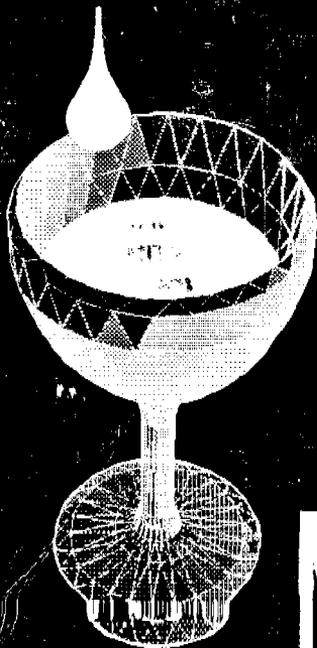


262.5 89SE



# Seminario Internacional Sobre REDUCCION Y CONTROL DE PERDIDAS DE AGUA

Agosto 21 al 25 de 1989  
Cali - Colombia

#### COMITE ORGANIZADOR:

- Ministerio de Salud
- Organización Panamericana de la Salud
- Departamento Administrativo de Planeación Nacional
- Banco Central Hipotecario
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

#### COORDINA:



**acodal**  
SECCIONAL VALLE DEL CAUCA

Calle 10 Norte Nº 9 N - 34 - A.A. 6720

Tels.: 671176 - 611242

Cali - Colombia

Sección Colombiana de AIDIS

# MEMORIAS

262.5 - 89SE - 8082

SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE REDUCCION  
Y CONTROL DE PERDIDAS DE AGUA  
AGOSTO 21 AL 25 DE 1989

MEMORIAS

ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA  
SANITARIA Y AMBIENTAL  
ACODAL-SECCIONAL VALLE DEL CAUCA

LIBRARY, INTERNATIONAL CONFERENCE  
ON WATER SUPPLY AND WATER SUPPLY  
CONFERENCE, 1989  
CONFERENCE, 1989 AD, The Hague  
CONFERENCE, 1989 ext. 141/142  
NO: WN 8082  
EO: 262.5 89SE

Calle 10 Norte N° 9N-34, A.A. 6720 Tels: 671176 - 611242  
Cali Colombia

**ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SANITARIA  
Y AMBIENTAL  
ACODAL- SECCIONAL VALLE DEL CAUCA**

**JUNTA DIRECTIVA 1989**

<b>PRESIDENTE:</b>	<b>JORGE E. ANGEL</b>
<b>VICEPRESIDENTE:</b>	<b>CARLOS LEONARDO GUERRERO</b>
<b>VOCALES:</b>	<b>CARMEN E. STERLING</b>
	<b>LUCERO ACEVEDO</b>
	<b>FERNANDO A. SILVA</b>
<b>REVISOR FISCAL:</b>	<b>DIEGO MILLAN</b>
<b>SUPL. REVISOR FISCAL:</b>	<b>LIBARDO SANCHEZ</b>
<b>DIRECTOR EJECUTIVO:</b>	<b>IGNACIO RESTREPO B.</b>

**ORGANIZACION DEL SEMINARIO**

**COMITE ORGANIZADOR:**

- Planeación Nacional
- Ministerio de Salud
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte
- Banco Central Hipotecario
- Acodal Nacional

**APOYO ESPECIAL DE:**

- Organización Panamericana de la Salud

**COMITE TECNICO**

<b>EDUARDO ARBELAEZ</b>	<b>Emcali</b>
<b>JORGE LATORRE</b>	<b>Univalle</b>
<b>JORGE RIZO</b>	<b>Acuavalle</b>
<b>JORGE ANGEL</b>	<b>Acodal-Valle</b>
<b>DIEGO MILLAN</b>	<b>Acodal-Valle</b>

**Asistente de Coordinación:  
ELIZABETH LUENGAS L.**

**Coordinador General:  
IGNACIO RESTREPO B.**

## **CONTENIDO**

- 1. Control de Agua No Facturada y Uso Eficiente del Agua**  
Generalidades, antecedentes y experiencias.  
Dr. Sergio Augusto Caporali - Brasil
- 2. Mecanismo de Financiación del Plan de Ajuste del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico en Colombia.**  
Banco Central Hipotecario - BCH  
Subgerencia de Desarrollo Regional y Urbano
- 3. Programas de la Dirección de Agua Potable y Saneamiento del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.**
- 4. Experiencia en Control y Reducción de Pérdidas en la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias de Santiago de Chile - EMOS**  
María Josefina Bolelli Cavagnaro  
Raquel Alfaro Fernandois
- 5. Programa de Reducción y Control de Pérdidas en Empresas Municipales de Cali-Emcali.**  
Gerencia de Acueducto y Alcantarillado Emcali
- 6. Programa de Control de Agua No Contabilizada**  
Gerencia de Acueducto y Alcantarillado - E. Públicas de Medellín
- 7. Campaña para el Uso Racional del Agua Potable en el Departamento de Risaralda - Caso Municipio de Marsella.**  
Ing. Carlos Alfonso Victoria Mena.
- 8. Proyecto de Desarrollo Institucional en las Entidades de Administración del Servicio de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado en Colombia.**  
- Enfoque y Mecanismos de Financiación  
BCH/FFDU

9. **Criterios de Proyectos necesarios para facilitar el Control Operacional de un Programa de Control de Pérdidas.**  
- Consideraciones iniciales. Criterios básicos de proyecto.  
Dra. Magdalena Woelz - Brasil.
10. **La Calidad de los Productos para Agua y Alcantarillado**  
Ing. Sergio Augusto Caporali - Brasil
11. **Criterios Básicos para Organizar un Programa de Control de Pérdidas de Agua.**  
Ing. Eduardo Arbeláez - Colombia
12. **Control de Pérdidas en Entidades Medianas.**  
Ing. Alejandro Estrada - Colombia.

**LAS OPINIONES Y CONCEPTOS EMITIDOS EN LOS  
TRABAJOS EDITADOS EN ESTAS MEMORIAS  
SON DE ESTRICTA RESPONSABILIDAD  
DEL AUTOR.**

**1 Control de Agua No  
Facturada y Uso Eficiente  
del Agua  
Generalidades, antecedentes  
y experiencias**

**CONTROL DE AGUA NO FACTURADA Y USO EFICIENTE DEL AGUA  
GENERALIDADES, ANTECEDENTES Y EXPERIENCIAS**

**Ing. SERGIO AUGUSTO CAPORALI**

**AGOSTO DE 1989**

## CONTROL DE AGUA NO FACTURADA Y USO EFICIENTE DEL AGUA

### Generalidades, antecedentes y experiencias

#### 1. INTRODUCCION

El agua es una sustancia fundamental para la sobrevivencia y para la salud, tanto del individuo como de la comunidad.

El cumplimiento de la meta "Salud para Todos en el Año 2000", está fuertemente vinculada a la disponibilidad del agua, entre otros factores, como se puede deducir de la conclusión a que llegó el Comité Asesor en Investigaciones Médicas de la OMS (1).

En los países industrializados la transformación de la salud a fines del Siglo XIX, comienzos del Siglo XX, se debió fundamentalmente a la reducción de las enfermedades infecciosas, conseguida principalmente mediante una mejor nutrición, la provisión de agua segura, los sistemas de alcantarillado y la mejor disposición de los residuos sólidos.

Probablemente es cierto que si estas medidas básicas se aplicaran en todo el mundo para el año 2000, la meta SALUD PARA TODOS se alcanzaría, aunque no se hiciera nada más para conseguirlo; si estas medidas no se aplican la meta no podrá alcanzarse, hágase lo que se haga.

Las estadísticas disponibles en cuanto a cobertura con agua potable y alcantarillado, y las proyecciones para la población para el final del siglo, y por ende de demanda de servicios, nos dan la medida del desafío que los técnicos del sector irán a enfrentar para que se cumpla la meta en nuestra Región.

En el año 1985, la población de América Latina y el Caribe era aproximadamente de 387 millones de personas, de las cuales el 69% estaban en la zona urbana. Las coberturas regionales con agua potable eran 82% y 50%, respectivamente, para las zonas urbanas y rurales, mientras que la cobertura con alcantarillado u otros medios presentaba las cifras de 75% y 25% en las mismas zonas (2).

La misma fuente presenta valores estimados de las poblaciones urbanas y rurales servidas con agua potable y alcantarillado en el año 2000 basados en las metas de los países. Las coberturas regionales resultantes, en agua potable y alcantarillado, para las zonas urbanas y rurales son respectivamente 89% y 66%.

La población proyectada para la Región en el año 2000 es de 519 millones de personas, de las cuales 401 millones vivirán en las ciudades, y 118 millones en la zona rural. Significa que será necesario dar servicio de agua potable a más de 150 millones personas, y de alcantarillado u otro medio adecuado de disposición a más de 208 millones personas.

Cuando a este cuadro se suma que la crisis económica que afecta sin excepciones a todos nuestros países se completa el panorama sombrío del sector y la misión parece ser imposible. El monto total de inversión calculado para el período 1986-2000 es de EUA\$77,536 millones; 3.7 veces mayor que el monto aplicado por los países de la Región durante el período de los préstamos fáciles, 1971-1978 (2).

La disponibilidad del recurso hídrico para el sector de agua potable es cada día menor, pues el mismo debe ser compartido, entre otros con el sector agrícola y con el de producción de energía eléctrica. La falta de control de la contaminación ambiental ha resultado en el deterioro de la calidad de las aguas crudas, y han ocurrido casos en que los altos costos y/o la falta de tecnología adecuada para la potabilización, impiden su aprovechamiento.

El mal manejo de las instituciones de agua potable y alcantarillado conlleva a pérdidas elevadas, tarifas o cargos fijos por m<sup>3</sup>, que no cubren a veces ni los costos operacionales, intermitencia del suministro de agua, variaciones no aceptables en la calidad del agua, etc.

Finalmente, el elevado consumo de agua de los usuarios que están conectados a la red de distribución también contribuye al desequilibrio entre la oferta y la demanda de agua:

La eliminación de este desequilibrio se consigue mediante acciones tales como:

- a) Promover el uso eficiente del agua entre los sectores de generación de energía eléctrica y agricultura, e implantar una efectiva protección y recuperación de los recursos hídricos para que el sector de saneamiento pueda contar con aguas crudas en mayor volumen y de mejor calidad.
- b) Proyectar y construir nuevos sistemas de producción de agua potable.
- c) Optimizar la capacidad instalada de los sistemas existentes.
- d) Reducir la demanda actual.

- e) Planificar el desarrollo de las comunidades para limitar la demanda futura.

Los resultados prácticos de las acciones a), b) y e) pueden tardar, pero ya existen situaciones como el caso de la ciudad de Sao Paulo en que es urgente su adopción.

Las acciones c) y d) son las que pueden generar resultados a más corto plazo. Los principios que orientan la optimización de un sistema y los que justifican la reducción de la demanda deben, además, estar presentes sea cual fuere la solución adoptada para la eliminación o reducción del desequilibrio entre la demanda y la oferta de agua potable. Este documento tiene como objetivo detallar un poco lo que significan estas dos acciones, con énfasis en lo que es la distribución.

## 2. OPTIMIZACION DE LA CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS

Lo que normalmente se encuentra cuando se hace un diagnóstico de la situación de los sistemas de agua, es que existen unidades desactivadas por falta de componentes, instalaciones funcionando con parte de su capacidad, unidades de un mismo sistema subdimensionadas constituyéndose en "cuellos de botella", pérdidas excesivas, partes de la red de agua sin presión suficiente o sin agua casi todo el día, o sea, una inversión mal utilizada.

La optimización significa compatibilizar las capacidades de las diversas unidades de un mismo sistema, rehabilitar las unidades que están desactivadas, reducir y controlar las pérdidas, utilizar tecnologías económicas y evolucionadas, que permitan alcanzar distintos niveles de servicios en etapas sucesivas bajo el criterio de la máxima utilización de la inversión.

La parte del sistema de agua que tiene relación directa con el tema "agua no facturada" es la distribución, motivo por el cual se va a tratar la optimización en la red de distribución.

### 2.1 La reducción y el control de pérdidas

La expresión "agua no facturada" no representa con precisión lo que se quiere decir con pérdidas, o con la expresión utilizada por los ingleses, "unaccounted-for water" (3).

En la referencia (3) se define pérdidas como: "la diferencia entre la estimación o medida del agua que ingresa al sistema de distribución, y el consumo asumido para las conexiones prediales". Este consumo asumido comprende:

El consumo medido a través de los medidores instalados en las conexiones prediales, más

La estimación del consumo generado por las conexiones prediales catastradas que no tienen medidor o que, si lo tiene, pero no funciona.

Cuando se expresa esta diferencia como un porcentaje de la cantidad de agua que ingresa al sistema de distribución se obtiene el Índice de Pérdidas.

$$IP = \frac{V_D - (V_M + V_E)}{V_D} \times 100$$

- IP = índice de pérdidas (%)  
V<sub>D</sub> = volumen de agua estimado o medido que ingresa al sistema de distribución (m<sup>3</sup>)  
V<sub>M</sub> = Volumen de agua micromedido (m<sup>3</sup>)  
V<sub>E</sub> = Volumen de agua estimado en las conexiones prediales catastradas sin medidor o con medidor que no funciona (m<sup>3</sup>)

La medida o estimación de los volúmenes de agua V<sub>D</sub>, V<sub>M</sub> y V<sub>E</sub> deberá ser relativa a un mismo intervalo de tiempo.

La crítica a la expresión "agua no facturada" viene del hecho de que no siempre el volumen facturado corresponde a la suma (V<sub>M</sub> + V<sub>E</sub>). En la región metropolitana de Sao Paulo los consumos medidos inferiores a 10 m<sup>3</sup> mensuales son facturados por el mínimo, o sea, 10 m<sup>3</sup>. En Lima existen sectores bastante homogéneos, en relación al tipo y rango de consumo de los usuarios domésticos en los cuales la micromedición es parcial. En estos sectores se ha establecido lo que se denomina "promedio técnico" que es el consumo promedio de las conexiones con micromedición. Este valor es facturado a todos los usuarios del sector que no tienen micromedidor, así como a los que lo tienen pero consumieron un volumen inferior.

Las pérdidas pueden ser clasificadas como: (4), (5)

- a) No físicas o comerciales, que corresponden al agua consumida, pero no registrada, por los micromedidores o por el mecanismo adoptado por la autoridad competente en los casos en que no existe el micromedidor. Estas pérdidas resultan en reducción de ingresos.
- b) Físicas, que corresponden al agua que escapa del sistema de distribución por falla en la hermeticidad de sus componentes, que rebosa en los reservorios y otras estructuras abiertas a la atmósfera, por falla en los controles de nivel, o que es consumida en exceso en las operaciones de lavado y desinfección de tuberías y reservorios. Las pérdidas físicas son una real pérdida de agua que aumenta los costos de producción.

Las pérdidas comerciales pueden ser subdivididas en:

- a) Consumos gratuitos en:
  - . Edificios públicos
  - . Riego de jardines públicos
  - . Combate de incendios
- b) Consumos clandestinos
  - . Conexiones prediales sin registro
  - . Conexiones prediales registradas que no obedecen al patrón
  - . Conexiones prediales dobles o con derivación clandestina
- c) Errores de medición
  - . Medidoras descompuestas
  - . Medidoras intervenidos
  - . Medidores mal dimensionados
  - . Errores de lectura
- d) Errores de estimación
  - . Falta de la metodología de evaluación

La ecuación que permite el cálculo del índice de pérdidas es bastante sencilla. Toda la dificultad está en la determinación o estimación de los factores que la componen.

Los valores que inicialmente son calculados por las instituciones de agua y abastecido son normalmente afectados por errores que son el reflejo de la falta de mantenimiento y calibración de los macro y micromedidores y/o de procedimientos de estimación inadecuados.

A medida que las actividades de Control de Pérdidas se van desarrollando, la confiabilidad de la información aumenta y como consecuencia el valor del índice de pérdidas se va aproximando a la realidad.

En el año 1986, fue distribuido por el CEPIS, a través de las Representaciones de la OPS, un modelo para el estudio de la situación de las empresas de agua potable de la Región (6). Como las respuestas recibidas contemplaban normalmente sólo parte de los datos solicitados, fueron seleccionadas nueve ciudades entre las que enviaron datos más completos y sin inconsistencias. Son ciudades con poblaciones que varían entre 106,000 y 4,840,000 habitantes, con dotaciones per cápita de producción entre 204 l/hab/día y 460 l/hab/día con un promedio de 326 l/hab/día.

Los índices de pérdidas mínimo, máximo y promedio son, respectivamente, 29%, 48% y 44%, y la tasa promedio de crecimiento demográfico es 3.7%. Los índices de pérdidas de las empresas bien administradas de

Reservado A

los países desarrollados varían en el rango del 10 hasta el 20% (4), (7), pero sólo a muy largo plazo se puede pensar en alcanzar en la Región valores en este rango, esto porque en esos países normalmente las pérdidas comerciales se resumen a pequeños errores de medición o de estimación, mientras que las pérdidas físicas son las fugas prácticamente no visibles, cuya detección y reparación ya no presentan una relación beneficio/costo favorable. Los materiales y equipos adquiridos para el sistema de distribución son de calidad certificada y su instalación controlada desde hace muchos años.

SABESP, la empresa que administra diversos sistemas de abastecimiento en el estado de Sao Paulo, y que viene desarrollando actividades de esta naturaleza desde 1969, implantó a partir de 1977 un programa de control de pérdidas. En ese año el índice de pérdidas de la región metropolitana de Sao Paulo era aproximadamente 36% habiendo bajado constantemente hasta llegar al 26% en 1983. Los datos de los últimos dos años (1987-1988) revelan un índice de pérdidas promedio del 28%.

Es difícil por lo tanto estimar de cuánto se pueda reducir el índice de pérdidas, en cuanto tiempo y por dónde comenzar, sin conocer como está estructurada la empresa, cuáles informaciones están disponibles, cómo pueden ser recuperadas, qué confiables son los recursos humanos, materiales, tecnológicos e institucionales que están disponibles, cómo el sistema es operado y mantenido, etc. Además, es necesario disponer de una estimación de los componentes de las pérdidas.

La siguiente información son estimaciones de las distribuciones de las pérdidas de cuatro ciudades de la Región.

TABLA 1

Componente	Ciudad A %	Ciudad B %	Ciudad C %	Ciudad D %
Fugas	14.0	25.5	33.0	28.0
Reboses	2.5	1.7	3.0	0.5
Usos operacionales	1.5	-	-	-
Error de micromedición	16.0	3.2	7.0	-
Error de estimación	-	17.2	-	13.0
Consumos ilegales	-	7.2	-	-
Otros usos	-	3.0	1.0	1.9
Índice de pérdidas	34.0	57.8	44.0	43.4

El análisis de la Tabla 1 revela la relación entre el consumo promedio por usuario y la dotación per cápita de producción. Los valores de la relación para las ciudades son, respectivamente 82%, 72.8%, 64% y 71.5%.

Las pérdidas comerciales son normalmente de recuperación más rápida que las pérdidas físicas. Por otro lado, como las pérdidas comerciales, en realidad representan pérdida de ingreso, su recuperación provoca un impacto inmediato en la situación financiera de la empresa. Además en los casos que los consumos reales son elevados la acción de la empresa para reducir las pérdidas comerciales puede resultar en reducción de consumo que va a permitir brindar el servicio a la población que no lo tiene o brindar el servicio por más horas. Estas razones son suficientes para que las pérdidas comerciales sean tratadas con prioridad.

Las ciudades B y D presentan elevadas pérdidas comerciales por concepto de error de estimación, lo cual es consecuencia de deficiencia en micromedición efectiva. La política de 100% de micromedición puede desempeñar un papel importantísimo en nuestra Región, pues acá todavía no existe una conciencia colectiva sobre la importancia del agua y principalmente sobre la importancia que todos dispongan de por lo menos la cantidad mínima para las necesidades básicas y para la higiene personal. Todavía no se ha desarrollado en nuestra Región la Cultura del Agua.

La micromedición, acompañada de procedimientos de mantenimiento preventivo, permitirá una determinación precisa de los consumos, pero con el apoyo adicional de una política tarifaria justa y que castigue los altos consumos, la micromedición funcionará como fiscal e inhibidor del despilfarro, así como será el elemento motivador para que los usuarios de una forma general mantengan sus instalaciones y los aparatos sanitarios en buenas condiciones de funcionamiento.

La ciudad B adicionalmente presenta consumos ilegales, problema que puede ser eliminado o drásticamente reducido mediante una revisión o creación del catastro de usuarios lo que no exige ninguna inversión en adquisición de equipos. La empresa al seguir conviviendo con este problema está no sólo perdiendo ingresos sino anegando su verdadero índice de cobertura. En este caso específico si el consumo de los usuarios ilegales fuera igual al consumo promedio de los usuarios legales, corregidos de los errores de medición y de estimación, la incorporación de estos "nuevos usuarios" correspondería a un aumento de aproximadamente 11% en la cobertura.

En cuanto a los errores de micromedición que en la ciudad A representan prácticamente el 50% de las pérdidas, su corrección se verifica mediante mantenimiento periódico de los medidores. La periodicidad deberá ser definida por un estudio de beneficio-costó, y dependerá de

RETICO # 9

factores tales como la calidad del agua, la calidad de los medidores, frecuencia con que se hacen descargas en las conducciones y en la red, el costo del agua, el costo de mantenimiento, etc. Como se puede concluir, los resultados de un estudio de esta naturaleza son muy específicos y por lo tanto difícilmente puedan ser transferidos de una empresa a otra.

En el año 1988 fue concluido un estudio en Sao Paulo (8) cuyos resultados permitirán un cambio en la política de mantenimiento de los medidores de caudal característico  $3 \text{ m}^3/\text{h}$ . Desde el año 1981 hasta la fecha de conclusión del estudio, estos medidores han sido sacados de la red cada 5 años para mantenimiento. La conclusión del estudio es que los hidrómetros de  $3 \text{ m}^3/\text{h}$  de transmisión mecánica presentan periodos óptimos para sustitución, que son de 13 años para consumos mensuales hasta  $50 \text{ m}^3$ , y de nueve años para consumos mayores de  $50 \text{ m}^3$  mensuales.

Por supuesto son criterios para una política de mantenimiento preventivo. La política de mantenimiento correctivo de SABESP es "sustituir" el micromedidor siempre y cuando ocurra uno de los siguientes problemas: este malogrado, este violentado, no sea posible leerlo o este desaparecido (9).

Pasando de las pérdidas comerciales para las físicas aumentan las dificultades para el control. Su reducción involucra actividades de naturaleza bastante diversa. Las actividades cuya realización corresponde a metas específicas serán llamadas Proyectos.

La detección y control de fugas no visibles, por ejemplo, para ser realizado de forma económica y efectiva, se necesita de un catastro completo de la red de distribución y de la red preparada con válvulas en posiciones convenientes y en condiciones de operación eficiente, o sea, que cierran herméticamente para aislar las partes de la red que se pretende investigar. La inexistencia de estas condiciones implica en la necesidad de desarrollarlas con anticipación.

El mismo control de fugas visibles para ser ejecutado eficientemente, o sea, rápido y en definitivo, supone la existencia de canales de comunicación con el público, del catastro de la red y de las tuberías troncales, de equipos adecuados para la ejecución del trabajo, de componentes especiales para la reparación rápida, etc.

Así, el proyecto de control de las fugas debe de ser precedido de la conclusión del proyecto de catastro de redes e instalaciones, etc.

Una característica común a todos los proyectos para el control de pérdidas es que una vez iniciados pasan a ser de carácter continuo. Lo que puede variar es la intensidad de las actividades en función de la evolución de la situación.

