2.3 Cultura financiera**

Las nuevas políticas financieras de AyA serán:

“El sistema de valoración de activos utilizará la información del catastro de redes actualizado de cada sistema de acueducto”

“Se actualizará e implementará una nueva estructura de costos basada en actividades, en todo sistema de acueducto y región de AyA”

“Se activarán los mecanismos para gestionar recursos de endeudamiento interno y externo que permitan el financiamiento y la sostenibilidad del programa de control de pérdidas”

La dirección financiera:

- gestionará los recursos que demandará el programa de fortalecimiento estructural.
- gestionará los recursos que demandará el programa de control y reducción de pérdidas.
- ejercerá el liderazgo de su área funcional en el programa de reingeniería de procesos.
- diseñará e implantará los mecanismos e indicadores de costos eficientes que utilizarán en el marco del nuevo control estratégico.
- diseñará, actualizará e implantará la estructura de costos y gastos.

## **2.3 Nueva Perspectiva Operacional del Servicio de Acueducto**

### **2.3.1 Cultura operativa**

Las nuevas políticas operativas de AyA serán:

“Toda producción de agua potable de los sistemas de AyA tendrá medición continua del caudal”

“Se mantendrá actualizada el inventario nacional de sistemas con medición continua del caudal”

“Se normalizará y vigilará el cumplimiento del procedimiento de medición continua del caudal”

“La implementación de la medición continua del caudal empezará desde los puntos de producción de agua potable y, luego se expandirá a los sistemas de distribución de AyA”

“Se realizarán campañas de capacitación permanente del personal técnico sobre normalización y vigilancia del cumplimiento del procedimiento de medición continua del caudal”

“Prioritariamente, la implementación de la medición continua del caudal será realizada para los departamentos de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable, luego se hará extensiva a otras áreas funcionales de ingeniería”

“Todo sistema de almacenamiento de agua potable de AyA tendrá medición continua del nivel de agua”

“Todo los sistemas principales de conducción y distribución de agua potable tendrán medición continua de presión”

“Todo los sistemas de producción, almacenamiento, transporte y distribución de agua potable tendrán conectividad permanente mediante el sistema SCADA”

“Se llevarán y aplicarán procedimientos de gestión documental de los registros de operación de todos los sistemas de producción, almacenamiento, transporte y distribución de agua potable”

“Se elaborarán y mantendrán actualizados los planos de zonificación hidráulica de los sistemas de distribución”

“Se mantendrá actualizado el inventario de sistemas con planos de zonificación hidráulica de los sistemas de distribución”

“Se mantendrá actualizado el inventario de sistemas con planos de zonificación hidráulica de los sistemas de distribución”

“Se normalizará y vigilará el cumplimiento del procedimiento de actualización del catastro de redes”

“Se elaborarán y mantendrán actualizados los planes anuales y multianuales de suministro de agua a partir de datos reales”

“Toda operación de producción será planificada a partir de datos de hidrología”

“Toda operación de producción será planificada, a partir los datos continuos de consumo real facturado en el cálculo de la demanda de agua potable”

“Toda operación de producción tendrá un diagrama del registro continuo de la cantidad de agua introducida en el sistema”

“Todos los sistemas SCADA serán desarrollados en dos etapas: en la primera se utilizarán para suministrar los datos continuos de la operación y, en la segunda, para implementar protocolos de control y supervisión operacional”

“Se aumentará la capacidad técnica y profesional en la operación en dos etapas enfocadas en el mejoramiento de la información: primero se reforzará la planta de ingenieros en el sistema de distribución de la región metropolitana y, posteriormente, se implementará un programa de educación continuada en herramientas, procedimientos y aplicaciones dedicadas”

“Se aumentará la capacidad profesional en el mantenimiento en dos rutas paralelas para la realización de actividades preventivas y correctivas: por una parte, se implementará un programa de educación continuada en herramientas y equipos, procedimientos y aplicaciones dedicadas y, por otra parte, se realizará la adquisición de equipos y tecnologías”

“Se elaborarán manuales de operación de los sistemas de producción, distribución y de las actividades de suspensión y restablecimiento del servicio”

“Se aumentará la capacidad técnica y profesional mediante la incorporación de personal para reforzar la planta de ingenieros en la operación del sistema de distribución de la región metropolitana”

“Se aumentará la capacidad técnica y profesional mediante la incorporación y capacitación de personal para realizar la supervisión en la operación del sistema de distribución de la región metropolitana”

“Se aumentará la capacidad técnica y profesional mediante la incorporación y capacitación de personal para realizar la supervisión en el mantenimiento del sistema de distribución de la región metropolitana”.

La dirección de agua potable ejercerá el liderazgo de su área funcional en el programa de reingeniería de procesos.

Las direcciones regionales operarán eficientemente la infraestructura de los sistemas de acueducto soportadas en instrumentos y mecanismos de medición, supervisión, control y conectividad.

Las direcciones regionales tendrán autonomía en la operación de los sistemas de acueducto y serán el soporte de un sistema formal de información técnica nacional.

Las direcciones regionales velarán por la correcta construcción de los datos de operación, su adecuado procesamiento y almacenamiento y el reporte oportuno de la información en el sistema formal de información técnica nacional.

## **2.3.2 Cultura comercial**

Las nuevas políticas operativas de AyA serán:

“En toda campaña de micromedición, se aplicarán criterios de economías de escala para la reposición e instalación de nuevos medidores, reemplazando por una sola vez los hidrómetros de cada ruta de lectura”

“Se diseñará y aplicará un mecanismo de seguimiento a la lectura de medición del consumo de cada nuevo medidor instalado, para comparar los valores actuales con las cifras históricas de facturación”

“Se crearán mecanismos y herramientas que permitan identificar los clientes o usuarios del servicio cuyos datos se encuentran actualizados en el sistema de información comercial”

“Las rutas de lectura de consumo mensual serán ajustadas para que coincidan con la zonificación operativa de cada sistema de acueducto”



“Las direcciones regionales serán responsables directos por el resultado periódico de la gestión comercial del servicio de acueducto. Para ello, implementarán procesos de seguimiento a las estadísticas y a los análisis de las anomalías tramitadas en su jurisdicción”

“La dirección de servicio al cliente implementará los ajustes necesarios al sistema de información comercial, que permitan generar reportes mensuales, expresados en términos de unidades de volumen, sobre los resultados de las diferentes etapas del proceso comercial”

La dirección de servicio al cliente ejercerá el liderazgo de su área funcional en el programa de reingeniería de procesos.

La dirección de servicio al cliente armonizará sus recursos informáticos con las particularidades de los sistemas de acueducto regionales.

Las direcciones regionales alinearán en tiempo y espacio las rutas de lectura con las zonas de operación técnica de los sistemas de acueducto.



Diseñará e implementará el sistema de reportes e indicadores\*

Hará el seguimiento al indicador estratégico “Nivel Económico de Pérdidas”

### **3.1.1.2 En la etapa de inversión**

Gestionará la contratación del sistema de macromedición permanente en zonas operativas de la región metropolitana\*

Gestionará la contratación de la ampliación del sistema de supervisión y control en la región metropolitana\*

Gestionará la contratación del catastro de redes de la región metropolitana\*

Gestionará la contratación de la materialización de la zonificación de la región metropolitana\*

Gestionará la contratación de la búsqueda sistemática y reparación de fugas de la región metropolitana\*

Gestionará la contratación de control activo de presión en la región metropolitana\*

Realizará los ajustes y la expansión del programa a otros sistemas críticos\*

Realizará la transferencia de tecnología y conocimientos desde la gerencia e interventoría\*

Realizará la documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA\*

## **3.1.2 Dirección Región Metropolitana**

### **3.1.2.1 En la etapa de preinversión**

Suministrará el catastro de redes, incluyendo los detalles de esquina, los registros de operación y los registros de mantenimiento

Delimitará las zonas de operación\*

Diseñará y presupuestará el sistema de macromedición permanente en el sistema matriz \*

Implementará el sistema de macromedición en el sistema matriz de la región metropolitana\*\*

Diseñará y presupuestará el sistema de supervisión y control\*

Implementará el sistema de supervisión y control en el sistema matriz\*

Diseñará y presupuestará el sistema de información técnica en la región metropolitana\*

Implementará el sistema de información técnica en la región metropolitana\*

Calculará el IANC agregado\*

### **3.1.2.2 En la etapa de inversión**

Diseñará y presupuestará el sistema de macromedición permanente en zonas operativas \*

Implementará el sistema de macromedición en zonas operativas \*\*

Implementará la ampliación del sistema de supervisión y control en el sistema matriz\*

Actualizará el Catastro de redes\*

Materializará la zonificación\*

Calculará el IANC desagregado por zonas de operación\*

Participará en la búsqueda sistemática y reparación de fugas\*

Implementará el control activo de presión\*

## **3.2 Gestión Interna Comercial**

### **3.2.1 Dirección de Servicio al Cliente**

#### **3.2.1.1 En la etapa de preinversión**

Proveerá y ajustará los recursos informáticos de su área funcional en el programa de control de pérdidas

Diseñará e implementará nuevos mecanismos para el procedimiento de utilización de terminales portátiles en la lectura del consumo

Diseñará e implantará nuevos mecanismos para el análisis y el control de las respuestas a las anomalías

Diseñará e implantará nuevos mecanismos para el análisis de la diferencia entre la facturación bruta y la facturación neta

Diseñará e implantará nuevos indicadores comerciales expresados en unidades de volumen

#### **3.2.1.2 En la etapa de inversión**

Revisará y ajustará la estrategia del programa de micromedición

Analizará intensivamente los resultados de las respuestas a las anomalías

Analizará intensivamente la diferencia entre la facturación bruta y la facturación neta

Analizará intensivamente los resultados de la campaña nacional de micromedición

## **3.2.2 Dirección Región Metropolitana**

### **3.2.2.1 En la etapa de preinversión**

Suministrará la información de zonas comerciales y rutas de lectura

Armonizará las rutas de lectura con las zonas de operación\*

Suministrará la información de registros históricos de facturación por zona de operación