RETIRO #10

En la referencia (4), está declarado el carácter continuo del control de pérdidas. Ahí se lee: "El control de pérdidas exige la repetición continua de procesos y tareas simples y lógicas para obtener datos sucesivamente más exactos y detallados, los cuales permitirán la detección de deficiencias de forma cada vez más eficiente".

La OPS también alude a la continuidad al definir el Programa de Control de Pérdidas como "un conjunto armónico de actividades realizadas por una empresa, destinadas a alcanzar y mantener un nivel en que los componentes de pérdidas debido a fugas, rebosamientos, uso clandestino de agua, desperdicios, consumos operacionales, consumos especiales, errores de medición y errores de estimación, sean los mínimos posibles en condiciones de viabilidad técnica, económica, financiera e institucional" (10).

Considerándose que las pérdidas son un efecto, un programa destinado a controlarlas debe, además de las acciones destinadas a alcanzar resultados positivos a corto plazo, prever acciones destinadas a la eliminación o reducción de sus causas. Estas por su turno están presentes en todas las etapas, fases y componentes de la gestión de los sistemas y por esta razón las acciones deberán provocar los cambios deseados en las fases de planificación, diseño, construcción, manejo de los suministros de materiales y equipos, operación, mantenimiento, organización y administración.

Como se puede concluir un P.C.P. acaba por influenciar positivamente a los demás sistemas de la empresa, y por esta razón es considerado como estrategia para alcanzar el Desarrollo Institucional completo de la empresa.

Los objetivos específicos de un P.C.P. son: (10)

- a) Reducir a un valor mínimo admisible la relación volumen de agua producida/volumen de agua utilizada.
- b) Atender demandas reprimidas con agua recuperada.
- c) Extender la cobertura a las zonas marginales.
- d) Optimizar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua durante la vida útil del proyecto.
- e) Aumentar el periodo de saturación del proyecto.
- f) Propiciar una mayor equidad social en la distribución y cobro del agua.
- g) Reducir los costos de producción y distribución de agua.

Los proyectos que normalmente hacen parte de un P.C.P. son: (10)

- a) Sistema operacional
  - . Pitometría
  - . Macromedición
  - . Catastro de tuberías y accesorios del sistema de abastecimiento de agua
  - . Control de la operación del sistema de abastecimiento de agua
  - . Mantenimiento electromecánico y de instrumentación
  - . Mantenimiento de redes de distribución
  - . Control de fugas
  - . Mejora de las conexiones prediales
  - . Revisión de criterios de diseño y construcción
- b) Sistema comercial
  - . Catastro de usuarios
  - . Medición de consumos
  - . Comercialización
  - . Facturación y cobranza
- c) Otros sistemas
  - . Desarrollo de recursos humanos
  - . Calidad de materiales y equipos

2.2 Aspectos tecnológicos para la optimización de las inversiones

Al lograr la recuperación de agua a través de un P.C.P. la empresa puede encontrarse con el problema de que el agua no alcanza para extender la cobertura con continuidad a toda la población todavía no beneficiada. En tal situación es fundamental el uso de tecnologías evolucionadas, que permitan sacar el máximo de los recursos financieros en el momento presente, y que las obras construidas estén preparadas para ser ampliadas por etapas sucesivas.

La OPS patrocinada por la GTZ (11), realizó una investigación en barrios populares de la Región Metropolitana de Lima, para evaluar las diferentes alternativas tecnológicas para atender a la población, comparando los costos y el impacto sobre la salud de la comunidad.

Las soluciones objeto de la investigación fueron:

- a) Abastecimiento por carro-cisterna con almacenamiento domiciliario.
- b) Uso de piletas públicas, también con almacenamiento familiar.
- c) Conexión domiciliaria, pero con servicio intermitente.
- d) Conexión domiciliaria con suministro las 24 horas del día.

En cuanto a la inversión del Gobierno por vivienda, que era nula en la alternativa de abastecimiento por carros-cisterna, fue EDA\$10 para la alternativa (b) y EUA\$285 para las alternativas (c) y (d). El costo del agua para la población que la compraba de los carros-cisterna era entre 10 y 15 veces más cara de lo que pagaban los que estaban conectados a la red pública.

Los resultados extraídos de la investigación fueron bastante influenciados por la realidad económica y cultural de esas poblaciones marginales. Parte de las conclusiones presentadas son las siguientes:

- a) Cuando no se puede garantizar el agua durante las 24 horas del día, la alternativa de abastecimiento por conexión domiciliaria prácticamente obliga al usuario a almacenarla, lo que las condiciones higiénicas precarias facilitan su pronta contaminación. La relación beneficio-costos es bastante desfavorable.
- b) Cuando el abastecimiento no es continuo, es preferible instalar piletas públicas a distancias inferiores a 50 metros pues los beneficios son similares al abastecimiento intermitente y los costos son 10 veces menores, lo que permitirá alcanzar más rápidamente, por lo menos mayor cobertura con fácil acceso.
- c) Discutir la selección de la alternativa tecnológica con la comunidad para obtener su respaldo y participación.

### 3. REDUCCION DE LA DEMANDA

La reducción de la demanda mediante la implantación del 100% de micromedición y una política tarifaria rigurosa con relación a los altos consumos es un hecho. Es posible llegar a consumos promedios inferiores a los 200 l/hab/día.

En una investigación realizada en la Región Metropolitana de Sao Paulo, utilizando las estadísticas de consumo proporcionadas por el sistema comercial, que controla el 99.5% de los consumos a través de micromedición efectiva, se llegó a la conclusión que en zonas residenciales o predominantemente residenciales, el consumo real promedio es de 160 l/hab/día. De las zonas predominantemente residenciales fueron excluidos los consumidores comerciales e industriales con consumos mensuales superiores a 1,000 m<sup>3</sup> (12).

La encuesta para el estudio de la situación de las empresas de agua potable (6), reveló que en 1986 la ciudad de Temuco, Chile, presentaba una dotación per cápita de producción de 141 l/hab/día con 100% de cobertura con conexión y que los mismos índices para San José, Costa Rica, eran 156 l/hab/día y 98%. Considerándose que no existe un sistema de distribución sin pérdidas, el consumo real promedio debe ser todavía inferior. En las mismas ciudades, las coberturas con micromedición respectivamente 94% y 81%, y en San José el costo promedio del m<sup>3</sup> de agua es de EUA\$0.33.

RE: R. F. 11

Por falta de más información se podría considerar como límite inferior para la demanda real promedio el valor 150 l/hab/día, que proviene de la micro-medición intensiva, política tarifaria adecuada y de la utilización de aparatos sanitarios convencionales.

La reducción de la demanda doméstica por debajo de ese límite se consigue mediante el uso de aparatos sanitarios más eficientes, o sea, que usan menos agua para cumplir con las mismas funciones. Eso implica en un cambio al cual normalmente la gente ofrece resistencia por los costos que significa sustituir sus inodoros, duchas y grifos que están "funcionando bien" por otros nuevos.

La línea de productos ahorradores ya fue desarrollada en Europa y Estados Unidos, y existen países de la Región que ya los fabrican, como es el caso de México.

Los inodoros de bajo consumo, que demandan 6 l/uso cuando se les compara con los convencionales, 15 a 20 l/uso, producen una economía promedio del 66%.

La contribución de las descargas de inodoros al consumo per cápita es referida como de aproximadamente el 40% (13) (14) (15), y así el uso de los inodoros de bajo consumo pueden reducir la demanda de agua en aproximadamente 26%.

La introducción de esa innovación parece ser más sencilla en las nuevas edificaciones a través de cambios en la legislación y en el reglamento de construcciones. En los Estados Unidos se está discutiendo una legislación que propone la prohibición del uso de inodoros que necesiten solamente 6 l/uso (1.6 gal/flush) en las nuevas edificaciones y en la reforma de las actuales. La legislación sería para aquellos Estados que tienen problemas de falta de agua.

En México fue firmado entre el gobierno y los fabricantes de inodoros un acuerdo para la producción exclusiva de inodoros de bajo consumo y se produjo una reformulación del reglamento de construcciones que pasó a no permitir la instalación de inodoros convencionales.

Con relación a las edificaciones actuales el problema es distinto y como ya se comentó existe resistencia al cambio. Además, no todos son propietarios de las edificaciones en donde viven. Por analogía con los programas diseñados para la conservación de energía, en Estados Unidos (16) se sugiere la combinación de comunicación persuasiva, abundancia de información sobre los aparatos sanitarios de bajo consumo y medidas económicas que inhiban el consumo. El mismo gobierno puede contribuir para el cambio, instalando aparatos de bajo consumo en todos los edificios públicos, cuarteles y principalmente colegios, éstos no tanto por la economía sino por la educación de los niños y jóvenes.

RETRNO # 12

#### 4. CONCLUSIONES

- 4.1 Existe un problema serio que necesita ser ecuacionado para que se cumpla la meta de "Salud para Todos en el Año 2000". Se trata del desequilibrio entre la oferta y la demanda de agua que tiene como agravante la crisis económica general.
- 4.2 Existen medidas de largo plazo a nivel de planificación nacional que deben ser buscadas para la reducción a la demanda y aumento de la oferta de agua cruda. Los más altos dirigentes del sector salud y agua potable y saneamiento deben buscar las estrategias para influenciar las decisiones del nivel de planificación que les favorezca. Se trata de promover la desconcentración de la población y el uso eficiente del agua en los sectores energético y agrícola para que se asigne más agua al sector agua potable y saneamiento.
- 4.3 Existen medidas a corto y mediano plazo, al alcance de las empresas de agua potable y alcantarillado que pueden contribuir para la reducción del desequilibrio entre la oferta y la demanda de agua. Estas son:
  - a) La optimización de la capacidad de los sistemas mediante el control de pérdidas, la rehabilitación de las instalaciones desactivadas y el empleo de tecnologías evolucionadas y económicas que permiten la máxima utilización de la inversión.
  - b) La reducción de la demanda de los actuales usuarios de los sistemas de agua mediante la aplicación de micromedición intensiva y políticas tarifarias adecuadas que castiguen el despilfarro del recurso agua.
  - c. La reducción de la demanda a través del uso de aparatos sanitarios de bajo consumo.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. OMS. Informe de la primera reunión del subcomité sobre estrategia de investigación para la salud / SPT 2000. OMS/WHO Chronicle 3982): 69, 1985
2. BIRF. Informe sector agua y alcantarillado; estrategia propuesta. Inf. No. 7330-LAC, junio 1988
3. Hueb, J.A. Terminología utilizada en control de pérdidas. Hojas de Divulgación Técnica - CEPIS, (20): 12 abril 1984
4. Jeffcoate, P.; Saravanspavan, A. Reduction and control of unaccounted-for water. Working Guidelines. Washington, D.C., The World Bank, 1987. 128 p. Water Supply Operations Management Series.
5. Soares, L.C.R.; Rodríguez, E., Alarcón, D.; López, L.M. Programa de Control de Pérdidas. Conceptos. México, Convenio OPS/SARH, 1989. 20 p.

6. Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua (IMTA); Organización Panamericana de la Salud (OPS). Modelo de actualización del diagnóstico. PRONEFA, Convenio SARH/OPS, Cuernavaca, Mor., México. Oct. 1986
7. Hueb, J.A. Programa de control de pérdidas como estrategia para el desarrollo de instituciones de agua potable y saneamiento. Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Agua de Abastecimento Público, Sao Paulo, 28-30 de oct. 1986. Sao Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. pp. 27-49
8. Montenegro, M.H.F., Hwa, C.M.F. Manutenção preventiva de hidrômetros: criterios baseados em análise custo-benefício. Congresso Internacional de Abastecimento de Agua, 17, Rio de Janeiro, 12-16 set. 1988. 41 p
9. Alonso, L.R. Controle e desenvolvimento operacional. Ações da Sabesp na região metropolitana de Sao Paulo. Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Agua de Abastecimento Público, Sao Paulo, 28-30 Oct. 1986. Sao Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. pp. 99-130
10. Organización Panamericana de la Salud. Modelo de gerencia de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y saneamiento. Washington, D.C., OPS, 1986. 91 p. Serie Ambiental No. 4
11. Investigación sobre alternativas tecnológicas de agua y saneamiento en pueblos jóvenes de Perú. OPS/HPE/CEPIS-GTZ, octubre 1988
12. Boaventura, S.G.S. Consumo de agua na região metropolitana de Sao Paulo. Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Agua de Abastecimento Público, Sao Paulo, 28-30 Oct. 1986. Sao Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. pp. 63-97
13. Rocha, A.L.; Montenegro, M.H.F. Conservação de água no uso doméstico: esforço brasileiro. Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Agua de Abastecimento Público, Sao Paulo, 28-30 Oct. 1986. Sao Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. pp. 289-315
14. Grishana, A.; Fleming, W.M. Long-term options for municipal water conservation. Journal AWWA, 81(3): 34-42. March 1989
15. Vickers, A. New Massachusetts toilet standard sets water conservation precedent. Journal AWWA, 81(3): 48-51. March 1989
16. Gardia, N.G. O comportamento de conservação da água: subsídios teóricos para campanhas educativas de redução de consumo. Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Agua de Abastecimento Público, Sao Paulo, 28-30 Oct. 1986. Sao Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. pp. 177-195

## **2 Mecanismos de Financiación del Plan de Ajuste del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico en Colombia**

BANCO CENTRAL HIPOTECARIO  
SUBGERENCIA DE DESARROLLO REGIONAL Y URBANO

MECANISMOS DE FINANCIACION DEL PLAN DE AJUSTE DEL SECTOR DE AGUA  
POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO EN COLOMBIA

SEMINARIO INTERNACIONAL DE REDUCCION Y CONTROL  
DE PERDIDAS DE AGUA

ACODAL - SECCIONAL VALLE DEL CAUCA

CALI, COLOMBIA AGOSTO DE 1989.

MECANISMOS DE FINANCIACION DEL PLAN DE AJUSTE DEL SECTOR DE AGUA  
POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO EN COLOMBIA

INTRODUCCION

El Gobierno Nacional ha establecido el programa de ajuste del sector de agua potable y saneamiento básico (PAS), enmarcado dentro del plan de economía social para la lucha por la erradicación de la pobreza absoluta.

Con el fin de apoyar el PAS, el Gobierno negoció con el Banco Mundial un préstamo de US\$150.0 millones, para cofinanciar un plan de inversiones denominado "proyecto sectorial de agua potable y alcantarillado" cuyo valor total, en la primera etapa, es de US\$450.0 millones.

El Banco Central Hipotecario (BCH), a través del Fondo Financiero de Desarrollo Urbano, ha sido designado como entidad prestataria y ejecutora del mencionado proyecto sectorial.

Este programa de inversiones pretende mejorar las actuales coberturas de acueducto y alcantarillado en el país, adelantando simultáneamente el desarrollo integral del sector, fortaleciendo las entidades territoriales y nacionales vinculadas a este y propendiendo por adelantar en forma eficiente adecuados proyectos de inversión.

Con el propósito de ejecutar el componente de inversión en los proyectos de las entidades territoriales encargadas de la administración de los servicios de acueducto y alcantarillado, el BCH ha diseñado la línea de crédito BCH/FFDU/BM, cuya reglamentación se rige por la política sectorial del Gobierno, por los contratos de préstamo suscritos con el Banco Mundial y por diversos procedimientos operativos del BCH.

Atendiendo la amable invitación formulada por los organizadores del Seminario Internacional de Reducción y Control de Perdidas de Agua, el BCH/FFDU, se permite presentar la reglamentación que rige la línea de crédito diseñada con el propósito de ejecutar el componente de inversión en los proyectos de las entidades territoriales encargadas de la administración de los servicios de acueducto y alcantarillado dentro del programa PAS.

Retiro # 15

## I. POLITICA GENERAL DE CREDITO

### 1.1. MARCO INSTITUCIONAL

Debido a que uno de los aspectos fundamentales del PAS es la reestructuración institucional del sector, el Gobierno Nacional ha establecido unos lineamientos básicos para lo que deben ser las entidades encargadas de prestar los servicios de Acueducto y Alcantarillado, tanto en áreas urbanas, como en áreas rurales y urbano menores así:

#### Áreas Urbanas:

El Gobierno ha adoptado el esquema de entidades públicas autónomas como el instrumento más apropiado para proveer los servicios de acueducto y alcantarillado en áreas urbanas.

Por esta razón, uno de los objetivos más importantes del PAS es promover el establecimiento de entidades de acueducto y alcantarillado del orden Municipal, Departamental, Intendencial, Comisarial o Regional, que sean operativamente eficientes y financieramente viables.

#### Áreas Rurales y Urbano Menores:

La ejecución del proyecto y la atención del servicio de acueducto y alcantarillado en poblaciones de menos de 12.000 habitantes y en las áreas rurales, podrá llevarse a cabo según procedimientos y criterios establecidos en el programa Nacional de saneamiento básico rural, (PNSBR).

Para estos casos, la administración de los sistemas se hará mediante juntas de usuarios, elegidos en Asamblea General.

### 1.2. ENTIDADES ELEGIBLES

Se han definido dos tipos de entidades que pueden acceder al crédito PAS. Estas son:

Entidad Administradora: Entidad de carácter regional, departamental o municipal que presta los servicios de acueducto y alcantarillado; puede ser una empresa pública descentralizada o un municipio que administre directamente los servicios.

RES: 120 # 16

Entidad patrocinadora: Entidad que apoya financieramente los proyectos de las entidades administradoras, bien sea con sus propios recursos, con recursos provenientes de préstamos del FFDU o con ambos, para cubrir en forma parcial o total, el costo de un proyecto. Estas Entidades pueden ser los municipios, departamentos, entidades de desarrollo municipal o departamental, etc.

Las entidades territoriales que soliciten crédito al BCH/FFDU son elegibles para recibir los recursos de la línea BCH/FFDU/BM, si cumplen con las siguientes condiciones:

Entidades administradoras

- Contar con independencia financiera y autonomía administrativa.
- Demostrar que poseen o que pueden adquirir en corto plazo, bien sea directamente o mediante el apoyo permanente de entidades de asistencia técnica, la suficiente capacidad técnica y viabilidad financiera para administrar adecuadamente el proyecto y el servicio para el cual se solicita financiación.

Entidades patrocinadoras

- Demostrar voluntad política para asumir la financiación del programa de inversión.
- Demostrar solvencia financiera para otorgar y responder por su aporte en los montos y la oportunidad previstos.
- Demostrar capacidad para cumplir con las obligaciones del servicio de la deuda.

**1.3. POLITICA FINANCIERA Y TARIFARIA**

**1.3.1. Recuperación de costos**

El PAS busca primordialmente la autosuficiencia del sector a largo plazo, lo cual implica que las entidades encargadas de los servicios, mediante generación interna de recursos, estén en capacidad de operarlos y mantenerlos, cubriendo además el porcentaje de recuperación de la inversión que para el caso se haya establecido.

No obstante lo anterior, reconociendo la debilidad financiera, administrativa y operativa actual de varias empresas, a modo de impulso inicial se podrán complementar estos recursos generados

internamente con transferencias de otras Entidades hasta un determinado porcentaje, cuyo valor depende de la fortaleza institucional de la empresa, el tipo de proyecto y el tamaño de la población, entre otros.

### **1.3.2. Aspectos tarifarios**

Las tarifas establecidas deben ser suficientes al menos para operar y mantener el servicio.

Para este propósito, en la preparación de los proyectos debe incluirse cuando se requieran, un estimativo de los ajustes tarifarios, y el concepto por parte de la Junta Nacional de tarifas (J.N.T.) como condición previa para la aprobación de un crédito. Si dichos ajustes no son necesarios, debe demostrarse que se están aplicando las tarifas autorizadas por dicha Junta.

Así mismo, la aprobación requiere un compromiso de parte de la entidad administradora sobre la implantación oportuna de dichas tarifas.

### **1.3.3. Autocosteabilidad en empresas que prestan varios servicios**

Para evitar la práctica de que los ingresos generados por los servicios de acueducto y alcantarillado subsidien servicios diferentes atendidos por una misma entidad, las entidades administradoras propenderán porque cada uno de estos servicios sea autocosteable, esto es, que cubra al menos sus costos operacionales. Así mismo, es condición indispensable para la aprobación de un crédito, establecer contabilidad separada por cada servicio.

## **1.4. CONTRIBUCION FINANCIERA DE LAS ENTIDADES ADMINISTRADORAS**

Como se ha mencionado, la política financiera busca limitar las transferencias en la financiación de los proyectos, propendiendo porque dicha financiación provenga de generación interna de recursos.

Sin embargo, teniendo en cuenta la gran diversidad en el nivel de desarrollo y de capacidad financiera de las entidades administradoras en el país, para efectos del nivel admisible de transferencias de otras entidades, se han clasificado las entidades en cuatro diferentes clases así:

Pte. 4/12/01, 17

Entidades tipo A:

Entidades administradoras existentes que están prestando un adecuado nivel de servicios a los usuarios y que no requieren de un programa de desarrollo institucional para adelantar con éxito un proyecto propuesto.

Estas Entidades, dependiendo de la ciudad donde se encuentren deben cumplir con los siguientes lineamientos sobre generación interna de recursos:

Numero de habitantes	Total	En efectivo
Mas de 1.000.000	) 75	) 20
300.000 - 1.000.000	) 50	) 15
80.000 - 300.000	) 40	) 10
30.000 - 80.000	) 30	) 5
Entidades regionales	) 20	) 5

La aplicación de esta tabla se ilustra con el siguiente ejemplo:

En una población con 50.000 habitantes la Entidad debe asumir mínimo el 30% de la Inversión y por lo menos el 5% deberá ser dinero en efectivo. El 25% restante podrá ser crédito del BCH/FFDU.

El 70% restante de la inversión podrá ser recibido como transferencia. (endeudamiento del Municipio o Departamento con el FFDU, o aporte en efectivo por ejemplo).

Entidades tipo B (de rehabilitación):

Entidades administradoras existentes con evidente necesidad de mejoramiento institucional de diverso orden. El objetivo principal de la inversión en estas entidades es volverlas tipo A.

Estas entidades pueden recibir hasta un 90% de transferencias y deben asumir por lo menos el 10% de la inversión así: por lo menos 5% en efectivo (contrapartida) y el 5% restante puede ser crédito del FFDU.

Entidades tipo C (de transición):

Entidades administradoras o de apoyo técnico que se encuentren en transformación o en etapa de creación. El principal objetivo de los programas de crédito para estas entidades será la puesta en marcha de la nueva entidad en condiciones que permitan la prestación adecuada del servicio.

Estas entidades pueden recibir hasta un 95% de transferencias y deben asumir por lo menos el 5% de la inversión en dinero en efectivo.

Entidades tipo D (población urbana menor y Área rural):

Entidades ejecutoras y de apoyo para sistemas de tipo rural y urbano menor (hasta 12.000 habitantes en la cabecera), cuya administración siga los lineamientos del PNSBR.

Estas entidades pueden recibir hasta un 85% de transferencias y deben asumir por lo menos el 15% de la inversión, lo cual incluye en este caso mano de obra de la comunidad y materiales locales.

**II. OFERTAS DE CREDITO Y COMPONENTES FINANCIABLES**

**2.1. OFERTAS DE CREDITO**

El BCH ha definido cinco (5) tipos de ofertas de crédito, de acuerdo con las necesidades específicas de las entidades de proyecto, aplicables tanto para proyectos en las áreas urbanas mayores como para pequeños municipios y áreas rurales.

La idea de establecer ofertas de crédito proviene de reconocer que existen clientes de diversas características, con diferentes niveles de desarrollo y cuyas necesidades de inversión pueden variar desde preinversión, hasta complejos proyectos que requieren factibilidad y ajuste institucional.

Los tipos de financiamiento previstos son:

**Preinversión:**

Proyectos cuyo propósito es adelantar estudios preliminares a la inversión propiamente dicha.

**Ajuste institucional**

Proyectos que implican la creación o transformación de las entidades administradoras del servicio.

### Desarrollo Institucional

Inversiones orientadas principalmente a los estudios e implantación de programas de fortalecimiento institucional de la entidad administradora, con especial prioridad hacia el mejoramiento de las áreas comercial y operacional del administrador. Las inversiones en obras y/o suministros se dirigen a la optimización y/o rehabilitación del sistema actual y/o a la construcción de nuevas obras que complementan el fortalecimiento institucional de la empresa.

### Obras civiles y suministros

Proyectos especialmente constituidos (más del 70%) por inversiones en obras y/o suministros para el sistema. Incluyen inversiones para fortalecimiento institucional, salvo que la empresa demuestre en forma inequívoca que no las requiere, debido a su alto grado de desarrollo.

Estos proyectos pueden ser de tres clases:

- Proyectos con factibilidad: Proyectos cuya definición exige estudios de factibilidad.
- Proyectos simplificados: Proyectos que no requieren factibilidad y prevén obras de rehabilitación en el sistema, o la construcción de nuevos módulos para ampliar capacidad y resolver cuellos de botella.
- Proyectos de emergencia: Proyectos que requieren financiación urgente destinada a reparación de obras o sustitución de elementos o componentes de un sistema, con el fin de restablecer el servicio del mismo.

## 2.2. COMPONENTES FINANCIABLES

Los componentes financiables en las diversas ofertas de crédito son:

### Estudios de preinversión

Estudios requeridos para la preparación de proyectos y su presentación al BCH/FFDU. Por ejemplo:

- Diagnóstico y programa de desarrollo institucional.
- Estudios de viabilidad financiera.
- Estudios de prefactibilidad o factibilidad técnica.
- Diseños, etc.

Partido J10

Para los estudios de preinversión existe coordinación con la línea de crédito que en esta área ofrece FONADE.

#### **Estudios complementarios**

Estudios considerados como componentes de un proyecto y que se consideran necesarios para ejecutar las inversiones o implantarlas. Por ejemplo:

- Diseños faltantes.
- Implantación de planes de desarrollo institucional, etc.
- Estudios de análisis tarifario y estratificación económica.

Los estudios, tanto de preinversión como complementarios, son componentes financiables de todas las ofertas de crédito previstas para el PAS.

#### **Construcción de obras civiles, suministros y equipo**

##### **Se financian:**

- Todos los componentes de los sistemas de acueducto y alcantarillado, desde las mejoras y adecuaciones a las microcuencas hasta el tratamiento de las aguas negras cuando este se justifique. Por ejemplo:
  - Reforestación de cuencas abastecedoras de agua para consumo.
  - Ordenamiento y manejo de las mismas.
  - Estudios de impacto ambiental.
  - Compra de terrenos para protección de cuencas y ubicación de sistemas de tratamiento de residuos sólidos y líquidos.
  - Inversiones en tratamiento de aguas negras.
  - Programas de fortalecimiento institucional en entidades regionales y locales responsables de la administración del medio ambiente.
  - Construcción nueva del sistema de acueducto y/o alcantarillado.
  - Cambio o adición de nuevas fuentes para acueductos y sus obras requeridas.
  - Construcción de nuevas conducciones o impulsiones de acueducto.
  - Módulos en desarenadores, plantas, tanques y mallas principales de redes, etc.
  - Equipos y dotación requerida para que el proyecto pueda ser puesto en marcha y opere adecuadamente.
  - Servicios de ingeniería requeridos para la ejecución (inventoría, unidades ejecutoras, asesoría) y puesta en marcha del proyecto, siempre que estos sean prestados en forma externa a la empresa.

REF: 100-110

## Ajuste y Desarrollo Institucional

### Se financia:

- Compra por una sola vez de derechos sociales requeridos para la creación de nuevas empresas.
- Suministros y equipos (computador, pitometría, vehículos, etc) necesarios y justificados dentro de los programas de desarrollo institucional propuestos.
- Capacitación de acuerdo con los lineamientos del programa nacional de capacitación para el sector, establecido por CENAGUA

NOTA. La financiación de este componente se presenta con mayor detalle en la conferencia sobre Enfoque y mecanismos de Financiación del Proyecto de Desarrollo Institucional, presentada por el BCH/FFDU e incluida en las memorias de este Seminario.

## 2.3. ELEGIBILIDAD DE LOS PROYECTOS

### 2.3.1. Requisitos de elegibilidad

Para que un plan de inversiones sea elegible para recibir recursos de la línea de crédito BCH/FFDU/BM, debe demostrar que:

- está técnica y económicamente justificado,
- es institucionalmente factible,
- financieramente viable y,
- socialmente aceptado.

En la solicitud de financiación debe demostrarse que se cumple con los siguientes requisitos de elegibilidad:

#### Justificación técnica

Se considera técnicamente justificado cuando incluya:

- Justificación de la necesidad evidente en el corto plazo. La expansión de los sistemas debe estar enmarcada en un planteamiento de largo plazo.
- Consideración inicial de rehabilitación del sistema existente.

## **BANCO BCH CENTRAL HIPOTECARIO**

- Diseño basado en proyecciones de demanda y parámetros realistas.
- Solución de costo mínimo para llenar los objetivos del proyecto.
- Consideración del impacto ambiental del proyecto. Si dicho impacto no es aceptable, deben proponerse con el proyecto medidas correctivas que correspondan.

### Viabilidad financiera

Se considera financieramente viable cuando incluya:

- Plan de financiamiento del proyecto que demuestre que las diversas fuentes de financiamiento están aseguradas en cuanto a montos y oportunidad.
- Solvencia financiera de las entidades patrocinadoras para asumir sus compromisos financieros.
- Proyecciones financieras que demuestren cumplimiento de los criterios de viabilidad financiera de la entidad administradora, incluyendo la contribución a la inversión y la recuperación de costos. Así mismo las proyecciones financieras deben tener en cuenta las medidas previstas en el plan de desarrollo institucional.
- Revisión de tarifas por la JNT, cuando el ajuste sea necesario, previa a la aprobación del crédito por el FFDU.
- En caso de empresas que presten varios servicios, un plan de acción para lograr autosuficiencia financiera en los diversos servicios diferentes a acueducto y alcantarillado.

### Factibilidad institucional

La demostración de la factibilidad institucional incluye:

- Capacidad actual de la entidad administradora o un plan de Desarrollo Institucional que demuestre que la compañía será capaz de prestar un servicio adecuado con el proyecto propuesto.

### Factibilidad económica

La factibilidad económica incluye:

- Soluciones claramente identificadas, acordes con las prioridades de atención descritas en el reglamento de crédito y dimensionadas mediante análisis de costo mínimo, cuando el tamaño de la obra lo amerite.

### 2.3.2. Prioridad en la ejecución de un proyecto de acueducto y alcantarillado.

El orden de prioridad de atención a los componentes de inversión en obras del programa PAS, será aquel que otorgue los mayores beneficios con los costos mas bajos. Para lograr este propósito, los proyectos deben tener en cuenta el siguiente orden de prioridades.

- a) Cuando un proyecto requiera un proceso de fortalecimiento institucional en la entidad administradora, este componente tendrá la primera prioridad.
- b) Rehabilitación del sistema existente.
- c) Atención a componentes que no satisfacen la demanda actual o aquellos próximos a cumplir su periodo de diseño.
- d) Expansión de las redes de distribución para acueducto y alcantarillado.
- e) Expansión en la capacidad instalada para provisión de agua potable en el resto de componentes.
- f) Tratamiento de aguas residuales.

### 2.4. CONDICIONES FINANCIERAS DEL CREDITO

Las tasas de interés, comisiones, plazos, sistemas de amortización, márgenes de descuento y cualquier otro cargo o condición financiera de los créditos PAS, serán los que rijan en el momento de los desembolsos, condiciones que son fijadas por la Junta Monetaria.

Las garantías de los créditos deberán ser satisfactorias a los intermediarios financieros y esencialmente reales. La relación empréstito/garantía será aquella que haya adoptado el intermediario financiero como norma operacional para sus créditos.

## BANCO BCH CENTRAL HIPOTECARIO

Las condiciones financieras generales son las siguientes:

PLAZO MAXIMO	Hasta doce (12) años.
PERIODO DE GRACIA	Hasta tres (3) años.
AMORTIZACION	Gradual en cuotas trimestrales vencidas.
PAGO DE INTERESES	Por trimestres vencidos.

Tanto el plazo máximo como el periodo de gracia los determina el BCH de acuerdo con la evaluación que realice sobre el proyecto.

### Comisiones sobre los créditos

- Comisión de inspección y vigilancia.

Corresponde al 1% del valor total del crédito descontable en el primer desembolso, con destino al Banco Central Hipotecario.

- Comisión de compromiso

Corresponde al 0.5% anual liquidado proporcionalmente sobre el valor del saldo no desembolsado de la porción descontada del crédito, con destino al Banco Central Hipotecario. Esta comisión se cobra a partir del séptimo mes de haberse aprobado el crédito.

### TASAS DE INTERES DE LOS CREDITOS DE LA LINEA BCH/FFDU/BM

	Tasa Máxima	Tasa Ordinaria	Margen Descuento	Tasa Recursos Intermediario
Ciudades mayores	DTF+5	DTF+3	75%	DTF+5 (Max) DTF+4 (Ord)
Ciudades Intermedias	DTF+3	DTF+1	80%	DTF+4
Ciudades Menores	DTF+2	DTF-1	85%	DTF+4

DTF: Tasa de costo promedio de captación de Certificados de Depósito a Término que semanalmente señala el Banco de la República.

### III. EL PROCESO DEL CREDITO

#### 3.1. PROPOSITO DEL FINANCIAMIENTO

El BCH/FFDU busca a través del financiamiento, fortalecer a las entidades territoriales con el fin de que logren capacidad financiera, técnica y operativa suficientes para preparar, ejecutar y administrar proyectos de inversión, lo cual es enteramente de responsabilidad de la localidad.

El BCH/FFDU debe entenderse como un instrumento de apoyo financiero al desarrollo de las entidades para que estas adelanten los planes de inversión que han considerado localmente como lo prioritario.

#### 3.2. PAPEL DEL BCH/FFDU

En términos generales, la filosofía del manejo del ciclo del proyecto por el FFDU consiste en apoyar y facilitar a las entidades la presentación de sus solicitudes de crédito mediante la utilización de guías e instructivos y la realización de visitas de asesoría para posteriormente evaluar, aprobar, tramitar y hacer el seguimiento de los proyectos.

Las entidades por su parte, deben demostrar al FFDU el cumplimiento de las políticas, reglamentos e instructivos y la correcta operación de la línea de crédito.

Las actividades de apoyo del BCH se concretan en varios aspectos:

- Suministro en forma clara de las reglas generales del juego, a través de documentos de política y la reglamentación de las diversas líneas de crédito.
- Disponibilidad para el cliente de herramientas de trabajo, guías, orientaciones técnicas, instructivos, etc. que las entidades pueden utilizar para adelantar sus procesos de inversión y desarrollo.
- Asistencia técnica durante el trámite de los créditos; enfocada hacia el montaje de los procesos de desarrollo del cliente y del proyecto y dirigida hacia las entidades con relativa poca capacidad de gestión.

RETIRO 121

Para desarrollar este último aspecto, el FFDU adelanta actividades de coordinación, ubicando los apoyos y la movilización de los recursos municipales, regionales, departamentales y/o nacionales que puedan contribuir en los procesos de inversión y desarrollo de sus clientes.

### **3.3. ASPECTOS GENERALES DEL FINANCIAMIENTO**

El proceso de financiamiento es administrado por el BCH a nivel regional a través de las diversas sucursales, mediante la aprobación de los créditos directamente en las regiones.

Dicho proceso recibe apoyo de las unidades regionales de crédito que tienen a su cargo la identificación, asistencia y evaluación de las solicitudes y la supervisión de la ejecución de los créditos. Igualmente el FFDU en la dirección general cuenta con un grupo multidisciplinario de profesionales de planta que prestan asistencia técnica durante todo el proceso de financiamiento.

### **3.4. ETAPAS DEL PROCESO DE FINANCIAMIENTO**

El proceso para desarrollar un proyecto se inicia con la intención demostrada por la entidad sobre una solicitud de crédito y continúa con las etapas sucesivas de preparación, evaluación, acuerdos y aprobación de la solicitud, supervisión, desembolsos, seguimiento y evaluación final.

El procedimiento para obtener y utilizar un crédito de la línea FFDU se detalla a continuación, destacando las distintas etapas y los trámites generales que deben adelantar tanto el solicitante como el BCH y el intermediario financiero. En el cuadro No. 1 se presenta un diagrama que resume este procedimiento.

#### **3.4.1. La Solicitud de Crédito**

Una entidad que busque la financiación de la línea FFDU para ejecutar un proyecto, debe en general adelantar las siguientes cinco actividades básicas relacionadas con la solicitud de financiación del mismo:

1. Asegurarse de que su proyecto es elegible en principio para obtener dicha financiación.
2. Conseguir la participación del intermediario financiero para el crédito que solicita.

3. Obtener las autorizaciones de endeudamiento y demás requisitos legales que corresponda.
4. Sustentar ante el BCH la viabilidad o conveniencia del proyecto, presentando para tal efecto una solicitud de crédito en los términos determinados por el BCH.
5. Responder las inquietudes resultantes de la evaluación del proyecto y acordar con el BCH las soluciones que se requieran.

Para cada proyecto, dadas sus características particulares (estado de avance, complejidad, etc) pueden encontrarse diferencias en los trámites. En general, para todo proyecto se deberán llevar a cabo las siguientes actividades:

#### 3.4.2 Identificación del proyecto y concepto del BCH sobre su elegibilidad

La primera instancia del solicitante de crédito del FFDU es presentar a la Sucursal del BCH en la región, el proyecto para el cual aspira obtener la financiación. Para esta presentación, se ha diseñado un modelo de carta de intención que puede ser solicitado en la misma sucursal.

Como respuesta, el BCH determina la elegibilidad del proyecto y si es necesario, se realiza una etapa de identificación y de asistencia en donde se examina conjuntamente con el solicitante la viabilidad del proyecto, su prioridad, el soporte financiero global, entre otros aspectos. En esta etapa se solicitan los documentos mínimos necesarios para realizar la evaluación preliminar.

Esta evaluación tendrá en cuenta aspectos institucionales, administrativos, técnicos, financieros y económicos, tanto del proyecto como del solicitante, siendo analizada por medio de la Unidad Regional de Crédito, y se determina conjuntamente el programa de trabajo y el plan de acción para la preparación y presentación de la solicitud.

#### 3.4.3. Preparación del proyecto y presentación de la solicitud de crédito

En esta etapa corresponde al prestatario preparar la solicitud de crédito del FFDU, la cual puede elaborarse según las guías para presentación de los proyectos que ha elaborado el BCH. A petición del solicitante, el BCH podrá asistir a la preparación del

proyecto y/o de la solicitud de crédito preferiblemente en coordinación con organismos de la región. Una vez elaborada ésta, se debe enviar a la sucursal del BCH y al intermediario financiero que participará en la operación.

#### **3.4.4 Estudio de la solicitud de crédito y evaluación del proyecto**

Recibida la solicitud con toda la documentación requerida, se evalúa integralmente y es examinada internamente por el grupo técnico de la Unidad Regional de Crédito que hace el análisis de sus resultados.

Estos resultados así como los términos y condiciones propuestos para el crédito son objeto de discusión y acuerdo entre el BCH y el solicitante, con el fin de definir conjuntamente la manera más adecuada de llevar a cabo los ajustes que se requieran para garantizar un mejor proyecto.

Cumpliendo este trámite, la solicitud es considerada en el Comité de Crédito de la sucursal, en donde se decide sobre su aprobación y una vez recibido el concepto favorable del Comité Asesor regional del FFDU, donde participan representantes de las administraciones departamentales y municipales así como de los principales gremios de la región.

En los casos en que el monto del crédito solicitado supere la autonomía de las sucursales, la solicitud se presenta en Bogotá a la consideración del Comité Asesor del FFDU, presidido por el Gerente General del Banco Central Hipotecario, el cual está compuesto por delegados del Ministerio de Hacienda, del Ministerio de desarrollo y del Departamento Nacional de Planeación, con la coordinación de la Subgerencia de Desarrollo Regional y Urbano. El Comité prepara sus recomendaciones sobre la conveniencia del proyecto a la Junta Directiva del BCH, a la que corresponde aprobar en estos casos la solicitud de crédito.

En todos los casos, la sucursal del BCH donde se radica inicialmente la operación comunicará al prestatario y al intermediario financiero la decisión sobre la aprobación.

#### **3.4.5. Ejecución del Proyecto y Supervisión por el BCH**

Para iniciar la ejecución del crédito y antes de firmar el contrato de empréstito con el intermediario financiero, el prestatario deberá suscribir con el BCH, un convenio de compromiso en el cual se obliga a cumplir con las condiciones incluidas en su aprobación.

Cumplidos los trámites para obtener la autorización definitiva de endeudamiento interno, de acuerdo con las normas que sean aplicables según corresponda, el intermediario financiero y la entidad prestataria tiene el plazo estipulado en la carta de aprobación para constituir las garantías correspondientes, firmar los contratos y solicitar el primer desembolso.

El BCH realiza la supervisión del proyecto que puede incluir la asistencia en algunos de los aspectos relacionados con la ejecución de las obras, así como el seguimiento y control del cumplimiento de las condiciones establecidas en la aprobación del crédito. Esta supervisión incluye visitas tanto a las obras como a las unidades ejecutoras de los proyectos, además del análisis de los informes de avance y las solicitudes de desembolso que deben enviar los prestatarios.

En los proyectos que se financian con recursos de crédito externos, se deben utilizar mecanismos de adquisición especial sobre los cuales el BCH asesora a los prestatarios para su adecuado cumplimiento.

El desembolso de los créditos se hace en forma periódica y se ajusta al desarrollo de las obras, atendiendo las solicitudes que el prestatario presente a través del intermediario financiero, en donde se muestre el avance de las inversiones, el aporte de las contrapartidas y las necesidades financieras inmediatas del proyecto. El último desembolso normalmente se condiciona a que sea evidente la terminación de las mismas y la inversión total de las contrapartidas correspondientes.

Una vez terminado el proyecto, el BCH puede elegirlo para una evaluación final de su desarrollo y de su impacto económico y social. En estos casos, le serán comunicados con anticipación a la entidad correspondiente, la fecha y las instrucciones para la realización de dicha evaluación.

El cuadro 2 muestra la cronología típica del ciclo del proyecto.

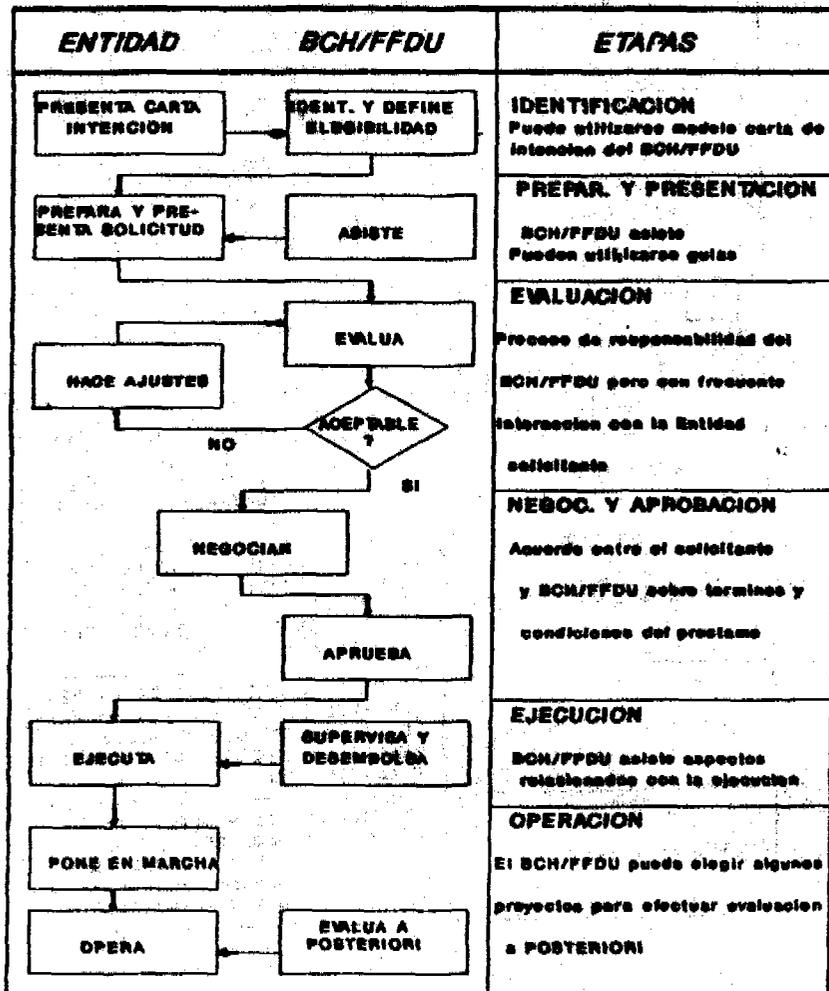
Con éste resumen general de los mecanismos de financiación, se indicó el marco general de la política de crédito, cuya reglamentación como se anotó se rige por la política sectorial del Gobierno, por los contratos de préstamo suscritos con el Banco Mundial y por los diversos procedimientos operativos propios del Banco, y que en forma amplia se ha recogido en los Manuales de Crédito y de Operación Interna elaborados por el BCH y disponibles en las Unidades Regionales de Crédito.

**CUADRO No. 1**

**ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO Y RESPONSABILIDADES**

ETAPA	RESPONSABILIDAD
IDENTIFICACION	EL BCH A TRAVES DE LA UNIDAD REGIONAL DE CREDITO APOYA A LA ENTIDAD EN LA IDENTIFICACION DE SUS NECESIDADES DE INVERSION Y DESARROLLO
PREPARACION	LA ENTIDAD PRESTATARIA ES RESPONSABLE DE LA PREPARACION DEL PROYECTO EL BCH BRINDA ASISTENCIA TECNICA
PRESENTACION	ES RESPONSABILIDAD DIRECTA DE LA ENTIDAD QUE SOLICITA EL CREDITO EL BCH PUEDE BRINDAR LA ASISTENCIA REQUERIDA
EVALUACION	ESTA ETAPA ES RESPONSABILIDAD DEL BCH, QUIEN LA DESARROLLA EN CONTACTO PERMANENTE CON LA ENTIDAD SOLICITANTE DEL CREDITO
ACUERDOS Y APROBACION	EL BCH, CONJUNTAMENTE CON LA ENTIDAD, ANALISA LAS CONCLUSIONES DE LA EVALUACION, ESTABLECIENDO LOS AJUSTES NECESARIOS PARA SU APROBACION
EJECUCION DE OBRAS	LA ENTIDAD EJECUTORA ES LA RESPONSABLE POR ESTA ETAPA, DURANTE LA CUAL EL BCH PRESTA ASISTENCIA EN ASPECTOS DE EJECUCION E INVERSIONES
OPERACION Y MANTENIMIENTO	LA ENTIDAD DEL PROYECTO ES LA RESPONSABLE POR ESTA ETAPA EL BCH PUEDE VERIFICAR EN QUE MEDIDA SE CUMPLEN LAS CONDICIONES INICIALMENTE PLANTEADAS

**SUBGERENCIA DESARROLLO REGIONAL Y URBANO**  
**CRONOLOGIA TIPICA DEL CICLO DEL PROYECTO**



### **3 Programas de la Dirección de Agua Potable y Saneamiento del Ministerio de Obras Públicas y Transporte**

M.O.P.T.  
DIRECCION DE AGUA POTABLE Y  
SANEAMIENTO BASICO

PRESENTACION AL SEMINARIO DE "ACODAL"

A) ANTECEDENTES Y MARCO JURIDICO

- En el año de 1.986 se expidió la Ley 12, la cual tiene al fortalecimiento de las unidades territoriales, mediante el traspaso progresivo del IVA hacia el municipio colombiano.
- En ejercicio de las facultades que confiere el artículo 13 de la Ley 12 de 1.986 y de las atribuciones previstas en el ordinal 3 del artículo 120 de la Constitución, fué promulgado por el Gobierno Nacional el Decreto No. 077 de 1.987, por el cual se expide el estatuto de descentralización en beneficio de los municipios.
- Con la expedición de este norma se ha dispuesto el traslado progresivo y armónico de funciones a los municipios y a entidades territoriales, buscando obtener una mayor eficiencia en la prestación de los servicios públicos, haciendo al ciudadano más responsable del gobierno de su propia localidad.
- El Decreto 077 de 1.987 responsabiliza al municipio de la prestación de los servicios de Agua Potable y Saneamiento Básico, ordenando a su vez la liquidación del INSFOPAL y el traslado de la DIVISION DE SANEAMIENTO BASICO RURAL del INS a la DIRECCION DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO DEL MOPT.