Realizará el plan piloto de validación del censo de clientes\*

Realizará el plan piloto de validación del censo de micromedidores\*

### **3.2.2.2 En la etapa de inversión**

Gestionará la contratación del cambio de micromedidores\*

Realizará el cambio de micromedidores\*

Gestionará la contratación de la detección y normalización de usos fraudulentos\*

Gestionará la contratación de la detección y normalización de clandestinos \*

Participará en la transferencia de tecnología y conocimientos desde la gerencia e interventoría\*

Participará en la documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA\*

## **3.3 Gestión Externa**

### **3.3.1 En la etapa de preinversión**

Delimitará las zonas de operación en la región metropolitana\*

Armonizará las rutas de lectura con las zonas de operación\*

Realizará el plan piloto de validación del censo de clientes\*

Realizará el plan piloto de validación del censo de micromedidores\*

Diseñará e implementará la nueva estructura de costos por actividades\*

Diseñará e implementará el sistema de reportes e indicadores\*

Diseñará y presupuestará el sistema de macromedición permanente en la región metropolitana\*

Gestionará la contratación del sistema de macromedición en la región metropolitana\*

Implementará el sistema de macromedición en la región metropolitana\*\* (suministro de datos o alquiler de equipos mientras implementan macromedición permanente)

Realizará la modelación hidráulica de la región metropolitana

Diseñará y presupuestará el sistema de supervisión y control en la región metropolitana\*

Gestionará la contratación del sistema de sistema de supervisión y control en el sistema matriz de la región metropolitana\*

Implementará el sistema de supervisión y control en el sistema matriz de la región metropolitana\*

Diseñará y presupuestará el sistema de información técnica en la región metropolitana\*

Gestionará la contratación del sistema de sistema de información técnica en la región metropolitana\*

Implementará el sistema de información técnica en la región metropolitana\*

Calculará el IANC agregado\*

Gestionará la contratación de cada uno de los proyectos\*

Gestionará la contratación de los proyectos\*

### **3.3.2 En la etapa de inversión**

Diseñará y presupuestará el sistema de macromedición permanente en zonas operativas de la región metropolitana\*

Gestionará la contratación del sistema de macromedición permanente en zonas operativas de la región metropolitana\*

Implementará el sistema de macromedición en zonas operativas de la región metropolitana\*\*

Gestionará la contratación de la ampliación del sistema de supervisión y control en la región metropolitana\*

Implementará la ampliación del sistema de supervisión y control en el sistema matriz de la región metropolitana\*

Gestionará la contratación del catastro de redes de la región metropolitana\*

Actualizará el catastro de redes de la región metropolitana\*

Gestionará la contratación de la materialización de la zonificación de la región metropolitana\*

Materializará la zonificación de la región metropolitana\*



Calculará el IANC desagregado por zonas de operación\*

Gestionará la contratación del cambio de micromedidores\*

Supervisaré el cambio de micromedidores\*

Realizará la calibración de modelos de simulación hidráulica

Gestionará la contratación de la búsqueda sistemática y reparación de fugas de la región metropolitana\*

Realizará la búsqueda sistemática y reparación de fugas\*

Gestionará la contratación de la detección y normalización de usos fraudulentos de la región metropolitana\*

Gestionará la contratación de la detección y normalización de clandestinos de la región metropolitana\*

Gestionará la contratación de control activo de presión en la región metropolitana\*

Implementará el control activo de presión en la región metropolitana\*

Realizará los ajustes y la expansión del programa a otros sistemas críticos\*

Realizará la transferencia de tecnología y conocimientos hacia los procesos operativos\*

Realizará la documentación del Manual de Control de Pérdidas de AyA\*

# 4

## Conclusiones

El proceso de transformación que debe iniciar la actual administración para el fortalecimiento empresarial de AyA estará fundamentado en nuevas condiciones de planificación y control estratégico, utilizando los costos como la herramienta de soporte. A partir de las nuevas políticas, AYA funcionará como una empresa nacional integrada en los aspectos comercial, financiero y técnico operativo, mediante sistemas de información debidamente alineados con la nueva perspectiva empresarial. Para alcanzar este propósito, establecerá sistemas y estructuras que faciliten el aprendizaje organizacional de largo plazo sobre el producto y que garanticen la constante evolución en los procesos.

La nueva política empresarial de AyA será *“La optimización de la prestación del servicio gracias al fortalecimiento estructural de la organización, sus capacidades y procesos, apalancados en el uso eficiente y eficaz de la infraestructura mediante el enfoque del control de pérdidas.”*

Para ello, la directiva de AyA tendrá que identificar los líderes naturales que se encargarán de diseñar y poner en marcha los programas de esta nueva etapa, buscando siempre alcanzar mejorar las competencias de los funcionarios de todas las áreas funcionales y los niveles de la organización. Así, se podrá desarrollar la nueva cultura financiera, operativa y comercial y cumplir a cabalidad con la asignación oportuna de los recursos y realizar las actividades inherentes al diseño e implementación que son necesarias para garantizar el cumplimiento y la continuidad de los programas.