B) APLICACION DE LAS NORMAS

En cumplimiento de lo ordenado por las normas citadas, a saber: Ley 12 y Decreto 077/87, se han adelantado las siguientes acciones institucionales, en su orden:

B.1) INS FOPAL

El Instituto Nacional de Fomento Municipal posee derechos sociales en 40 organismos ejecutores: 25 del orden regional y 15 del orden municipal.

A la fecha las acciones del INS FOPAL, en las 40 empresas mencionadas, han sido negociadas en su totalidad y la situación de las empresas es como sigue:

B.1.1.) Empresas Regionales

- 11 Empresas continúan como Regionales con modificación de sus estatutos
- 14 Empresas se encuentran en proceso de liquidación

B.1.2.) Empresas Municipales

- 12 Empresas continúan como Municipales con modificación de sus estatutos
- 3 Empresas se encuentran en proceso de liquidación

B.1.3.) Oficina Central

La Oficina Central del Instituto Nacional de Fomento Municipal negoció la totalidad de los derechos sociales que poseía en los organismos regionales y municipales, encontrándose actualmente asesorando a las Empresas en el proceso de liquidación.

B.2) INSTITUTO NACIONAL DE SALUD (DSBR)

B.2.1.) Oficina Seccionales

Por decisión de los Gobernadores las 24 Seccionales encargadas de la ejecución del Programa de Saneamiento Básico Rural se departamentalizaron así:

- 9 Seccionales se incorporaron a los Servicios Seccionales de Salud
- 3 Seccionales se incorporaron a las Empresas Sanitarias Departamentales
- 5 Seccionales se integraron a Institutos descentralizados del orden departamental existentes o que fueron creados
- 7 Seccionales se incorporaron a unidades especiales adscritas a las Secretarías de Obras Públicas, de Fomento o de Planeación Departamental.

B.2.2.) Oficina Central

La División de Saneamiento Básico Rural del Instituto Nacional de Salud fué absorbida por la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico Rural y Urbano Menor del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

C) ESTRUCTURA ORGANIZA DE LA DIRECCION

Por Decreto 077/87 se definió la estructura de la Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico del MOPT, la cual consta de las siguientes Divisiones:

- Normas y Cooperación Técnica
- Saneamiento Básico Rural y Urbano Menor
- Planeación e Informática
- Proyectos Especiales e Investigación

La Planta de Personal para el funcionamiento de las Divisiones anotadas, fué establecida mediante el Decreto No. 2706 de diciembre 29/88.

La Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico se constituyó en el MOPT a partir del 14 de abril de 1.989, e incorporó funcionarios de la División de Saneamiento Básico Rural del INS, del INSFOPAL y del MOPT, a partir del 18 de julio de 1.989, fecha en la cual se iniciaron formalmente las actividades.

#### D) FUNCIONES

Las funciones generales de la Dirección están contenidas en el artículo 8o. del Decreto 077/87 y son las siguientes:

- a) Preparar el inventario físico y el diagnóstico del estado sanitario a nivel nacional sobre abastecimiento de agua potable y saneamiento básico.
- b) Elaborar y proponer planes y programas generales en materia de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico.
- c) Desarrollar programas de investigación destinados a mejorar los diseños, la construcción y la operación de los sistemas a través de los cuales se prestan los servicios de agua potable y saneamiento básico.
- d) Expedir normas técnicas sobre diseño, construcción, operación y mantenimiento de los servicios de agua potable y saneamiento básico.
- e) Asistir a las entidades departamentales, intendentales, consistoriales y municipales en la elaboración de la planeación física, la determinación de los costos de los proyectos y la obtención de los recursos financieros para su ejecución.
- f) Colaborar con la Junta Nacional de Tarifas y el Departamento Nacional de Planeación en el cumplimiento de las funciones que les competen relacionadas con los servicios de agua potable y saneamiento básico.
- g) Promover el programa de saneamiento básico rural y urbano menor, con mecanismos de participación comunitaria y administración directa de los servicios; y
- h) Las que le corresponden en cumplimiento del inciso segundo del artículo 15 del Decreto 077/88 (La División de Saneamiento Básico Rural continuará cumpliendo las funciones que hacía en el Instituto Nacional de Salud).

Las funciones de las cuatro Divisiones se encuentran en un proyecto de decreto próximo a expedirse, y se resumen así:

#### DIVISION DE NORMAS Y COOPERACION TÉCNICA

- Elaborar y mantener actualizadas las normas técnicas sobre diseño, construcción, interventoría, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento básico.
- Prestar asesoría y asistencia técnica a las entidades encargadas de prestar los servicios, en aspectos normativos y reglamentarios. Velar porque los organismos ejecutores cumplan las normas establecidas.
- Promover e impulsar programas de cooperación con entidades públicas y privadas en capacitación de personal y, en operación y mantenimiento.
- Hacer estudios y recomendaciones para establecer criterios en la fijación de tarifas.

#### DIVISION DE SANEAMIENTO BASICO RURAL Y URBANO MENOR

- Promover el Programa de Saneamiento Básico Rural y Urbano Menor, con mecanismos de participación comunitaria y administración directa de los servicios.
- Elaborar planes y programas sobre S. B. R. para poblaciones hasta 12.000 habitantes.
- Promover la constitución de organismos ejecutores de carácter municipal o regional.
- Prestar asistencia técnica para la adecuada ejecución de los programas de SBR y UM.
- Desarrollar metodologías y técnicas de motivación, educación y organización de las comunidades.

#### DIVISION DE PLANEACION E INFORMATICA

- Elaborar, proponer, orientar planes y programas generales de abastecimiento de agua y saneamiento básico así como sus presupuestos de funcionamiento e inversión.
- Procesar el inventario físico y diagnóstico del estado sanitario a nivel nacional.
- Dirigir y evaluar los estudios sobre fuentes de financiamiento para el desarrollo de los planes y proyectos de inversión y fijar los procedimientos para el control de la ejecución y el resultado de los planes y programas del sector.

- Asesorar a las entidades departamentales, Intendenciales, comisariales y municipales en la elaboración de la planeación física, la determinación de costos y la obtención de recursos financieros para su ejecución.
- Organizar y mantener actualizados los registros de información relacionados con el sector.

#### DIVISION DE PROYECTOS ESPECIALES E INVESTIGACION

- Desarrollar programas de investigación destinados a mejorar los diseños, la construcción y la operación de los sistemas.
- Desarrollar, en coordinación con los organismos competentes, programas específicos relacionados con la protección de las cuencas hidrográficas y de aguas del subsuelo y el control de su contaminación.
- Diseñar proyectos encaminados a la disminución de pérdidas de agua, recolección, transporte, evacuación y tratamiento de desechos sólidos.
- Evaluar los proyectos especiales que se elaboren, orientados al control de la contaminación ambiental.
- Desarrollar proyectos de exploración y explotación de las aguas subterráneas para consumo humano.
- Elaborar estudios geomorfológicos, hidroclimáticos e hidráulicos de las cuencas y los ríos para determinar su incidencia en los sistemas de abastecimiento.
- Coordinar, controlar y evaluar la ejecución de los programas en zonas urbanas mayores de 12.000 habitantes.
- Coordinar y supervisar el manejo del laboratorio de aguas y mantener actualizado el inventario de estudios, anteproyectos y memorias técnicas.
- Ejercer interventoría, supervisión y control de los proyectos especiales, financiados por el Gobierno Nacional.

E) ACCIONES PREVISTAS POR LA DIRECCION

A CORTO PLAZO

- Identificar los canales de comunicación o interlocutores entre la Dirección de Agua Potable y los organismos departamentales y municipales.
- Identificar el estado actual del sector a nivel operativo.
- Establecer contactos con organismos nacionales, departamentales y municipales relacionados con el sector.
- Reglamentar los mecanismos de coordinación interna de la Dirección y sus Divisiones.
- Reglamentar los procedimientos de coordinación con los departamentos, los municipios y la nación en general.
- Adelantar acciones para el fortalecimiento institucional de la Dirección de Agua Potable.

A MEDIANO PLAZO

- Identificar las necesidades de los organismos regionales y locales.
- Elaborar planes y programas a corto y mediano plazo.
- Prestar asistencia a los departamentos y municipios.
- Actualizar el Inventario del Estado Sanitario Nacional.
- Revisar y actualizar los manuales de procedimientos e informática.
- Elaborar y desarrollar planes de capacitación interna y externa.
- Ejecutar los programas de fortalecimiento institucional de la Dirección de Agua Potable.

Bogotá, D. E., 28 de Julio de 1.989

# **4 Experiencia en Control y Reducción de Pérdidas en la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias de Santiago de Chile - EMOS**

EXPERIENCIAS EN CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS  
EN LA EMPRESA METROPOLITANA DE OBRAS SANITARIAS DE SANTIAGO DE  
CHILE

MARIA JOSEFINA BOLELLI CAVAGNARO  
RAQUEL ALFARO FERNANDOIS y  
colaboradores <sup>1</sup>

1. INTRODUCCION

En todas las empresas de agua potable del mundo se está tomando conciencia de los volúmenes de agua que se producen y distribuyen y que no se facturan, porque se pierden en filtraciones, rebases, o simplemente no se registran en los medidores de los clientes, en circunstancias que para producirlos y distribuirlos, se ha debido invertir considerables sumas de dinero en infraestructura, y en gastos de operación y mantenimiento.

La diferencia entre los volúmenes de agua producidos y facturados se denomina comúnmente "agua no contabilizada" y comprende: los consumos operacionales, que son los volúmenes utilizados por las propias empresas en su función operativa; las pérdidas de agua propiamente tales, que son aquellos caudales que sin haber cumplido una función útil salen del sistema y no vuelven a ingresar al mismo; y los volúmenes de agua consumidos y no registrados en los medidores de los usuarios por errores en la micromedición o por conexiones clandestinas.

El mismo año de su creación, el año 1979, se inician en EMOS estudios de reducción de pérdidas con un plan de macromedición cuya implementación comenzó a partir de 1981. El año 1982 se efectuó un programa de detección acústica de fugas que incluyó la revisión de 3.000 Km de la red del Gran Santiago y la reparación de las filtraciones detectadas.

El año 1985, la nueva estructura de la empresa que crea la Gerencia de Operaciones, responsabiliza a dos unidades dependientes del Subdepartamento Control Operacional, la Sección Control de Fugas y la Sección Macromedición actualmente refundidas en una sola, el estudio sistemático del control y reducción de pérdidas.

---

1 La Sra. Bolelli, Ingeniero Civil, es Gerente de Operaciones de EMOS. La Sra. Alfaro, Ingeniero Civil, M.Sc., es Jefe del Subdepartamento Control Operacional de EMOS.

La presente exposición tiene por objetivo presentar las experiencias de EMOS y los proyectos en desarrollo o en estudio relacionados con esta importante materia.

En primer lugar se efectúa una descripción general del sistema de agua potable de EMOS.

A continuación se indican las experiencias y proyectos en materia de control y reducción de pérdidas, en el ámbito global de la empresa y en el de cada etapa del recorrido del agua.

Este estudio diferenciado de las pérdidas por etapas adquiere especial importancia si se considera que el costo del agua es variable, dependiendo del valor que le haya sido agregado en cada proceso productivo y de distribución.

Finalmente se entregan resúmenes, comentarios y conclusiones sobre las materias expuestas.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE EMOS

La Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias de Santiago de Chile (EMOS), es una empresa integrada de agua potable y alcantarillado que presta servicio a más de 4 millones de habitantes del Gran Santiago y de 14 localidades periféricas.

EMOS realiza el ciclo completo del agua, esto es, producción, distribución y comercialización, entregando a la población en forma ininterrumpida, un producto de óptimo nivel sanitario y técnico.

EMOS produce actualmente del orden de 1,2 millones de m<sup>3</sup> de agua potable diarios (cuantificados a la salida de los estanques). Se entregan del orden de 1,1 millones de m<sup>3</sup> diarios a 750.000 conexiones domiciliarias, facturándose 0,85 millones de m<sup>3</sup>.

El agua producida y no facturada, equivale a un 30% de la producción aproximadamente, porcentaje que puede ser considerado normal en relación a los estándares internacionales.

La infraestructura productiva de la empresa comprende captaciones superficiales en el río Maipo (capacidad nominal de 15 m<sup>3</sup>/s), en el sistema de la Laguna Negra (capacidad nominal de 4 m<sup>3</sup>/s) y en drenes y quebradas menores (capacidad nominal de 2 m<sup>3</sup>/s). Además, se operan alrededor de 100 pozos de captación subterránea con una capacidad de producción de 4 m<sup>3</sup>/s.

Las aguas del sistema Río Maipo y eventualmente las del sistema Laguna Negra reciben tratamiento completo en el complejo Vizcachas que comprende tres plantas: Vizcachas, Vizcachitas e Ingeniero Antonio Tagle (capacidad nominal total de 16 m<sup>3</sup>/s).

Además, una planta de microfiltros elimina las algas del agua captada en el sistema Laguna Negra (capacidad nominal de 4 m<sup>3</sup>/s).

Toda el agua captada se clora en 4 centros de cloración.

El sistema de conducción comprende unos 130 Km de acueductos. El sistema de distribución, unos 7.300 km. de redes y alimentadoras con un total de 91.000 válvulas aproximadamente (de las cuales 6 son reguladoras de presión y caudal) y 11 mil grifos de incendio.

El sistema de almacenamiento y regulación comprende 80 estanques con un volumen total de almacenamiento de 320.000 m<sup>3</sup>.

Además se operan 11 plantas elevadoras para abastecer los sectores altos de la ciudad.

En el Cuadro N° 1 se resume la infraestructura que posee actualmente la empresa.

### 3. CONSUMOS OPERACIONALES Y PERDIDAS EN EL SISTEMA

Es consumo operacional el agua que utilizan las empresas de agua potable en el proceso productivo y de distribución: agua utilizada en lavado de estanques, filtros, desembanques, desagües, etc.

La importancia del consumo operacional dependerá de su frecuencia. El vaciado y lavado de un estanque por ejemplo, puede significar varios miles de m<sup>3</sup>. Sin embargo, como se realiza una o dos veces al año, su incidencia en el consumo total anual es mínima.

El consumo operacional más relevante en la producción de agua potable, es el lavado de filtros en plantas de tratamiento, por su carácter de consumo permanente. En el caso de EMOS se lavan diariamente unos 17 filtros con un consumo de 1.500 m<sup>3</sup> por lavado. Esto representa un caudal continuo de 0,3 m<sup>3</sup>/seg que equivale a un 2% de la producción neta (a la salida de estanques).

Las pérdidas de agua propiamente tales están representadas por filtraciones de radières, paredes, válvulas, compuertas, etc. por deterioro o falta de mantenimiento. Si la filtración es permanente puede representar una pérdida considerable. Por ejemplo, con un correlador acústico se detectó una filtración de 20 l/seg en una matriz de agua potable. Este caudal equivale al de un pozo de captación subterránea. Si la fuga no hubiese sido detectada, el volumen de la pérdida en un año habría ascendido a 600.000 m<sup>3</sup>, es decir, habría sido equivalente al consumo anual de 1.200 familias de ingreso medio (Ver 10.1).

Las fallas de las instalaciones tales como roturas de tuberías, compuertas, etc. son también factor de pérdida de agua, pero su importancia es mucho menor que la de la filtración permanente, si la falla es reparada a tiempo. En el mismo ejemplo anterior, si la filtración se detecta y repara en 24 horas, el volumen de agua perdida es sólo de 1.700 m<sup>3</sup>, volumen muy inferior al que se pierde en una filtración no detectada.

En resumen la importancia del volumen de pérdida depende de su permanencia en el tiempo.

Las pérdidas y consumos operacionales significan pérdidas de recursos (mayor tamaño de las instalaciones, mayor consumo de productos químicos, etc., etc.) que se traducen en mayores gastos de las empresas y en consecuencia, mayores tarifas.

Además de los consumos operacionales y las pérdidas físicas de agua por filtraciones, rebases, etc., se producen otro tipo de pérdidas que disminuyen el volumen de agua contabilizada.

Su origen es la inexactitud o imprecisión de los medidores (micromedidores) que registran el consumo de los usuarios, y su insensibilidad en el caso de caudales bajos. Estas pérdidas significan menores ingresos para las empresas de agua potable, y en consecuencia, también mayores tarifas.

De este mismo tipo son las pérdidas por consumos o arranques clandestinos.

Retiro 2

#### 4. EXPERIENCIAS Y PROYECTOS EN CONTROL DE PERDIDAS EN EL AMBITO GLOBAL DE LA EMPRESA

##### 4.1. Macromedición

El año 1977 EMOS inició la primera etapa de un plan de macromedición, que tuvo como objetivo la definición de puntos de medición de caudal, en forma instantánea y totalizada, en los sistemas de Producción y Distribución de agua potable. En esta primera etapa se definieron 116 puntos de medición.

Desde el año 1981 a la fecha, EMOS ha instalado 90 macromedidores del tipo presión diferencial, ultrasonido y de hélice. Se han ubicado en las plantas productivas y a la entrada y salida de los estanques.

Además se han instalado 28 sensores de nivel en los estanques principales, (flotadores y de ultrasonido).

En el plano anexo se muestran los actuales puntos de macromedición en el sistema de producción y distribución de Agua Potable de EMOS.

##### 4.2. Telemedición y Telecontrol

El año 1982, EMOS encomendó a una firma francesa el "Plan Maestro de Telemedición y Telecontrol", cuyo objetivo fue definir de manera global una red de transmisión de información (caudales, presiones, niveles de estanque) desde estaciones satélites hasta centros de control.

El anteproyecto señaló la necesidad de efectuar una sectorización de la extensa red de distribución de agua potable de EMOS, para facilitar su operación y control.

Entre los años 1985 y 1987 EMOS materializó la sectorización en 6 sectores de la zona sur, y adquirió e instaló 6 válvulas reguladoras de presión del tipo Monovar. La sectorización e instalación de válvulas reguladoras, ha permitido traspasos de caudal de un sector a otro aprovechando mejor el agua disponible. Además, se regulan las presiones, corrigiendo presiones extremas, mejorando el servicio y evitando roturas de matrices por sobrepresiones.

#### 4.3 Plan de Macromedición, Telemedición y Control

Este plan consistirá básicamente en la definición de políticas operacionales óptimas, y en la actualización y revisión de los programas de macromedición y telemedición existentes a fin de aplicar y controlar estas políticas. Incluirá además, los proyectos de mejoramiento de la infraestructura física para llevar a cabo los programas.

Este plan se encuentra en etapa de invitación a propuestas.

#### 4.4 Herramientas de investigación y estudio

##### 4.4.1 Modelo de Simulación del Sistema de Agua Potable para investigación operacional y planificación de inversiones

Durante el año 1985, EMOS contrató con un consorcio chileno-francés el estudio de un modelo computacional de simulación de sus sistemas de producción y distribución de agua potable.

Este modelo permite simular el funcionamiento de los sistemas bajo distintas alternativas operacionales y frente a distintas hipótesis de demanda (actuales y futuras), a fin de estudiar y definir mejoramientos y ampliaciones de la infraestructura actual y políticas operacionales óptimas.

Dentro de los estudios que se pueden realizar con este modelo, están los de cuantificación de pérdidas en los distintos sectores de distribución, efectuando comparaciones entre los resultados que entregan los cálculos teóricos efectuados por el software y mediciones de terreno.

El proyecto modelo está en etapa de revisión final y podrá comenzar a utilizarse para el propósito indicado dentro de poco.

#### 4.4.2 Sistema de información para la Gerencia de Operaciones (S.G.O.)

El S.G.O. es un sistema computacional con salida gráfica que manejará toda la información que requiere la Gerencia de Operaciones para facilitar la toma de decisiones en materia de operación y mantenimiento de las instalaciones.

En relación con las pérdidas, el sistema SGO contendrá información de caudales de entrada y salida de conducciones, plantas, estanques, etc. Se podrá obtener en forma rápida (dependiendo del número de estaciones de trabajo con que se cuente) el cómputo de caudales producidos o distribuidos y de pérdidas en las distintas etapas, con el grado de precisión con que hayan sido efectuadas las mediciones o estimaciones de caudal.

Por otra parte, el sistema SGO mantendrá información actualizada sobre el estado de conservación de la infraestructura, específicamente sobre el número de fallas en un cierto periodo, facilitando la confección de programas de mantenimiento, reposición y rehabilitación.

Este proyecto está en etapa de prediseño funcional y estudio de factibilidad.

En los párrafos siguientes se indican los estudios y experiencias en materia de control y reducción de pérdidas en las principales etapas del proceso de producción y distribución de agua potable de EMOS. Actualmente se elabora en este tema una Memoria de Titulación de la carrera de Ingeniería Civil. \*

---

\* Roberto Fuenzalida A., "Estudio del Mejoramiento de la Eficiencia Operativa del Sistema de Agua Potable de EMOS en Términos de la Relación Producción-Facturación". Memoria en elaboración.

5. EXPERIENCIAS Y PROYECTOS EN CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS EN CAPTACIONES SUPERFICIALES

5.1 Consumos Operacionales y pérdidas

En las captaciones superficiales los consumos operacionales y las pérdidas de agua cruda son difíciles de separar.

En efecto, para evitar los embanques que se producen en los distintos elementos de la captación (vertederos, canales, desarenadores, cámaras, etc.) se requiere excesos de caudal. En algunos casos, es necesario incluso dejar los desagues abiertos.

Por otra parte, además de exigir importantes volúmenes de agua de lavado, los embancamientos de material sólido, reducen la capacidad de las instalaciones, y la entrada de material grueso a los ductos erosiona los radieres originando filtraciones.

La falta de estanqueidad en válvulas y compuertas es también origen de pérdidas.

Las pérdidas y consumos operacionales en las captaciones superficiales se estiman entre un 10 a un 12 % del agua captada.

5.2 Control y reducción de pérdidas

La medición actual de caudales en el sistema río Maipo-Laguna Negra se efectúa mediante limnímetros (simples regletas graduadas) y limnigrafos (regletas con registrador), ubicados en canales y ductos.

La evaluación de pérdidas se realiza mediante mediciones simultáneas de caudal en distintos puntos y afloras a la entrada y salida de canales, desarenadores, etc..

A fin de reducir filtraciones, se ha efectuado la rehabilitación de algunas captaciones en mal estado. Por ejemplo en la captación Romazas del antiguo acueducto Laguna Negra se construyó un desarenador a fin de impedir el ingreso de material de arrastre al acueducto evitando erosiones de radier y filtraciones.

En la Toma Independiente, principal captación del sistema, se están estudiando, con la ayuda de un modelo físico, las modificaciones necesarias para disminuir sedimentos, reducir embanques y mejorar el funcionamiento de compuertas desripadoras.

10.17.100 \* 33

Normalmente se realizan inspecciones en el acueducto Laguna Negra a fin de determinar zonas críticas de filtraciones y proceder a la reparación.

## 6. EXPERIENCIAS Y PROYECTOS EN CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS EN CAPTACIONES SUBTERRANEAS

### 6.1 Pérdidas y consumos operacionales

En estas captaciones, las pérdidas de agua se originan por falta de estanqueidad en los elementos que componen los equipos de bombeo. No tienen una gran incidencia en el volumen captado, por cuanto el mantenimiento de estos equipos, incluyendo el reemplazo de piezas con filtraciones, es relativamente simple.

Los consumos operacionales corresponden a agua de lavado de los dispositivos de bombeo y conducción, y son también mínimos en relación con los volúmenes captados.

### 6.2 Control y reducción de pérdidas

No existe experiencia en materia de control de pérdidas propiamente tales. Sin embargo, se están mejorando los sistemas de medición o estimación de los caudales captados y se está estudiando la precisión de los instrumentos.

## 7.- EXPERIENCIAS Y PROYECTOS EN CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS DE AGUA EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DEL COMPLEJO LAS VIZCACHAS

Las pérdidas y consumos operacionales en este complejo totalizarían 1,6 m<sup>3</sup>/s aproximadamente, lo que representa un 10% del agua que ingresa a las plantas.

### 7.1 Pérdidas de agua

Las pérdidas de agua en las plantas de tratamiento del Complejo Las Vizcachas tienen su origen en falta de estanqueidad en las compuertas, válvulas de desague de las unidades de tratamiento (predecantadores, floculadores, decantadores y filtros).

Atores realizados dieron como resultado un caudal permanente de pérdidas de 1 m<sup>3</sup>/s aproximadamente. Por otra parte, se han detectado rebases ocasionales a la entrada del complejo, que equivalen a un caudal continuo del orden de 0,3 m<sup>3</sup>/s.

## 7.2 Consumos operacionales

En las plantas de tratamiento se utiliza agua en el lavado de las unidades. El año 1988 el consumo de agua de lavado alcanzó a 9.5 millones de metros cúbicos lo que equivale a un caudal continuo de 0,3 m<sup>3</sup>/s.

## 7.3 Control y reducción de pérdidas

En las plantas antiguas del complejo, los caudales que ingresan a tratamiento se estiman de acuerdo a lecturas en limnómetros y al grado de apertura de compuertas. Los caudales tratados se estiman de acuerdo a las unidades de filtración que hayan operado durante un tiempo determinado, y a las tasas de filtración respectivas.

La planta Ingeniero Antonio Tagle, la más moderna del complejo, dispone de medidores de caudal ultrasónicos instalados en sus unidades de filtración.

El plan de Macromedición, Telemedición y Control que se ha programado contratar, deberá estudiar la actual situación de medición de caudales a la entrada y salida de las plantas y proponer los mejoramientos necesarios.

Por otra parte, se está contratando un proyecto de mejoramiento integral de las plantas de este complejo, que deberá considerar, entre otros mejoramientos, la solución a los problemas de filtración en compuertas y válvulas de desagüe de los filtros de Vizcachas y a los rebases a la entrada de las plantas.

En el intertanto, durante el presente año se efectuarán reparaciones de compuertas y válvulas en estado crítico de deterioro.

## 8. EXPERIENCIAS Y PROYECTOS EN CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS EN LOS ACUEDUCTOS QUE TRANSPORTAN EL AGUA DESDE LAS PLANTAS A LOS ESTANQUES

Las pérdidas y consumos operacionales se estiman en no más de un 1 a 2% del agua recibida por los acueductos a la salida de las plantas.

### 8.1 Pérdidas propiamente tales

Las pérdidas en acueductos son principalmente filtraciones, por socavaciones de radier y grietas producidas en juntas de dilatación. El estado de conservación de los acueductos de EMOS, salvo el antiguo acueducto Laguna Negra al que se hizo mención en 5.2, es en general bueno y se producen pérdidas de agua de poco monto.

## 8.2 Consumos operacionales

Los consumos operacionales, que corresponden al agua evacuada en trabajos de cortas, inspecciones y reparaciones, son ocasionales y no representan un consumo operacional importante.

## 8.3 Control y reducción de pérdidas

La medición de caudales en los acueductos de EMOS se realiza actualmente mediante estaciones limnométricas, y altura de agua en compuertas. En el Tercer Acueducto se acaba de instalar un medidor de ultrasonido.

## 9. EXPERIENCIAS Y PROYECTOS EN CONTROL Y REDUCCION DE PÉRDIDAS EN EL ALMACENAMIENTO

En esta etapa, las pérdidas y consumos operacionales se estiman a lo menos en 1 a 2% del agua recibida.

### 9.1 Pérdidas propiamente tales

La mayoría de los estanques de EMOS está en buen estado de conservación, y en consecuencia, las filtraciones o pérdidas continuas de caudal a través de paredes y radier, son mínimas. Las pérdidas de agua en los estanques de EMOS se deben principalmente a rebases, los que sólo tienen importancia en el caso de ser frecuentes.

Un estudio teórico de las derivaciones del Tercer Acueducto concluyó que por problemas de diseño, el caudal de las derivaciones depende de las condiciones de escurrimiento presentes en el acueducto (sistema dependiente) lo que impide una óptima operación del sistema acueducto-derivación, generando déficit de agua en la entrega o rebases frecuentes de estanques.

### 9.2 Consumos operacionales

Los consumos operacionales corresponden a agua utilizada en el proceso anual de lavado y desinfección. Por no ser una salida continua de caudal, como es el caso de filtraciones, tienen baja incidencia.

SE 7 001128

### 9.3 Control y reducción de pérdidas

La mayor parte de los estanques cuenta con medidores de caudal ubicados a la salida, lo que permite la contabilización de lo que se denomina "Producción Neta Total de Agua Potable" (medida o estimada a la salida de los estanques). En algunos casos, los estanques tienen medidores a la entrada y a la salida. La mayoría de ellos dispone de sensores de nivel.

En cuanto a reducción de filtraciones, se han realizado algunos trabajos de rehabilitación para reparar daños menores (grietas y socavaciones de muros y radier).

En relación con los rebases por problemas de diseño de las derivaciones a que se aludió en 9.1, se está efectuando una modelación física del Tercer Acueducto y de sus derivaciones para estudiar el funcionamiento del sistema acueducto-derivación y definir los mejoramientos necesarios que permitan su óptima operación.

## 10. EXPERIENCIAS Y PROYECTOS EN CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS EN LA RED DE DISTRIBUCION

### 10.1 Pérdidas propiamente tales

En esta etapa las principales pérdidas se producen por filtraciones y roturas, tanto en matrices de la red de distribución como en arranques domiciliarios.

Las fugas sin afloramiento representan el problema más serio. Su carácter de "invisible" se traduce en un caudal permanente y continuo de pérdida. Una fuga sin afloramiento detectada con los equipos acústicos de que dispone EMOS representaba un caudal permanente de 20 l/s que iba a dar a una alcantarilla. En volumen, 600 mil metros cúbicos anuales perdidos, el consumo de 1.200 familias en un año.

### 10.2 Consumos operacionales

Las pérdidas de agua por consumos operacionales en la red son mínimas. Ocasionalmente se utiliza agua para lavado de la red de agua potable y de la red de alcantarillado. Como no es un caudal permanente, su incidencia es baja.

## 10.3 Control y reducción de pérdidas

### 10.3.1 Detección de fugas y roturas

El año 1982, EMOS contrató a un consorcio chileno-norteamericano-brasilero para efectuar un programa de detección acústica de fugas, el que incluyó en dos etapas, la revisión de aproximadamente 3.000 km de red en el Gran Santiago.

Según los resultados de este estudio, un 38% del caudal de pérdidas se produciría en arranques (tubería del arranque, conexiones, llave de paso), un 37% en matrices y alimentadoras y el 25% restante en válvulas y grifos.

Se estimó un caudal total de pérdidas de 0,08 l/s/km en fugas sin afloramiento.

Las fugas sin afloramiento representan un caudal permanente de pérdida, y por consiguiente son de la mayor importancia.

La rotura informada también significa pérdida de agua, pero no es un caudal de fuga permanente.

Hasta el año 1986, EMOS continuó efectuando detecciones de fugas con los mismos equipos utilizados por el consorcio antes mencionado.

El año 1987 se adquirieron dos correladores acústicos de fugas de la tecnología más adelantada, los que actualmente son utilizados por un grupo de trabajo integrado por un ingeniero y dos operadores de redes.

Con estos equipos se han inspeccionado a la fecha unos 650 kilómetros de red correspondientes a tres sectores del Gran Santiago.

El caudal de filtración promedio obtenido en fugas que no afloran sería superior al detectado el año 1982. Cabe señalar sin embargo, que es muy difícil efectuar buenas estimaciones de caudal de fugas. El aumento de la tasa de filtración se explicaría por un mejoramiento del nivel medio de presiones, pero también por un deterioro progresivo de la red por cuanto la reposición permanente que actualmente se efectúa es de poco alcance. Esta situación será corregida intensificando la reposición y rehabilitación de las redes de agua potable de

acuerdo a un Plan Integral de Mantenimiento, Reposición y Rehabilitación, cuya elaboración comenzaría en breve.

El caudal de fugas sin afloramiento representaría un 7% de la producción neta actual, y podría continuar creciendo a menos que se mejore el estado de la red.

En la red de distribución de EMOS se producen alrededor de 4.000 roturas al año, lo que se traduce en una pérdida del orden de 1 millón de metros cúbicos, es decir, alrededor de un 0.2% de la producción a la salida de los estanques. Se aprecia que este porcentaje es bastante inferior al que generan las roturas sin afloramiento.

EMOS dispone de un sistema centralizado de atención de reclamos y denuncias de los usuarios, sobre problemas que afectan el servicio, que funciona las 24 horas del día. El reclamo o la denuncia se recibe telefónicamente o a través de los terminales de computación de las oficinas comerciales y se ingresa a un banco de datos que mantiene el computador central de la Empresa. Las unidades operativas reciben la información del reclamo a través de terminales de computación e imparten las instrucciones a los supervisores EMOS. Estos supervisores verifican el reclamo o denuncia en terreno y proceden a efectuar la reparación de inmediato. Si la reparación de la falla requiere la participación de los contratistas de EMOS, el supervisor emite la orden de trabajo correspondiente.

Con este sistema se ha agilizado notablemente la atención a los usuarios y se ha disminuido el tiempo de atención y solución de reclamos. Esto último se traduce en una reducción de las pérdidas de agua potable.

La información relativa a las fallas detectadas con los equipos acústicos y a las roturas denunciadas por los clientes, es llevada en otro sistema computacional denominado Sistema de Información de Fallas (SIF). En él se tiene toda la información relativa a la falla, ubicación, fecha en que se detectó, fecha de su reparación, tipo de falla, causa que la origina, etc., información que se utiliza en la programación de trabajos de reposición o rehabilitación.

### 10.3.2 Plan piloto de balances de agua

Desde mediados de 1987 se realiza en el sector Trinidad Bajo de la red, un Plan Piloto de Balance de Agua, cuyo objetivo es registrar volúmenes mensuales ingresados y de salida del sector, y compararlos con los volúmenes mensuales facturados, para determinar los volúmenes no contabilizados.

Al cabo de casi dos años de mediciones, se ha obtenido un valor promedio de agua no contabilizada de 33%. Es decir la situación en cuanto a pérdidas en este sector es superior al promedio de la empresa (30%). Ya se ha identificado una zona de roturas frecuentes y filtraciones que no afloran. El Plan de Mantenimiento integral a que se hizo mención en 10.3.1, definirá el reemplazo de las tuberías o la reducción de las presiones a que están expuestas.

La experiencia adquirida en este balance permite implementar el procedimiento en otros sectores de la red.

## 11. EXPERIENCIAS Y PROYECTOS EN CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS EN LA ETAPA COMERCIALIZACION

### 11.1 Errores en la micromedición

Durante 1988 se realizó un análisis de la precisión de micromedidores de 15 mm en el sector de experimentación Trinidad Bajo, confrontando el funcionamiento de una muestra con un medidor patrón. La conclusión más importante que se extrajo del estudio es que el error de medición, que resulta por defecto, depende principalmente del nivel de consumo. Mientras menor es el nivel de consumo, mayor es el error.

En la muestra analizada, en un rango de consumo hasta 30 m<sup>3</sup>/mes se obtuvo errores de -25%. En un rango de consumo entre 30 - 60 m<sup>3</sup>/mes, el error del medidor es -6%. Para un consumo mensual de 60 m<sup>3</sup> al mes o más, el error resulta no superior a -1%. Si se proyecta esta muestra y se ponderan consumos, el error de la micromedición sería -17% en promedio para todo el consumo registrado en EMOS.

La metodología seguida en este estudio consistió en ensamblar "curvas de error" del medidor (las que dependen, entre otros factores, del estado de conservación y de la calidad del agua especialmente en cuanto a arrastre de materias obstructivas), con "curvas de consumo del usuario". La importancia de los resultados de esta investigación ha llevado a profundizarla, mejorando la metodología y utilizando instrumentos más precisos los que están siendo adquiridos por EMOS (medidores patrón, registradores de caudal instantáneo).

Es importante señalar que normalmente, de acuerdo a sus curvas de error, los micromedidores no registran los caudales de filtración menor en las instalaciones domiciliarias. Si estas filtraciones son de carácter permanente, aunque sean de caudal mínimo, pueden significar volúmenes considerables de pérdidas a lo largo de un mes o un año. Estos caudales están siendo investigados a través de mediciones de caudal mínimo nocturno en el sector experimental Trinidad Bajo.

Se investiga también la eficiencia de la medición en los micromedidores de gran diámetro (58 - 150 mm), que si bien tienen menor importancia en número (8,5% del total de micromedidores de EMOS), en relación con los de 15-48 mm, tienen alta incidencia en volumen de agua medido (16% del volumen total facturado).

Asimismo, se está realizando una investigación sobre el tipo de medidor que presenta las características metrologías y de seguridad más apropiadas a la calidad del agua que distribuye EMOS.

#### 11.2 Medidas correctivas para reducir errores en la micromedición

La empresa lleva a cabo anualmente programas permanentes de recambio de medidores domiciliarios. Adicionalmente, a partir del año 1987 se realiza mantenimiento preventivo, reemplazando medidores con vida útil cumplida en mal estado de funcionamiento. Durante 1988 se renovaron alrededor de 78.000 aparatos, del orden del 10% del parque instalado.

Paralelamente, se estudia la factibilidad de la instalación de filtros en medidores de gran diámetro para elevar su eficiencia.

#### 11.3 Control de grifos y consumos clandestinos

Es fundamental que las empresas de agua potable se preocupen de evitar el uso indebido de los grifos de incendio.

RETI/aw # 372

La capacidad instalada en los 11 mil grifos del sistema de distribución de EMOS, supera en mucho la capacidad total de abastecimiento del sistema.

Para evaluar el uso indebido de estos artefactos se está desarrollando un Plan Piloto de control de consumo. Se instalaron medidores en cámaras especiales, en 3 grifos en una zona en que el uso indebido se estima frecuente. En 3 de los medidores se ha registrado un consumo mensual indebido por grifo de hasta 90 m<sup>3</sup>. El consumo mensual en los dos restantes, que habrían sido utilizados para llenado de canchales aljibes municipales, llegó hasta superar los 3.000 m<sup>3</sup> en el mes de febrero (verano).

La empresa ha implementado un programa de vigilancia y control a través de todos los equipos de trabajo que desempeñan labores en terreno. Se ha solicitado además la ayuda a otros organismos (bomberos, carabineros, juntas de vecinos), lo que ha permitido extender el área de control.

Algunas medidas puestas en práctica son :

- Verificación permanente en terreno del buen funcionamiento de los grifos, procediendo a reparar rápidamente aquellos que presentan desperfectos y/o filtraciones (durante el año 1988 se repararon aproximadamente 2.500 grifos).
- Coordinación con Municipalidades para la implementación de abastecimiento controlado de agua para riego de plazas y áreas verdes.
- Prueba de tapas especiales de protección de boca de grifo, que pueden ser removidas sólo con una herramienta especial.

En cuanto a otros consumos clandestinos, se estudian procedimientos de control de servicios irregulares y de conexiones fraudulentas de arranques.

La educación de los usuarios y el subsidio estatal focalizado a los usuarios de bajos ingresos contribuye sin dudas a reducir el consumo clandestino de agua potable.

REVISION 438

## 12.- RESUMEN

El cuadro N°2 que se muestra a continuación es un resumen de los volúmenes estimados de pérdidas en las distintas etapas del proceso de distribución y comercialización.

Se indica además, el valor económico del m<sup>3</sup> de agua en cada etapa a fin de cuantificar el valor de las pérdidas. Este valor ha sido calculado con un criterio de "largo plazo", es decir, considerando gastos corrientes y de inversión.

Se observa que las filtraciones permanentes en radiéres, paredes de ductos, válvulas, compuertas, de las instalaciones de captación, tratamiento y conducción, representan un volumen importante de pérdida de agua captada.

A este volumen se agregan las pérdidas en la red de distribución por filtraciones que no afloran y que sólo pueden ser detectadas mediante uso de aparatos especiales. Finalmente se observa que un volumen importante es entregado a los usuarios pero no se registra en los medidores por imprecisión o inexactitud de estos aparatos, o por conexiones clandestinas.

En el Cuadro N°3 se presenta un Balance General de Aguas, que permite concluir:

- Que el agua no contabilizada en EMOS representaría actualmente un 41% del volumen total captado.
- Que el agua no contabilizada en EMOS referida a la producción neta (a la salida de estanques, punto normal de medición en empresas de agua potable) sería del orden del 27% .

En cuanto al valor económico se puede decir que el volumen del agua no facturada tendría un costo del orden de un 23% del presupuesto anual de gastos corrientes y de inversión (13.000 millones de pesos, 60 millones de US\$).

En el Cuadro N°2 se observa que las pérdidas de mayor valor son las de la micromedición y las de las redes, por cuanto el agua tiene el costo unitario mayor al haber pasado por todos los procesos de producción y distribución. Las pérdidas y consumos operacionales en el proceso de tratamiento tienen también un elevado valor.

La reducción de las pérdidas físicas (desde la captación hasta las redes) podría representar una importante reducción de costos para la empresa, que se podría traducir en una reducción del nivel tarifario.

Las pérdidas por errores de facturación o consumos clandestinos representan un menor ingreso que en el caso que pudiese ser recuperado se traduciría también en menores tarifas, y en un cobro más equitativo.

En todo caso la empresa debe calcular los costos de reducir pérdidas físicas y consumos operacionales o mejorar la eficiencia en la micromedición, versus los ahorros de costos o mayores ingresos.

Sin embargo, hay algunas pérdidas que la empresa tiene obligación de reducir por cuanto ellas afectan la calidad del servicio en términos de continuidad y presión (filtraciones y roturas de redes, fallas imprevistas de instalaciones productivas).

Cabe señalar que las cifras contenidas en los cuadros están en proceso permanente de revisión o actualización. Cambios en la tecnología de medición o nuevos procedimientos de estimación influyen en los resultados.

El Plan de Macromedición, Telemedición y Telecontrol que se está contratando y otras investigaciones que se realizan, permitirán a EMOS obtener un mejor conocimiento de las pérdidas en los sistemas que opera.

### 13. CONCLUSIONES

La experiencia de EMOS en materia de control de pérdidas podría calificarse de vasta, sin embargo queda un largo camino por recorrer, dado que:

- La medición de caudales es un proceso tecnológico complejo, en las múltiples situaciones que se presentan en un sistema de agua potable.
- La detección de filtraciones, rebases, etc. es también difícil de efectuar y cuantificar.

Para lograr alcanzar el mejor aprovechamiento de los cuantiosos recursos que exige la producción de agua potable y el mejor servicio de los usuarios, se requiere un proceso permanente de investigación de nuevas tecnologías, procedimientos, instrumentos, etc.

La educación del usuario hacia el buen uso de las instalaciones, propias y de la empresa, y los subsidios a usuarios de bajos ingresos pueden contribuir también a la reducción de las pérdidas.

CUADRO N° 1

INFRAESTRUCTURA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE  
 EMPRESA METROPOLITANA DE OBRAS SANITARIAS  
 AÑO 1989

SERVICIO	FUNCION	INSTALACIONES	OBSERVACIONES
			Capacidad Mensual
	PRODUCCION	- Captaciones Superficiales - Captaciones Subterráneas - Complejo Plantas de Tratamiento - Estaciones de almacenamiento y regulación	21 m <sup>3</sup> /s 4 m <sup>3</sup> /s 16 m <sup>3</sup> /s 520.000 m <sup>3</sup>
AGUA POTABLE	DISTRIBUCION	- 7.500 kms. de redes, alimentadores y acueductos - 91.000 válvulas - 11.000 grifos de incendio	El 70% de las redes es de asbesto-cemento. El resto está compuesto por tuberías de hierro fundido, acero, PVC y hornigón. Sus diámetros van desde los 50 mm hasta los 1.400 mm.
	COMERCIALIZACION:	- 730 mil arranques domiciliarios	El 91% de los arranques es de cobre

CUADRO N°2

RESUMEN DE PERDIDAS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ENOS  
ESTIMACIONES Y MEDICIONES  
AÑO 1987

ETAPA	VOLUMEN ANUAL (CONSUMOS OPERAC. Y PERDIDAS [millones de m <sup>3</sup> ])	COSTO (1)		ORIGEN PRINCIPAL
		UNITARIO [\$/m <sup>3</sup> ]	TOTAL [mill \$] [mill US\$]	
CAPTACION Y CONDUCCION DE AGUA SUPERFICIAL	50	2	100	0.40 - DESBANCQUES - FILTRACIONES
TRATAMIENTO DE AGUA SUPERFICIAL	50	5	250	1.00 - LAVADO DE FILTROS - FILTRACIONES EN VAL- VULAS Y COMPUERTAS
CONDUCCION DE AGUA A ESTANQUES Y ESTANQUES	10	12	120	0.40 - REBASES DE ESTANQUES - FILTRACIONES DE DUCTOS
RED DE DISTRIBUCION	40	25	1,000	4.00 - FILTRACIONES QUE NO INFILTRAN
MICROMEDICIONES	70	25	1,750	7.00 - REACTIVO DE MEDICIONES
CLORDESTINOS Y OTROS NO: FACTURADOS	10	25	250	1.00
<b>T O T A L E S</b>	<b>230</b>		<b>3,470</b>	<b>13.00</b>

(1) Gasto corriente y de inversión (costo marginal de largo plazo)

Los costos unitarios de una etapa incluyen los de las etapas anteriores



# **5 Programa de Reducción y Control de Pérdidas en Empresas Municipales de Cali-Emcali**

**SEMINARIO INTERNACIONAL  
SOBRE REDUCCION Y CONTROL DE  
PERDIDAS DE AGUA**

**AGOSTO 21 AL 25 DE 1989  
CALI-COLOMBIA**

**PROGRAMA DE REDUCCION  
Y CONTROL DE PERDIDAS EN  
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI**

**AUTOR: GERENCIA ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO**

**CALI, JULIO DE 1989**

## 1. INTRODUCCION

El problema del agua no contabilizada en los sistemas de abastecimiento de agua ha llevado a muchas instituciones encargadas de prestar el servicio de agua potable a situaciones deficitarias que dificultan mantener la calidad del servicio.

Son varias las causas que intervienen en el problema, siendo algunas de ellas la carga social que debe soportarse para atender la población de escasos recursos.

Los niveles de pérdida de agua difieren según el grado de desarrollo de los países. En el caso de los Estados Unidos y los países Europeos el porcentaje de pérdidas en los sistemas de abastecimiento oscilan entre un 10% y 20%, existiendo algunos sistemas que están por debajo del 10% de agua no contabilizada, situación ideal muy difícil de alcanzar.

En el caso de los países del Continente Asiático, un estudio desarrollado en 1983 en diez y siete (17) ciudades arrojó un promedio de pérdidas de 34%.

En lo que respecta a América Latina la situación es más crítica. Entre 1983 y 1985 se recolectó información de diez y ocho (18) ciudades (6 países) con población que varía entre 115.000 y 10.000.000 de habitantes, observándose un porcentaje de pérdidas (agua no contabilizada), en las diez y ocho ciudades de América Latina investigadas, de 55% cifra excesiva comparada con las pérdidas aceptadas en los países desarrollados.

Es de suponer que a mediano plazo esta situación puede cambiar favorablemente ya que las ciudades encuestadas vienen estructurando un Programa de Control de Pérdidas que les permitirá mejorar su eficiencia operacional.

En Colombia se presenta igualmente un panorama crítico respecto al volumen de agua no contabilizada que presentan las instituciones de agua potable. A pesar de que el promedio nacional es del orden de 50% no se logra aún estructurar un Programa Nacional de Control de Pérdidas.

Lo que existen son esfuerzos aislados a nivel de instituciones por mejorar su balance de agua. Ciudades como Bogotá, Medellín, Cali y Cúcuta entre otras, vienen haciendo esfuerzos a través de sus Empresas de Acueducto para contrarrestar cada uno de los componentes de pérdidas.

Otras como Manizales, Armenia, Bucaramanga y Pereira mantienen aceptable volumen de agua no contabilizada.

Se tiene conocimiento de la estructuración de Programas de Control de Pérdidas en el primer grupo de ciudades mencionadas, ubicándose en él, las Empresas Municipales de Cali la cual viene ejecutando diversas actividades a fin de obtener una disminución sustancial del agua no contabilizada en el sistema de

Q=7100 + 4.2

abastecimiento que administra.

## 2. LAS PERDIDAS EN LA DECADA DE LOS SETENTA

A pesar de los continuos problemas economicos internos y externos que repercuten en las actividades de la Empresa, desde principios de la decada del setenta se cuenta con una infraestructura organizacional que ha permitido el desarrollo de aceptables programas de operacion y mantenimiento en el sistema de abastecimiento de agua.

Esto ha hecho posible, si no totalmente al menos en buena parte, un tratamiento racional a la gestion empresarial con el fin de conseguir el objetivo principal, cual es el de operar, mantener y administrar el servicio de agua potable.

No obstante los esfuerzos realizados, la falta de un programa coherente para reducir las perdidas permitio que conforme avanzaba la decada, la relacion volumen facturado/volumen suministrado fuera en aumento como puede observarse en el Cuadro No. 1 en el que se presentan las perdidas en el periodo 1972-1979.

CUADRO NO. 1  
RELACION DE PERDIDAS- DECADA 70  
(1972-1979)

ANO	SUMINISTRO (MILES DE M3)	FACTURACION (MILES DE M3)	PERDIDAS (%)
1972	98.015	71.115	27.4
1973	98.760	73.219	25.8
1974	100.166	76.533	23.6
1975	100.517	79.632	20.8
1976	111.557	81.070	23.7
1977	117.594	82.247	30.1
1978	128.277	86.466	32.6
1979	146.202	91.696	37.3

Del cuadro No. 1 se puede observar que en la primera mitad de la decada la relacion de perdidas fue decreciendo lo cual se invirtio en sus finales hasta llegar a superar en 10% las perdidas que se tenian al inicio de la decada.

La razon de este comportamiento se explica con el hecho de que mientras el volumen de agua suministrado en la primera parte de la decada decrecio a razon de 0.9% en promedio por año, la facturacion lo hizo a un ritmo mayor, de 3.7% promedio anual.

Fue una epoca de poco crecimiento en la ciudad traducido en incrementos moderados de la demanda de agua mientras que, de otro lado, mejoraron los mecanismos de facturacion del servicio.

Situación diferente aconteció para la segunda mitad en la que el suministro creció a razón de 9.0% promedio por año y la facturación lo hizo a un ritmo de 3.5%. El crecimiento de la demanda se aceleró incrementándose el suministro con la entrada en funcionamiento de la Planta de Puerto Mallarino y la optimización de la Planta Río Cali (1974).

El análisis del comportamiento de las pérdidas para la década del setenta muestra que mientras en 1972 eran de 27.4% para 1979 habían subido a 37.3%.

### 3. LAS PERDIDAS EN LA DÉCADA ACTUAL

La relación de pérdidas que se venía presentando en la década del setenta continuó en aumento en la presente, llegando a alcanzar valores del orden de 42% como puede observarse en el Cuadro No. 2.

CUADRO NO. 2  
RELACION DE PERDIDA - DECADAS 80  
(1980-1986)

ANO	SUMINISTRO (MILES DE M3)	FACTURACION (MILES DE M3)	PERDIDAS (%)
1980	156.379	98.787	36.8
1981	165.190	100.095	39.4
1982	161.001	102.238	36.5
1983	171.120	103.401	39.6
1984	183.481	107.022	41.6
1985	179.177	110.706	38.2
1986	191.316	120.497	37.0
1987	202.429	120.198	40.62
1988	201.590	127.313	36.85

Del cuadro anterior se puede observar que mientras el suministro creció cerca del 3.3% en promedio anual la facturación solo lo hizo a razón de 3.8%, de ahí el balance de agua siquiera siendo más desfavorable.

Es importante resaltar que el volumen de agua suministrado durante 1985 decreció con respecto al suministro de 1984 lo cual seguramente fue producto de los ajustes hechos por el área de Producción de los macromedidores de las Plantas después de una asesoría brindada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS) en diciembre de 1984.

En 1982 también se presentó un decrecimiento en el suministro lo cual no pudo ser explicado de manera satisfactoria.

Como puede observarse, las pérdidas al empezar la década era de 37% y en 1988 fue igual, observando sin embargo, que se han presentado oscilaciones que han llevado a tener pérdidas hasta

42% aproximadamente.

El comportamiento histórico de las pérdidas presenta dos fases: pasaron de 27% a 37% en la década pasada y de 37% a 40% (para bajar al 37% en el año 1988), en la actual.

Este hecho no es fortuito. Si bien las pérdidas en los últimos diez y ocho (18) años han ido en aumento, el ritmo de incremento disminuyó en los últimos años debido a diferentes factores los que son analizados a continuación.

#### 4. JUSTIFICACION DEL COMPORTAMIENTO HISTORICO DE LAS PERDIDAS

Al ser analizadas las cifras de suministro y facturación se dieron algunas justificaciones respecto a la razón de su comportamiento histórico

De todas formas los comentarios emitidos son, solamente, reflejo del cálculo frío de números. Ahora se intentará explicar dicho comportamiento considerando todas las acciones emprendidas por EMCALI para hacer más favorable su balance de agua.

Se debe partir de un hecho cierto antes de intentar explicaciones y es que los logros obtenidos obedecen a la concientización lograda en los funcionarios de la Gerencia de Acueducto y Alcantarillado para cambiar este "estado de cosas" con el apoyo de los niveles directivos de la Empresa.

A pesar de no contar a la fecha con recursos adicionales se han logrado algunos cambios al revisar y ajustar la operación y el mantenimiento del sistema de abastecimiento, optimizando las actividades y ejerciendo mayor control sobre el sistema.

La organización de la Asistencia Comercial, ahora Gerencia Comercial, a partir del 1985, es una acertada decisión tomada por los niveles directivos, registrándose importantes cambios en procura de mejorar la atención al público, la facturación y la cobranza de los servicios.

Los mayores logros de esta decisión se tendrán seguramente en los próximos años, cuando se haya ajustado el plan de desarrollo establecido inicialmente.

Continuando con las acciones emprendidas en la presente década que han permitido el control de las pérdidas, se puede afirmar que la Gerencia de Acueducto y Alcantarillado ha dado importantes pasos gracias a la buena gestión administrativa. Existe un buen grado de concientización y conocimiento del problema, sólo la falta de recursos económicos ha impedido que las actividades realizadas hayan tenido un mayor impacto en el balance de agua.

Por el comportamiento último que tienen las pérdidas, casi se puede afirmar que se ha logrado estabilizar el problema.

No siendo estos porcentajes los ideales a alcanzar se requiere la

inyección de recursos que optimicen la operación el mantenimiento del sistema de abastecimiento.

Las acciones emprendidas en el Área de Pitometría han convertido esta técnica en una herramienta de apoyo fundamental para alcanzar los objetivos trazados a que esta en capacidad de apoyar la macromedición, la micromedición, la planeación, el control de fugas, en general, tener conocimiento exacto de las características del sistema de abastecimiento; falta solamente su adecuación, aspecto que la Gerencia de Acueducto y Alcantarillado tiene definido en cuanto a la necesidad de recursos.

En Macromedición la mayor preocupación que existía hasta hace unos pocos años era la credibilidad de los datos que reportaba el Área de Producción; ahora la situación es distinta gracias al apoyo del Grupo de Pitometría y del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS) quien a través de un consultor OPS asesoró a la Gerencia de Acueducto y Alcantarillado en este aspecto, lo cual fue asimilado perfectamente por el personal, el cual mantiene un estricto control de los equipos de medición de caudal.

El problema de las fugas ha tenido igualmente una atención permanente, en constante mejoría optimizando el control estadístico y ejerciendo una atención más rápida.

En micromedición son notorios también los cambios introducidos al determinar el peso que la componente de pérdidas, por subregistro de los medidores, tiene en el balance total de agua no contabilizada.

Se han optimizado las actividades en el Taller de Medidores y se han venido generando diferentes programas en busca de un mejor control de los medidores residenciales, comerciales e industriales, a través de programas de mantenimiento preventivo que prácticamente no existían.

El problema de las conexiones clandestinas y el consumo de agua sin facturación en sectores subnormales viene siendo atacado rápidamente mejorando los controles a cuentas que entraban en cartera, obteniéndose una buena recuperación de deudas vencidas e reincorporando numerosos suscriptores que por falta de pago se les clausuró el servicio pero que de una u otra forma estaban haciendo uso de él.

También se ejecuta un ambicioso plan de dotar del servicio de agua potable al Distrito de Aguablanca constituido por un buen número de asentamiento subnormales que albergan una población estimada de 150.000 habitantes los cuales están tomando el agua a través de mangueras con enorme desperdicio y un uso poco eficiente del servicio.

Por todo esto se puede afirmar que si bien el actual nivel de perdidas es alto y no compatible con el grado de eficiencia con

que se debe operar y mantener el sistema, se justifica si se considera que no se han realizado inversiones económicas adicionales que permitan una disminución sustancial. Los cambios introducidos en el "modus operandi" se han dado y siguen perfeccionándose, buscando una optimización de los recursos disponibles. Esta primera etapa, iniciada hace algunos años con logros importantes requiere en estos momentos la inyección de capital que permita ejecutar los programas de actividades para la segunda etapa en la que se podrá reducir el actual nivel de pérdidas.

En efecto se ha logrado un crédito importante del BID para ejecutar ambiciosos programas.

### 3. PROYECTOS A EJECUTAR

Las actividades que se realizan dentro del proceso de implantación del Programa de Reducción y Control de Agua no Contabilizada en EMCALI han sido agrupadas en cuatro proyectos mediante los cuales se espera reducir los componentes de pérdidas más importantes.

Ellos son: Micromedición, Micromedición, Control de Fugas y Contrabandos (conexiones clandestinas) observando que dentro del proyecto de Control de Fugas se han incluido las actividades correspondientes a otros dos proyectos: Pitometría y Control y Desarrollo de la Operación del Sistema de Abastecimiento.

Para la situación de EMCALI, estos seis constituyen los proyectos de actividades prioritarios del Sistema Operacional a aplicar en la Gerencia de Acueducto y Alcantarillado, mientras se espera que la Gerencia Comercial estructure los proyectos propios del Sistema Comercial: Catastro de Usuarios, Facturación y Cobranza y Comercialización del Servicio.

Sin estos últimos no se podrá garantizar las metas trazadas en los proyectos del Sistema Operacional, por lo que resulta imprescindible su implantación.

Otros proyectos considerados en un Programa de Control de Pérdidas no han sido considerados inicialmente pero se espera que de la ejecución de los ya establecidos surjan algunos otros que son considerados complementarios.

Así por ejemplo, no se puede pretender grandes resultados de los proyectos de Micromedición y de Control de Fugas si no se consideran los de Calidad de Materiales y Mejora de Conexiones Domiciliarias. De igual manera, no se puede hablar del Proyecto de Catastro de Usuarios si no se tiene en cuenta los de Comercialización de los servicios, Micromedición y facturación y cobranza.

En resumen, la implantación de todos los proyectos es imprescindible puesto que son complementarios y los resultados de uno cualquiera dependen en buena parte de los logros de otros.

## 6. INVERSIONES PARA EL PROGRAMA

A través de un crédito gestionado con el BID se proveen los recursos que por US\$ 8.5 millones de dolares se invertiran en cuatro proyectos basicos: Macromedición, Micromedición, Control de Fugas y conexiones clandestinas.

Los cuadros Nos. 3,4,5,6,7 y 8 muestran el detalle de las inversiones a realizar.

## 7. RESUMEN DE CANTIDADES FISICAS

El Programa de Reduccion y Control de Agua no Contabilizada de Ecali contempla inversiones resumidas asi:

1. Instalación de 32.5 kms de redes para sectores marginados.
2. Adquisición de 30 macromedidores: siete (7) de caudal, cinco (5) de presión y dieciocho (18) de nivel de agua.
3. Adquisición de 39.608 medidores entre 1/2 y 2 pulgadas de diametro repuestas para 60,392 medidores entre 1/2 y 6 pulgadas de diametro.
4. Materiales y mano de obra para:
  - Limpieza de 6000 camaras de valvulas
  - Nivelacion de 2700 camaras de valvulas
  - Reparacion de 2100 valvulas
  - Reposicion de 340 valvulas
  - Construccion de 62 camaras pitometricas
5. Adquisición de los siguiente vehiculos / equipos:
  - Diez camionetas
  - Diecisiete camperos
  - Diez camiones de 3 toneladas
  - Una grua sobre llantas de 6 toneladas
  - Retroexcavadora-cargador
  - Dos compresores
  - Un equipo pitometrico completo
  - Un localizador electronico de fugas
  - Un sistema de comunicacion completo
  - Treinta y cuatro motobombas de 2 y 3 pulgas de diametro
6. Ejecución de 7633 conexiones domiciliars de Acueducto en 1/2 pulgada de diametro, con medidor en sectores marginados.
7. Herramientas de trabajo para todas las areas involucradas.
8. Otros equipos varios: Bancos de prueba para medidores, equipo hidroneumatico, bancos de reparacion / compresor de aire.

CUADRO No. 3

REDUCCION Y CONTROL ASUA NO CONFABILIZADO  
 PROGRAMA DE INVERSION  
 MILES DE US\$

COSTOS DIRECTOS A JUNIO 68  
 US \$ = 236,76

CATEGORIA	1969		1970		1971		1972		1973		TOTAL	
	CONTRATA	NACIONAL	CONTRATA	NACIONAL	CONTRATA	NACIONAL	CONTRATA	NACIONAL	CONTRATA	NACIONAL	CONTRATA	NACIONAL
RECONSTRUCCION Y REPARACION	OPERA CIVIL	0,00	0,00	0,00	197,39	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	197,39
	SUBSIDIOS	0,00	0,00	994,05	0,00	315,11	51,44	0,00	0,00	0,00	0,00	1360,60
RECONSTRUCCION	OPERA CIVIL	0,00	25,31	0,00	135,06	0,00	195,32	0,00	3,25	0,00	0,00	553,64
	MATERIALES	0,00	0,00	345,01	1.144,30	245,01	1.144,30	0,00	0,00	0,00	0,00	2.878,62
	SUBSIDIOS	0,00	0,00	345,37	117,08	0,00	21,03	0,00	0,00	0,00	0,00	663,48
RECONSTRUCCION	OPERA CIVIL	0,00	0,00	0,00	695,23	0,00	125,06	0,00	2,00	0,00	0,00	822,29
	MATERIALES	0,00	0,00	0,00	1.304,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.304,00
RECONSTRUCCION	OPERA CIVIL	0,00	50,00	0,00	93,19	0,00	95,39	0,00	2,25	0,00	0,00	240,83
	MATERIALES	0,00	0,00	0,00	94,52	0,00	50,13	0,00	0,00	0,00	0,00	144,65
	SUBSIDIOS	0,00	0,00	459,70	579,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.039,04
RECONSTRUCCION	OPERA CIVIL	0,00	17,39	0,00	929,47	0,00	420,57	0,00	11,52	0,00	0,00	1.468,95
	MATERIALES	0,00	0,00	345,01	1.943,30	345,01	1.256,23	0,00	0,00	0,00	0,00	3.939,54
	SUBSIDIOS	0,00	0,00	1.412,73	795,02	715,11	72,47	0,00	0,00	0,00	0,00	2.995,33

CUADRO No. 4

SUBPROYECTO MACROMEDICION  
CRONOGRAMA DE INVERSION  
(MILES DE US \$)

PRECIOS A JUNIO/88  
US \$= 275.63

O B R A	1989		1990		1991		TOTALES	
	EXTRANJERA	NACIONAL	EXTRANJERA	NACIONAL	EXTRANJERA	NACIONAL	EXTRANJERA	NACIONAL
	OBRA CIVIL	0.00	0.00	0.00	197.99	0.00	0.00	0.00
EQUIPOS								
1) MEDIDORES DE CAUDAL, PRESION Y NIVEL	0.00	0.00	446.51	0.00	0.00	0.00	446.51	0.00
2) REPUESTOS	0.00	0.00	79.03	0.00	316.11	0.00	395.14	0.00
3) HERRAMIENTAS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.44	0.00	51.44
4) VEHICULOS	0.00	0.00	58.52	0.00	0.00	0.00	58.52	0.00
TOTAL EQUIPOS	0.00	0.00	584.06	0.00	316.11	51.44	900.17	249.43
					TOTALES		900.17	249.43
					SUM TOTAL SUBPROYECTO			1,149.60

RETIRO #46

Revision 1 de

CUADRO No. 5

SUPROYECTO FUGAS  
CONDICIONAM DE INVERSIONES  
(MILES DE US \$)

PRECIOS A JUNIO/80  
US \$ = 295.63

O B R A	1989		1990		1991		1992		TOTALES	
	ESTRANJERA	NACIONAL	ESTRANJERA	NACIONAL	ESTRANJERA	NACIONAL	ESTRANJERA	NACIONAL	ESTRANJERA	NACIONAL
<b>OBRA CIVIL</b>										
01 MANTO Y REVELACION DE CAMARA		16.70		21.36		38.14				76.20
02 CONSTRUCCION SERE CCO Y CTAP		33.64		29.43						63.07
03 REPARACION DE VALVULAS				13.24		13.24				26.48
04 REPARACION DE VALVULAS				27.30		47.64		2.26		77.21
05 TRABAJOS DE PITOMETRIA				7.82						7.82
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>		<b>50.42</b>		<b>99.19</b>		<b>99.19</b>		<b>2.26</b>		<b>250.86</b>
<b>MATERIALES</b>										
01 REPARACION DE VALVULAS				44.14		44.14				88.28
02 REPARACION DE VALVULAS				47.99		47.99				95.98
03 TRABAJOS DE PITOMETRIA				2.30						2.30
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>94.43</b>		<b>92.13</b>				<b>186.65</b>
<b>BIENES</b>										
01 VEHICULOS			185.11	302.41					185.11	302.41
02 EQUIPO PIT. Y LOC. FUGAS			142.06						142.06	
03 HERRAMIENTAS				62.04						62.04
04 HERRAMIENTAS				9.38						9.38
05 MANTO CCO Y CTAP			131.53	165.11					131.53	165.11
06 MICROCOMPUTADOR (2)				19.80						19.80
<b>TOTAL BIENES</b>				<b>678.70</b>		<b>678.70</b>				<b>678.70</b>
									<b>TOTALES</b>	<b>1,116.45</b>

Observación: En el Componente nacional de los anteriores no se ha incluido el concepto de valor agregado (IVA)

**GRAN TOTAL SUPROYECTO 1,395.13**

**CUADRO No. 6**  
**SUBPROYECTO OTICOMEDICINA**  
**CRONOGRAMA DE INVERSIONES**  
**(MILES DE US \$)**

PRECIOS A JUNIO/80  
 US \$ = 275.63

O B R A	1989		1990		1991		1992		TOTALES	
	EXTRANJERA	NACIONAL								
<b>OBRA CIVIL</b>										
1) ADECUACION Y CAMBIO MEDIDORES				112.53		195.92		9.26		317.71
2) ADECUACION TALLER MEDIDORES		26.91		23.94						50.85
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>		26.91		136.47		195.92		9.26		368.15
<b>MATERIALES</b>										
1) REP. MEDIDORES (6. 1/2" A 6")			281.27	667.98	281.29	667.98			362.33	1,335.16
2) MEDIDORES (6. 3/2" A 2")			64.74	476.52	64.73	476.52			129.47	951.04
<b>TOTAL MATERIALES</b>			346.01	1,144.50	346.01	1,144.50			491.80	2,286.20
<b>EQUIPOS</b>										
1) BANCO DE PRUEBA			16.35						16.35	
2) EQUIPO HIDRONEUMATICO				7.14						7.14
3) MICROCOMPUTADOR				6.31						6.31
4) MESAS DE REPARACION				7.18						7.18
5) COMPRESOR DE AIRE				2.52						2.52
6) MUEBLES Y ENSERES				16.31						16.31
7) MOTOROMAS				6.94						6.94
8) COMPRESOR			25.83						25.83	
9) VEHICULO			307.79	34.66					307.79	34.66
10) HERRAMIENTAS				21.02		21.03				42.05
<b>TOTAL EQUIPOS</b>			349.97	117.00		21.03			349.97	138.11
<b>TOTALES</b>									1,041.99	2,794.46

OBSERVACION : En el componente nacional de los materiales no se incluyó el impuesto al valor agregado (IVA)

**GRAN TOTAL SUBPROYECTO** 1,041.99 2,794.46

RETIRAR

**CUADRO No. 7**  
**REVENIDOS Y CONTROL ADUANERO NO CONTABILIZADO**  
**SUBSIDIO CONTRABANDO**  
**EXERCICIOS DE IMPUESTO**  
**(MILES DE US \$)**

PRECIOS A JUNIO/80  
 US \$- 293.63

UBA ID A R I O I		1989		1990		1991		TOTALES	
		ESTRANJERO	NACIONAL	ESTRANJERO	NACIONAL	ESTRANJERO	NACIONAL	ESTRANJERO	NACIONAL
VERACRUZ	USDA CIVIL			10.60					10.60
	MATERIALES			39.31					39.31
VILLAHUEVA	USDA CIVIL			2.87					2.87
	MATERIALES			7.17					7.17
SALOMIA	USDA CIVIL			5.04					5.04
	MATERIALES			15.32					15.32
VILLAHUAMA	USDA CIVIL			39.50		3.79			43.29
	MATERIALES			149.60					149.60
MORTIJA	USDA CIVIL			56.93		9.66			66.59
	MATERIALES			72.00					72.00
SAN JUANES III	USDA CIVIL			19.24					19.24
	MATERIALES			36.56					36.56
PEREGRIN I	USDA CIVIL			60.10		27.95			88.05
	MATERIALES			149.20					149.20
PEREGRIN II	USDA CIVIL			64.53		26.62			91.15
	MATERIALES			133.04					133.04
PEREGRIN III	USDA CIVIL			28.26		14.60			42.86
	MATERIALES			85.53					85.53
BRIGAS DEL LIMONON	USDA CIVIL			31.53					31.53
	MATERIALES			80.05					80.05
EL VERDE	USDA CIVIL			114.73		47.20			161.93
	MATERIALES			500.94					500.94
OBSERVACIONES : En el componente nacional de los								USDA CIVIL	570.89

materias no se ha incluido el impuesto al valor agregado (IVA)

TOTALES  
 MATERIALES 1,300.00  
 USDA TOTAL SUBSIDIO 1,875.77

# **6 Programa de Control de Agua No Contabilizada**

EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN

Gerencia Acueducto y Alcantarillado

PROGRAMA CONTROL DE AGUA NO CONTABILIZADA

Documento preparado para el Seminario Internacional de  
Reducción y Control de Pérdidas de Agua.  
Realizado en Cali, Agosto 21 al 25 de 1989.

Medellín Julio 19 de 1989

## POLITICA DE REDUCCION DE AGUA NO CONTABILIZADA

### 1. INTRODUCCION

Se define como agua no contabilizada a la diferencia entre el volumen de agua que se entrega a las redes desde las plantas de tratamiento y el volumen indicado por los medidores domiciliarios e industriales, mas el consumo medido o estimado en uso público aunque no dé lugar a facturación. Adicionalmente, se define como agua no facturada la diferencia entre el volumen entregado por las plantas y el facturado a los usuarios. Por lo general, este valor es mayor que el de agua no contabilizada ya que el consumo de algunos usos públicos no se factura.

El porcentaje de agua no contabilizada varía sustancialmente entre diferentes ciudades o sistemas de acueducto, ubicándose normalmente entre un 5 y un 60%, de acuerdo con una serie de factores que serán analizados más adelante. Este problema afecta gravemente el desempeño de las empresas de acueducto ya que por un lado disminuye sus ingresos al dejar de facturar volúmenes importantes de agua que han sido tratados y distribuidos y por el otro, aumenta sus egresos por los recursos que deben dedicarse a la reparación de daños y ampliaciones prematuras de su sistema. Es por ello que la mayoría de las empresas dedican parte de sus recursos a tratar de reducir el agua no contabilizada.

### 2. COMPONENTES DEL AGUA NO CONTABILIZADA.

Los factores fundamentales que inciden en el porcentaje de agua no contabilizada son los siguientes:

#### 2.1. Errores en macromedición.

RET/100 #50

Normalmente, los macromedidores colocados a la salida de las plantas de tratamiento, tienen la tendencia a sobre-estimar los caudales, dando una medida un poco superior a la real .

#### 2.2. Errores en micromedición.

Los micromedidores, colocados para cuantificar el consumo de los diferentes usuarios, tienden a subestimar el consumo, bien sea por desgaste de sus piezas internas con el uso, por la magnitud del caudal mínimo requerido para que el medidor empiece a registrar o por la precisión inherente al tipo de medidor, por el diseño y control de calidad de materiales durante su manufactura.

#### 2.3. Usos públicos.

El agua consumida en extinción de incendios, pilas públicas, lavado de calles y redes de alcantarillado, fuentes y riego de parques públicos, no es en muchos casos medida y cuando se hace, la precisión de la medición es deficiente.

#### 2.4. Conexiones ilegales o fraudulentas.

Son todas aquellas que no figuran en el registro de suscriptores de la empresa, a quienes no se les factura y que sin embargo, hacen uso del servicio. Incluye también aquellas instalaciones fraudulentas, hechas por el usuario y cuyo consumo no es registrado por los aparatos de medidas.

#### 2.5 Fugas

Es todo volumen de agua derramado como consecuencia de desperfectos en las uniones o rotura de tuberías, más el que es necesario desperdiciar para aislar y vaciar el tramo en el cual debe hacerse la reparación y lavar luego el tramo reparado.

### 3. PERDIDAS Y SU INTERPRETACION.

Es frecuente aplicar el término "pérdidas" al agua no contabilizada, lo cual no sólo no se ajusta a la realidad sino que contribuye a aumentar la confusión sobre el tema, ya que en general se tiene la creencia de que todas las pérdidas son recuperables. Por ello es conveniente mirar cada uno de los componentes del agua no contabilizada a la luz del contexto de pérdidas.

Los errores de macromedición, por ser en general una sobreestimación, no representan un volumen real de agua perdida. Ese volumen "adicional" no ha sido tratado, ni distribuido y por lo tanto no puede convertirse en una pérdida. Es sólo un error de tipo estadístico.

Los errores de micromedición, por ser una sub-estimación del volumen consumido, representan para la Entidad un menor ingreso, pero como el agua ha sido efectivamente usada así no sea registrada, no puede asimilarse a una pérdida volumétrica. Este es pues una pérdida de ingresos, mas no una pérdida física de agua. La solución total o parcial de este problema redundará en un mayor ingreso para la Entidad y no en un menor consumo, excepto por la pequeña elasticidad que pueda presentar el consumo al valor total de la factura.

El agua utilizada en usos públicos tampoco representa una pérdida física, por cuanto con su uso se presta un servicio necesario, así no se cobre por él.

Las conexiones ilegales o fraudulentas son exactamente iguales a los errores en micromedición desde el punto de vista de pérdidas; es un agua efectivamente usada, no perdida. Representa sí un menor ingreso para la empresa (puede haber desperdicio por parte del usuario debido a la falta del medidor).

Las fugas, de acuerdo con la definición dada en 2.5, son las únicas que pueden asimilarse en forma clara a pérdidas, ya que constituyen aquel volumen que se desperdicia y no presta ningún servicio benéfico.

Un claro estendimiento de los conceptos anteriores es necesario para una buena interpretación y aplicación de las políticas que a corto y largo plazo deben emplearse para la reducción del agua no contabilizada, con un incremento de los ingresos y un desplazamiento en el tiempo de las necesidades de expansión del sistema.

#### 4. AGUA NO CONTABILIZADA EN EL SISTEMA DE EMPRESAS PÚBLICAS.

##### ANTECEDENTES.

El programa de pérdidas en el sistema de acueducto de las Empresas Públicas de Medellín se inició en 1970, con la creación de un grupo denominado "Recuperación de Pérdidas". En 1976 se comenzó a utilizar la tubería de cobre flexible tipo K para las acometidas nuevas y las que era necesario cambiar por estar en mal estado. En este mismo año se nombró un coordinador de pérdidas dependiendo en ese entonces de la Gerencia de Operaciones.

En el año 1982, en la reforma administrativa se creó el departamento de Investigaciones y Control Pérdidas Acueducto que desde esa época se encargó de planear, dirigir y evaluar el programa que en adelante se denominó "Control de Agua no Contabilizada". En este mismo año se reestructuró este programa en siete programas específicos: Control de fugas, micromedición, macromedición, control de fraudes, reposición de redes y acometidas, reducción de presiones y control calidad de los materiales y equipos. También se iniciaron los programas de cambio de redes en mal estado por tubería de hierro dúctil.

En 1985 se contrató un estudio sobre las áreas de macromedición, micromedición y detección de fugas, como recomendación se determinó adquirir medidores de 1/2" para cambiar los que ya habían cumplido su ciclo de reemplazo, macromedidores para plantas, tanques y circuitos regulados y tubería de hierro dúctil para continuar el cambio de redes. Simultáneamente, durante 1985, se contrató un estudio para el control de presiones en el sistema de acueducto. Como consecuencia se recomendó adquirir válvulas reguladoras de presión y reordenar los circuitos existentes.

Durante 1986 y 1987 se prepararon los pliegos de condiciones para la adquisición de todos los materiales y equipos recomendados en los estudios anteriores y que fueron en parte financiados en el Proyecto Río Grande II, por intermedio del Banco Interamericano de Desarrollo, BID. Durante 1989 se espera recibir de los proveedores los materiales y equipos y dar inicio a algunas de las obras.

El sistema de acueducto de Empresas Públicas de Medellín atiende a siete (7) Municipios de los diez (10) localizados en el Valle de Aburrá: Medellín, Bello, Itagüí, Envigado, Sabaneta, La Estrella y parcialmente Copacabana. Al finalizar el año 1988 atendía un total de 354.679 instalaciones, correspondientes a 394.535 usuarios. Su redes de distribución tenían 2.239.4 Kilómetros y se atendía aproximadamente a una población de 1.86 millones de habitantes; los cuales están ubicados en un valle estrecho con laderas bastante pendientes y su población están asentada en las cotas 1.400 a 2.000 m.s.n.m. aproximadamente.

El agua no contabilizada en Empresas Públicas de Medellín es aproximadamente el 40%, distribuido en la siguiente forma, de acuerdo con estudio efectuado en circuitos representativos.

Errores en macromedición	3%
Errores en micromedición	15%
Usos públicos	2%
Conexiones ilegales o fraudulentas	5%
Fugas	15%

A continuación se exponen los programas mencionados.

#### 5. MACROMEDICION.

Es evidente que una medición confiable y la más precisa posible del agua que sale de las plantas de tratamiento es fundamental, ya que ella es la base para todo cálculo. Para alcanzar este objetivo deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- Todas las salidas de la planta deben poseer su medidor.
- El tipo de medidor debe escogerse con base en criterios de precisión, confiabilidad, repetitividad de la medición, requerimientos de mantenimientos, calidad del agua, rango de variación de los caudales a corto, mediano y largo plazo y finalmente el costo.
- La localización del macromedidor debe respetar los requerimientos fijados por el fabricante en cuanto a ubicación planimétrica y altimétrica y de presencia o no de perturbaciones del flujo en un determinado tramo aguas arriba del mismo.
- La presencia de aire en la tubería conduce por lo general a grandes problemas de precisión, por lo cual debe evitarse.

Consecuentes con estos criterios, Empresas Públicas de Medellín ha decidido la adquisición de medidores tipo magnético, venturi y orificio para completar su sistema de macromedición. Con ello se dotarán todas las salidas de la planta con su respectivo medidor, reemplazando, además, aquellos elementos secundarios y transmisores que están en mal

ES 7 DULCIS

estado. En el período 1980 - 1984 se habían adquirido 30 macromedidores.

Como complemento a este programa y teniendo en cuenta la situación de privilegio del acueducto de Empresas Públicas de Medellín, ya que está conformado por 57 circuitos diferentes, independientes entre sí,

alimentado cada uno por un tanque de almacenamiento, se instalarán macromedidores a la salida de los tanques. Con ello se podrá medir el

volumen total suministrado mensualmente al circuito. Una recolección de este valor con el consumo mensual facturado en cada circuito, al cual pueda llegarse ya que con el número de instalación puede identificarse

el tanque a que pertenece, permitirá calcular el agua no contabilizada por circuitos. Esta desagregación del agua no contabilizada a nivel

global de todo el sistema señalará los tanques con mayor problema y permitirá fijar prioridades en la lucha contra el agua no contabilizada

haciendo que los esfuerzos produzcan el mayor beneficio posible. Algo similar se hará a nivel de subcircuitos o zonas de presión.

Para llevar a efecto este programa se adquirió en el año 1988 el suministro de 62 macromedidores tipo venturi y 6 manómetros para

colocarlos a la salida de las plantas de tratamiento y tanques de distribución. Además 123 macromedidores de placa de orificio para

ubicarlos en los circuitos que van a tener válvulas reguladoras de presión.

6. MICROMEDICION.

Do son las razones fundamentales que justifican la instalación de micromedidores o medidores domiciliarios: a) Es el método más equitativo para cobrar por el servicio de agua, ya que se dispone de una medida del

volumen consumido por el usuario; b) la instalación de medidores contribuye a disciplinar al usuario reduciendo su consumo prácticamente al 50% desde aquél que no posee medidor, hecho ampliamente documentado en la literatura técnica al respecto. De ahí que la política general debe ser obtener un 100% de medición a nivel domiciliario.

La sola instalación de los micromedidores no es la solución definitiva al problema. Estos aparatos, por ser mecánicos, con partes móviles, sufren deterioro con el uso y por ello es necesario reemplazarlos periódicamente.

La escogencia sobre el tipo de medidores debe basarse en criterios de calidad, precisión, tasa de pérdida de precisión con el tiempo, como consecuencia del desgaste de las piezas, y costos. Su período de reemplazo (en años) está afectado por los siguientes factores:

- Costo de adquisición del medidor.
- Consumo mensual del usuario.
- Estructura y nivel tarifario.
- Costo económico del dinero.
- Tasa de crecimiento de la imprecisión del medidor con el tiempo.

Un cálculo económico, teniendo en cuenta estos factores, permite sacar algunas conclusiones, aplicables al caso de Empresas Públicas de Medellín, en el cual los usuarios han sido clasificados en seis estratos socioeconómicos, los cuales reflejan el ingreso familiar; el consumo mensual por estrato es creciente y el costo promedio del m3. es creciente con el estrato. Dichas conclusiones son:

- El período de reemplazo de medidor de más alto estrato debe ser menor que el de los estratos bajos.

RETIRAR # 54

- No es económicamente justificable el utilizar medidores volumétricos de transmisión magnética, de más alto costo de adquisición, en los estratos bajos.

El cambio del medidor debe hacerse en forma selectiva con base en un análisis económico de cada medidor individual, para tener en cuenta tanto el patrón de consumo como el estrato del usuario. Este análisis debe actualizarse cuando ocurran variaciones importantes en cualquiera de los parámetros utilizados en los cálculos.

El cubrimiento del servicio de acueducto es del 96%, de los cuales sólo el 4% no tienen medidor. Los micromedidores residenciales son de tipo volumétrico de 1/2", para medir consumos mayores como edificios multifamiliares, centros comerciales etc. se emplean medidores volumétricos de 1" y 1-1/2". Para medir los consumos industriales se emplean medidores de velocidad o combinados en diámetros que van de dos a ocho pulgadas.

Dentro de la micromedición se adelanta los programas siguientes:

6.1. Control de altos consumos.  
para los medidores que presentan consumos superiores a 400 m3 por mes, que son cerca de 2.200 instalaciones y facturan el 22.8% del consumo total de acueducto. Estas instalaciones son revisadas periódicamente en intervalos que están de acuerdo con su consumo mensual, se investiga cualquier anomalía que se presente. Se les hace mantenimiento correctivo cuando lo requieren y preventivo a los de mayor diámetro. A los medidores de 4", 6" y 8", se les lleva curvas de consumos mensuales.

6.2. Causas de no lectura.  
El programa consiste en que todo medidor que no puede leerse por estar parado o dañado, se cambia por otro nuevo o reparado además se atienden

otras causas de no lectura, como limpieza de caja de medidor, instalación sin medidor y medidor volteado. Anualmente se cambian 33.000 medidores por dichas causas sin contar con los del programa cambio masivo, el cual se verá más adelante.

Se hacen constantemente ensayos para calcular la exactitud de los medidores, con el fin de determinar su importancia en el porcentaje de agua no contabilizada. En la segunda parte de esta conferencia se describirán algunos de ellos.

### 6.3. Usos públicos.

Como se dijo anteriormente, el uso de los medidores tiende a racionalizar el consumo de agua haciéndolo menor. Es por ello que debe tratarse que la mayoría de los usos públicos sean también medidos y estén sujetos a cobro, excepto la extinción de incendios.

Para aquellos casos en los cuales, por diferentes circunstancias, sea imposible hacer la medición, deben estimarse los consumos y tenerlos en cuenta en los cálculos del agua no contabilizada.

En este sentido van dirigidas las políticas de Empresas Públicas de Medellín.

### 7. CONEXIONES ILEGALES O FRAUDULENTAS.

Como son muy pocos, aunque ocurren, los casos en los cuales los usuarios informan de la existencia de conexiones fraudulentas, la Entidad posee grupos especializados, los cuales recorren el sistema en busca de fraudes. Para ellos se hace un uso muy intenso de información sobre bajos consumos, correlación entre consumos de acueducto y energía y fluctuaciones anormales en el consumo de acueducto. Gran parte de estos casos son verificados en el campo.

RETIRO #55

En sectores subnormales, en donde aunque sea conocida la existencia de una conexión ilegal para un grupo de viviendas, no es posible socialmente eliminarla, se procede en primera instancia a colocar un medidor comunal y si es posible, a desarrollar un programa de Habilitación de Viviendas en las condiciones que se explican más adelante.

#### 7.1. Habilitación Viviendas.

Este programa tiene como fin primordial incorporar al servicio de acueducto y alcantarillado a los habitantes ubicados en los barrios subnormales. Con ello se logran dos propósitos: primero, la prestación de los servicios básicos a esta parte de la comunidad, y segundo, la disminución de las conexiones ilegales o fraudulentas.

Este programa consiste en que Empresas Públicas de Medellín, previo el consentimiento de la comunidad interesada, construye directamente las redes de acueducto y alcantarillado, las acometidas y coloca los contadores, cobra a los usuarios solamente una parte de los costos (alrededor del 50%) y les financia los pagos con bajos intereses (0.5, 0.1, 1.2% mensual, según el caso) y por períodos hasta de 10 años. Las cuotas mensuales por este concepto son facturadas junto con el consumo y su valor es acordado con cada usuario, con base en un estudio socioeconómico mediante el cual se evalúa la capacidad de pago del grupo familiar.

En el período 1964 a 1988 se han construido dentro del programa de habilitación viviendas 79.912 instalaciones de acueducto, que representan aproximadamente el 25% del total, 34.071 de alcantarillado y 128.830 de energía. Para 1989 se proyecta construir 13.700 de acueducto, 6.900 de alcantarillado y 20.000 de energía, con una inversión

que asciende a 14.000 millones de pesos, incluyendo la infraestructura de tanques, conducciones, redes, etc.

#### 7.2. Servicios provisionales.

A todos los servicios provisionales de construcciones se les obliga a tener medidor, con el fin de evitar desperdicios de agua durante el tiempo que dure la obra.

#### 7.3. Acometidas para incendio.

Todas las acometidas para la red interior de incendios de industrias, centros comerciales, etc., deben tener medidor y ser independientes de la acometida para el consumo normal.

### 8. FUGAS

El sistema de distribución está compuesto por las redes de distribución y las acometidas. Ambas son afectadas por diferentes factores.

#### 8.1. Acometidas.

Los daños en las acometidas se presentan ya sea en la conexión con la red, en la tubería misma o en su conexión con el medidor. Los daños en la tubería se deben fundamentalmente al tipo de material y al sistema constructivo. Las escogencias del material deben ser consecuencia de un análisis de las condiciones locales.

Un análisis estadístico del comportamiento de diferentes materiales, en las condiciones normales, es el mejor elemento de decisión de que se pueda disponer. Como una muestra de ello, en el caso específico de Empresas Públicas de Medellín, se tienen los siguientes datos sobre el número de daños

por año por cada cien acometidas en cada uno de los materiales utilizados (tabla 1.)

DETIC 54

Tabla 1. Daños por año por cada cien acometidas.

Año	Material				
	H.G	PVC	PF+UAD	CU	TOTAL
1983	29.0	7.6	6.5	0.6	9.5
1984	27.2	7.2	9.8	0.6	7.1
1985	21.7	11.6	11.0	0.3	4.7
1986	19.0	13.3	11.9	0.3	3.7
1987	22.1	14.7	12.0	0.4	3.6
1988	17.5	9.5	6.2	0.4	2.3

H.G.: Hierro galvanizado

PF+UAD: Plástico flexible ultra alta densidad

CU: Cobre flexible tipo K

PVC: Cloruro de polivinilo

TOTAL: Promedio ponderado con base en el total de acometidas

### 8.2. Redes de Distribución.

Muchos son los factores que se han identificado como contribuyentes a que se presenten daños en las redes de distribución, los cuales involucran tanto las áreas de planeamiento como de diseño, fabricación, instalación, supervisión durante construcción y operación. Las principales causas se han clasificado en cuatro categorías así:

- Calidad y edad de la tubería
- Ambiente en que se coloca la tubería
- Calidad del trabajo de instalación
- Condiciones de servicio

Entre los elementos que afectan la frecuencia de los daños pueden citarse los siguientes: Diámetro, material, edad, presión de trabajo, variación de la presión de trabajo, revestimiento interno y externo, limpieza de la tubería, intensidad del tráfico, corrosividad del suelo, distribución del área de servicio por sectores, existencia o no y tipo de pavimento de la vfa. calidad del proceso de instalación, etc.

Un análisis de los daños en las redes de distribución a la luz de los factores anteriores, sobre un período de años representativo, permite tener una mayor comprensión del comportamiento de las tuberías. La diversidad de factores que pueden influir en la frecuencia de daños hace que no sea fácil el trasponer información de una ciudad a otra, ya que cada una de ellas tiene una combinación muy particular de esos factores. Por ello es de vital importancia llevar unas estadísticas, lo más completas y confiables posible, para que cada ciudad con base en un análisis de las mismas, pueda adoptar las medidas que considere más convenientes a su caso.

En la tabla 2 se presenta un resumen del comportamiento de los diferentes materiales para el caso específico de la ciudad de Medellín y los municipios adyacentes, donde Empresas Públicas de Medellín presta el servicio.

Tabla 2. Daños en las redes de distribución y comportamiento de los diferentes materiales (Daños/Km./año)

Año	Material					PROMEDIO
	A.C PVC	ACE	H.G.	H.D.F.	AP	

1981	7.8	7.8	1.9	1.8	0.7	0.2	3.1
1982	8.2	8.3	2.2	1.7	0.8	0.3	3.3
1983	9.4	4.4	2.8	2.0	0.7	0.1	3.5
1984	9.3	4.1	2.6	2.2	0.9	0.0	3.5
1985	8.0	2.1	2.3	1.9	0.9	0.0	2.9
1986	7.3	1.2	1.6	1.4	0.7*	0.0	2.0
1987	7.2	0.9	1.2	1.0	0.8	0.0	2.2
1988	8.1	1.1	1.3	1.1	1.1	0.0	2.5

\* Es de anotar que todos los daños ocurrieron en el hierro fundido y ninguno en el dúctil.

A.C: Asbesto cemento

PVC: Cloruro de polivinilo

ACE: Acero

H.C: Hierro Galvanizado

H.C.F.: Hierro dúctil o fundido

AP: Lámina de aceto con refuerzo helicoidal y revestimiento interno y externo en concreto.

Como puede observarse, hay una gran diferencia entre los resultados obtenidos con los diferentes materiales, lo cual indica que la decisión de utilizar uno u otro es sustancial para el acueducto, por los costos de mantenimiento y pérdidas de agua que ello implique durante la vida útil de la tubería.

Otro aspecto muy importante para el caso de Medellín es la gran incidencia de daños en las tuberías cuyo diámetro es menor o igual a 3", como se ilustra con los datos de la Tabla 3.

Tabla 3. Daños en las tuberías con diámetro menor o igual a 3" (Daños/Km /año).

Año	0 menor o igual a 3"	0 mayor o igual a 4"
1982	3.85	2.27
1983	4.42	2.29
1984	4.40	2.30
1985	3.76	1.77
1986	3.34	1.33
1987	3.52	1.09
1988	3.81	1.13

Para ilustrar el gran cambio que en el aspecto de daños en redes falta por recorrer en el caso de Empresas Públicas de Medellín, se muestra en la Tabla 4 una comparación con algunas ciudades de Estados Unidos, las cuales cubren el aspecto de los acueductos de ese país, con respecto a tamaño:

Tabla 4. Comparación de E.E.P.P.M., en cuanto a daños, con acueducto de EE.UU.

	Empresa redes (Km)	Longitud estudiado	período Km/año	Daños/
1.	Denver Water Dept. Denver, Co.	3.472	76-83	0.067
2.	East Bay Municipal U. District, Oakland, Ca.	5.625	73-82	0.161
3.	Kenosha Water Utility Kenosha, Ws.	430	74-82	0.221

4.	Louisville Water Co. Louisville, Ky	4.114	63-83	0.147
5.	New York City Water Supply Bureau, New York, NY	5.265	64-80	0.167
6.	Philadelphia Water D., Philadelphia.	9.887	70-78	0.047
7.	Empresas Públicas de Medellín	1.922	81-85	3.28

La política de Empresas Públicas de Medellín en cuanto a materiales, es utilizar en sus redes los mejores posibles, mirados no sólo también desde el punto de vista de su costo de adquisición sino también analizando su comportamiento total en su vida útil.

Estas políticas son acompañadas por dos acciones adicionales, tendientes ambas a disminuir el efecto que sobre el agua no contabilizada tienen los daños. La primera se refiere a la rapidez en la respuesta a la atención de los daños. Se tiene un grupo de personas atendiendo 24 horas al día llamadas telefónicas de usuarios en relación con problemas en las redes, las acometidas, etc. Estos problemas son verificados en el campo y se ordena su reparación estableciendo prioridades de acuerdo con la gravedad de los mismos. La ciudad se tiene distribuida en tres zonas independientes, se llevan estadísticas mensuales sobre el tiempo requerido para atender los daños y de ello se hace una crítica permanente.

La segunda tiene que ver con medición y estudios continuos que se hacen sobre la red de distribución para resolver problemas locales de mal servicio por fallas en válvulas reductoras de presión, válvulas que se

cierran accidentalmente, etc., lo mismo que un recorrido de unos 100 Km. mensuales de la red para detectar fugas no visibles, mediante equipos especializados.

Estas acciones se reforzarán con equipos adicionales que se encuentran en proceso de adquisición.

## 9. REPOSICION DE REDES DE DISTRIBUCION Y ACOMETIDAS

Por medio de estadísticas llevadas durante un largo período de tiempo, se han identificado las redes y acometidas que presentan mayor incidencia de fugas y por consiguiente están contribuyendo a aumentar la cantidad de agua no contabilizada en el acueducto.

### 9.1 Acometidas.

Empresas Públicas de Medellín ha adoptado la utilización del cobre como material estándar para sus acometidas, y desde 1977 hasta el presente se han reemplazado o instalado un total de 264.000. Toda acometida en cualquier otro material que presente un daño es sustituida por cobre. El número de daños en acometidas se ha reducido sustancialmente como puede verse en la tabla 1.

### 9.2. Redes de Distribución.

En relación con las redes existentes, es claro que algunas de ellas son inadecuadas y por alta frecuencia de daños, con todos los costos y problemas que ellos implican deben ser sustituidas. Esta sustitución se hará iniciando con las tuberías cuyo diámetro es de 3" o menos y se utilizará un diámetro mínimo de 4". Antes de 1991 se sustituirán 250 Kms.

## 10. REDUCCION DE PRESIONES.

Como puede observarse en los datos siguientes, las presiones actuales en el sistema de acueducto de Empresas Públicas de Medellín son bastante altas, lo cual contribuye a incrementar el agua no contabilizada, ya que se producen más daños y en cada uno de ellos, hasta su aislamiento y reparación, se pierde mayor volumen de agua mientras más alta sea la presión:

Presiones actuales en el sistema EE.PP.M. (m.c.a.)

Rango de presión	<60	60-90	90-120	120-150	150-180	> 180
Porcentaje del área	24,62	47,89	22,94	3,92	0,54	0,28

Con miras a reducir las presiones se ha llevado a cabo un estudio conducente a un reordenamiento total del sistema, de tal manera que el rango de presión de servicio en toda la red está comprendido entre 20 y 60 metros de columna de agua

Presiones futuras en el sistema EE.PP.M. (m.c.a.)

Rango de presión	<60	60-65	65-70	70-75
Porcentaje del área	82.3	13.7	3.3	0.7

El 82.3% del área tendrá presiones menores de 60m y el 90% del suministro se hará bajo una presión menor de 60 m.c.a. en razón de la no proporcionalidad entre el área y los caudales.

En relación con las obras y el costo de las mismas, se debe tener presente que éstas son numeradas por tres conceptos: Control de las presiones en el rango de 20a 60 m.c.a., adecuación de la red para atender la demanda del año 2010 y el mejoramiento de las condiciones en las zonas que hoy cuentan con mal servicio. La ejecución de las obras se ha planteado por etapas, la primera de las cuales se ejecutará entre 1988 y 1991, satisfará la demanda al menos hasta 1996 y garantizará que se cumplan los límites de presión y la independencia de las zonas entre sí.

Las obras necesarias para reducir las presiones y que fueron recomendadas en el estudio como una primera etapa, se ejecutarán antes de 1990.

#### 11. CONTROL CALIDAD MATERIALES Y EQUIPOS.

Está orientado a controlar la calidad de todos los materiales y equipos utilizados en el acueducto y en el alcantarillado, tanto desde el momento que se están elaborando los diseños y especificaciones, como también en el momento de adquirirlos y durante su vida útil.

Para ello se cuenta con un departamento de control de calidad, que se encarga de hacer todos los ensayos y pruebas necesarias; con el fin de detectar si cumplen con las normas y especificaciones exigidas.

Se exige que todos los materiales, tales como tuberías, válvulas, hidrantes, accesorios, etc., deben tener como mínimo grabada la marca del fabricante, además, de otras especificaciones como: Diámetro, presión de trabajo, etc.. En el momento de la recepción se le somete a pruebas de acuerdo con muestreos estadísticos recomendados en cada caso. Se han elaborado manuales que sirvan de guía en la conformación de los pliegos de condiciones, para las licitaciones destinadas a adquirir los materiales y equipos requeridos.

#### 12. TELEMETRIA Y TELECONTROL

Actualmente están en proceso de compra los equipos necesarios para un sistema SCADA (Supervisor Control and Data Acquisition System) para adquisición de datos, supervisión y telecontrol. Este sistema, que se describe en detalle en otra parte, permitirá entre otras cosas, el manejo por computador del cúmulo de datos provenientes de los macromedidores.

Mediante programas que para el efecto se implementarán, se podrán correlacionar estos datos con el consumo mensual por circuito o zona de presión y tener así un mejor conocimiento del agua no contabilizada desagregada por sectores, lo cual orientará la aplicación de recursos a los circuitos más críticos.

### 13. AMPLIACION PROGRAMA DE MICROMEDICION.

Con el uso los micromedidores también generalmente se subregistran el caudal que pasa por ellos. El deterioro para la precisión e incremento del subregistro es particularmente predecible para los medidores volumétricos, ya que los de velocidad tienen un comportamiento errático. Debido a que el subregistro de los micromedidores es un porcentaje importante en la cantidad de agua no contabilizada, se han adelantado varias investigaciones para tratar de determinar sus causas y el valor de éste, a continuación se hace una breve descripción de éstas.

#### 13.1. Incidencia del desgaste del pistón y obstrucción del cedazo en la exactitud de los micromedidores.

Los ensayos se realizaron durante veintiséis semanas, sometiendo cinco medidores semanalmente al ensayo de exactitud a una tasa de 1/8 gpm (28.4 l/h), primero se ensayaron los medidores tal como llegan del terreno, después se les cambió el cedazo y por último el pistón. Por tener el cedazo sucio dió una disminución promedio de 7.0% en los 130 micromedidores ensayados. Se cambió el pistón por uno nuevo, se observó una mejora promedio en la exactitud del 35.0%. También se dedujo que hay otras piezas que influyen en la exactitud del micromedidor, ya que para obtener una exactitud del 100% con más o menos 2.0% de desviación, es necesario cambiar otras tal como la cámara matriz, el tabique, los piones de la transmisión, etc., que también sufren desgaste.

### 13.2 Subregistro promedio de los micromedidores.

Con ayuda de un programa sistematizado se seleccionó aleatoriamente una muestra estadística que fuera representativa de los 242.961 micromedidores residenciales existentes en el momento de la investigación. Se sometieron 916 micromedidores al ensayo de exactitud a las tasas de 1/4, 1, 2, 4, 8 y 12 gpm (57, 227, 454, 908, 1827 y 2725 litros por hora).

Se ensayaron en grupos de 6 micromedidores, necesitándose aproximadamente 4 horas por grupo, para un total de 3.590 horas. Se pasaron por cada micromedidor 100 litros de agua a las tasas mencionadas y se anotó el caudal registrado.

Para llevar a cabo el análisis de los resultados éstos se agruparon para cada tasa de flujo, en diez intervalos de frecuencia, de acuerdo con el porcentaje de exactitud y se hallaron las frecuencias correspondientes. Para el conjunto de datos se buscó la media como medida de tendencia central y como medida de dispersión se calculó la desviación típica. Teniendo en cuenta la repartición de los porcentajes del consumo, a las diferentes tasas del flujo para una residencia, trabajo realizado para varias ciudades de Estados Unidos, por el ingeniero William O. Hudson de la firma Pitometer Associates, se dedujo una repartición de estos consumos para el acueducto de Empresas Públicas de Medellín y con base en ellos y con los porcentajes promedios de exactitud para las diferentes tasas de los ensayos, se obtuvo que el subregistro promedio para los micromedidores era de 21.3%.

### 13.3. Ensayo de la exactitud de micromedidores por cambio masivo.

Durante el año 1985, se ejecutó un programa denominado "cambio masivo de medidores", el cual consistió en detectar por medio de un programa sistematizado los medidores que habían alcanzado registros superiores a los 5.000 metros cúbicos. Se cambiaron durante dicho año 13.270 medidores de 1/2". Con el fin de determinar el porcentaje de exactitud de éstos micromedidores, una vez retirados del campo, se ensayaron muestras representativas en grupos de 18 semanales, durante 23 semanas, hasta ajustar 414. Los ensayos se hicieron a las ratas de 2 gpm (454 l/h) y luego a 12 gpm (2.725 l/h). Como resultado se obtuvo que en promedio el subregistro de los micromedidores fue de 14%.

Haciendo una evaluación del programa a precios actuales se obtiene lo siguiente: Los micromedidores nuevos o reparados presentan un subregistro del 2%, por consiguiente al hacer el cambio se recupera un 12%, o sea 3.5 metros cúbicos por medidor, tomando como promedio 28.6 metros cúbicos mensuales por instalación, en un año la recuperación de los 13.500 micromedidores asciende a 567.000 metros cúbicos, que a 62.5 pesos por metro cúbico, da un total de 35.4 millones. El micromedidor reparado cuesta \$4.620 y el costo total es de 62.4 millones, o sea, que la inversión en el programa se recupera en un período menor de dos años.

#### 13.4. Continuación del programa de cambio masivo.

Con el objeto de contar con un instrumento que sirviera para determinar cuando era recomendable hacer el reemplazo de los micromedidores, se desarrolló dentro del estudio denominado "Control de agua no contabilizada", realizado por el consorcio Greeley and Hansen y compañía Colombiana de Consultores y conjuntamente con el personal de Empresas Públicas de Medellín, un programa sistematizado Lotus 1-2-3, para

RET 7 REV 7 61

reemplazo de micromedidores aplicando la ecuación para el " ciclo de reemplazo de costo mínimo", desarrollado por el grupo de trabajo y con base a una modificación del método usado en la ciudad de Rochester, New York, incluido en el informe denominado " How often should water meter be serviced" por Edward F. Watson. La ecuación es aplicable a cualquier tipo de medidor y tiene en cuenta algunas variables tales como el precio inicial del micromedidor, el costo del metro cúbico del agua discriminado por estratos socio-económicos, el subregistro de medidores al final de su vida útil, etc., da como resultado el ciclo de reemplazo correspondiente al costo mínimo en el período de planeación. La ecuación utilizada se adjunta en el anexo 1.

#### 13.5 Resultados obtenidos.

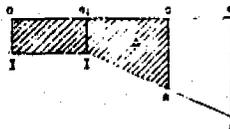
Con la aplicación de la técnica del numeral anterior, se obtuvo que para los estratos 1, 2, 3 el reemplazo del micromedidor debe hacerse cuando se alcance un caudal acumulado de 3000 metros cúbicos, que de acuerdo con el consumo promedio es de 9 años. Para los estratos 4, 5 y 6 dió un consumo acumulado de 2500 m<sup>3</sup>, que de acuerdo con el consumo promedio, equivale a 6 años.

En concordancia con los criterios anteriores, se analizaron las instalaciones existentes y con ayuda de la sistematización se agruparon por estratos y para el período comprendido entre 1988 y 1992 se llegó a la conclusión que era necesario reemplazar 135.000 micromedidores, que sobrepasaban durante dicho período los topes anteriores, el reemplazo se ejecuta de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla 5. Micromedidores para el cambio masivo

Año	Cantidad
1988	23.000
1989	47.000
1990	41.000e
1991	24.000
	<hr/>
Total	135.000

ANEXO 1  
Ecuación del ciclo de reemplazo de costo mínimo para  
micromedidores



Donde:

- $q_i$  • Volumen después del caudal el subregistro inicial empieza a deteriorarse,  $m^3$
- $q_f$  • Volumen total acumulado al final de la vida útil del micromedidor,  $m^3$
- $Q$  • Volumen al cumplir el ciclo de reemplazo de costo mínimo,  $m^3$
- $T$  • Subregistro inicial, %
- $P$  • Subregistro a  $Q_A$ , %
- $R$  • Subregistro a  $Q$ , %
- $A$  • Área representativa del volumen de pérdida de agua
- $W$  • Costo unitario del agua, \$/m
- $S$  • Costo inicial del micromedidor/unidad, \$

A partir de la gráfica se puede plantear la siguiente ecuación al final de la vida útil.

$$A = \frac{QT}{100} + \frac{1}{200} \frac{(P-1)(Q-q_i)^2}{(Q_A - q_i)}$$

Costo por ciclo de reemplazo: C

- C • Costo del medidor + costo de pérdida de agua
- C •  $S + AW$

$$C = S + \frac{QTW}{100} + \frac{W}{200} \frac{(P-1)(Q-q_i)^2}{(Q_A - q_i)}$$

$$\frac{C}{Q} = \frac{S}{Q} + \frac{TW}{200Q} \frac{(P-1)(Q-q_i)^2}{(Q_A - q_i)}$$

Para el costo mínimo del ciclo:

$$\frac{d(C/Q)}{dQ} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dQ} \left[ \frac{S}{Q} + \frac{TW}{200Q} \frac{(P-1)(Q-q_i)^2}{(Q_A - q_i)} \right]$$

Resolviendo para Q tenemos:

$$Q = \left[ q_i^2 + \frac{200(Q_A - q_i) S}{W (P-1)} \right]^{1/2}$$

REVISION 763

LISTADO DE PROVEEDORES

NOMBRE	DIRECCION		
METALURGICAS APOLO	Cr. 50	2Sur-189	Medellin
METALURGICAS TORINO	Cl. 12A	38-40	Bogota
FERROVALVULAS	Cr. 51	37-32	Medellin
FERRETERIA LOS ACUEDUCTOS	Cr. 52	12Sur-106	Medellin
FERRETERIA REINA	Cr. 53	36-83	Medellin
DEPOSITOS MIRANDA	Cr. 52	59-49	Medellin
MATERIALES Y HERRAMIENTAS	Cl. 37	52-36	Medellin
OLARTE VELEZ	Cr. 50	36-20	Medellin

**7** **Campaña para el Uso Racional  
del Agua Potable en el  
Departamento de Risaralda  
- Caso Municipio de Marsella**

SEMINARIO INTERNACIONAL

REDUCCION Y CONTROL DE PERDIDAS DE AGUA.

" Campaña para el Uso Racional del Agua  
potable en el Departamento de Risaral  
da ( el caso MARSELLA ) "

Por Carlos Alfonso Victoria Mesa .

Cali, agosto 21 al 25 de 1.989

Retina 3

Dedicatoria :

A mi madre Esneda, complice permanente de esta tarea

## CONTENIDO

-----

1. INTRODUCCION
2. EDUCACION DE USUARIOS : ESTRATEGIA PARA LA EFICIENCIA DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO.
3. JUSTIFICACION DE UN PROGRAMA EDUCATIVO
  - 3.1 COSTOS
  - 3.2 INGRESOS
  - 3.3 INVERSIONES
  - 3.4 PLANIFICACION
  - 3.5 DISPONIBILIDAD
  - 3.6 EFICIENCIA
4. METAS FISICAS DE UN PROGRAMA EDUCATIVO
  - 4.1 RESULTADOS DIRECTOS
  - 4.2 RESULTADOS INDIRECTOS
5. CRITERIOS GLOBALES PARA EL DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA EDUCATIVA
  - 5.1 GENERALIDADES
  - 5.2 CRITERIOS SOCIO-CULTURALES
  - 5.3 CRITERIOS CONTEXTUALES
  - 5.4 CRITERIOS METODOLOGICOS
    - 5.4.1 PAPEL DE LA COMUNICACION
    - 5.4.2 EDUCAR PARA LA ACCION
    - 5.4.3 PARTICIPACION DE LA COMUNIDAD
    - 5.4.4 PRODUCCION Y USO DE MENSAJES

6. INSEÑANZAS DE LA CAMPAÑA DESARROLLADA EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA A PARTIR DEL CASO MARSELLA
- 6.1 PROBLEMA REGIONAL
  - 6.1.1 ADMINISTRACION
  - 6.1.2 MEDICION
  - 6.1.3 PERDIDAS
  - 6.1.4 INFORMACION
  - 6.1.5 CONSECUENCIAS
- 6.2 OBJETIVOS DESARROLLADOS
- 6.3 ACTIVIDADES
- 6.4 RESULTADOS
- 6.5 MARSELLA : MUNICIPIO MODELO
7. RECOMENDACIONES
8. BIBLIOGRAFIA

## 1. INTRODUCCION

El presente documento es fruto de experiencias desarrolladas en el campo de la educación de usuarios de acueducto y pretende asimilar críticamente los fenómenos planteados en el campo de la comunicación y educación, desarrollando algunos conceptos sobre la función del conocimiento y el aprendizaje comunitarios para hacer posible un uso eficiente de los servicios.

Observa el modelo aplicado en el caso del Departamento de Risaralda, a partir de la situación planteada en el Municipio de Marsella, como ejemplos que bien pudieran implementarse en otras regiones del país donde se presenten problemas asociados al desperdicio de agua, no cancelación de tarifas y rechazo a la micromedición, sin dejar de lado la inquietante condición ambiental de las fuentes de abastecimiento.

Se formulan una serie de recomendaciones para ser consideradas y aplicadas en la medida que así lo convengan autoridades y administradores. Lo cierto es que a partir de estos procesos de educación comienza a recorrerse un camino pocas veces tenido en cuenta cuando se trata de dar paso a procesos de optimización y ampliación de coberturas.

Lo que se considera es propiciar una movilización institucional y ciudadana que nos permita forjar una verdadera " CULTURA DEL AGUA ", como lo reclama la situación ambiental del país.

2.- EDUCACION DE USARIOS : ESTRATEGIA PARA LA EFICIENCIA DE LOS SER-  
VICIOS DE ACUEDUCTO

El diagnóstico de los problemas asociados a la ineficiencia de los ser-  
vicios de acueducto nos ha permitido establecer que si bien en la ma-  
yoría de las situaciones estos obedecen a irregularidades en el campo  
de la administración y correcta operación de los mismos, lo cierto es  
que <sup>hay</sup> una débil participación de los usuarios en las distintas fases de  
los proyectos, tales como su preparación, ejecución, administración y  
conservación.

Los proyectos sanitarios para dotar de agua potable a las comunidades  
y evacuar las aguas servidas no han tenido un componente socio-educati-  
vo. En la práctica se han menospreciado este factor que luego resulta  
determinante para efectos de control de consumos, mediante la microme-  
dición, y pago de tarifas, amén de la conservación de las fuentes de  
abastecimiento.

Es decir que los proyectos de acueducto y alcantarillado orientados a  
elevar la calidad de vida de la población tras unos mejores servicios  
no han estado acompañados de planes que permitan a las comunidades ben-  
eficiadas determinar el alcance de estos dentro del ámbito social, econó-  
mico y ambiental.

No basta con dar lugar a soluciones físicas a las carencias de agua pota-  
ble si paralelamente no desarrollamos estrategias educativas que tengan  
por objeto preparar a las comunidades a su adecuada conservación y uso  
racionalizado de los servicios.

R.F. in 67

No se trata de simples campañas publicitarias, ni de mensajes aislados en el conjunto de la dimensión socio - ambiental y cultural de las comunidades. La experiencia surgida en el campo de la comunicación y la educación alrededor de los problemas del uso del agua nos enseña que en el presente y futuro inmediato se hace indispensable investigar y perfeccionar metodologías de trabajo en torno a la capacitación de los usuarios, a través de programas continuados de educación.

Gracias a la capacitación que genere respuesta a nivel de actitudes y comportamiento benévolo con la conservación y uso eficiente de los servicios de acueducto, es posible fortalecer el nivel de participación de la comunidad en campos aparentemente vedados, como el de la propia administración.

Qué saben nuestras comunidades sobre las cantidades de agua que deben consumir ? Qué saben los usuarios sobre la función del hidromedidor ? Qué saben sobre la dinámica ambiental de una microcuenca hidrográfica ? La carencia de información sobre estos y otros aspectos, por ejemplo, ha suscitado respuestas negativas por parte de algunos sectores de la población, como el rechazo a la implantación de medidores para control y facturación de consumos.

Los vacíos institucionales en el campo de la educación para el uso racional del agua potable son aprovechados por personas inescrupulosas que valiéndose del escaso nivel informativo de la comunidad sobre los beneficios que presta un acueducto, manipulan la opinión ciudadana provocando serias amenazas a la estabilidad de las entidades administradoras de sistemas.

En el caso particular de RISARALDA, ocho años antes que el gobierno regional tomara la firme decisión de ejecutar una campaña educativa, una población del occidente de este departamento fue trágico escenario de una sangrienta refriega entre ciudadanos enardecidos contra la im-plantación de medidores y la Fuerza Pública.

El rechazo a la medición de consumos refleja, por un lado, problemas de administración y por otro, la ausencia de estrategias en el plano de la educación: sobre todo en aquellas comunidades que desde tiempos inmemoriales se habituaron al consumo de agua cuya calidad aparentemente era óptima, sin embargo hay que decirlo: la presión social y la demanda ambiental de nuestras fuentes ha provocado profundas alteraciones a la composición físico-química y bacteriológica del agua, no solo encareciendo los costos de producción sino limitando las posibilidades de vi-da de las comunidades urbanas y rurales.

Es justamente aquí donde la educación para el uso racional de los servicios de acueducto debe jugar un papel determinante si en realidad se quieren desmontar mitos como el del medidor que no pocos dolores de ca-beza ha suscitado a los administradores.

Y qué decir del cobro de tarifas. Sin pretender hacer un juicio de responsabilidades, lo cierto es que en nuestro medio, en el caso de las poblaciones pequeñas, relativamente cercanas a los espacios del poder local, los puntos de encuentro entre empresa y comunidad sólo se reducen a la entrega de un recibo o a escuálidos diálogos cuando se trata de reclamos.

A la comunidad no se le ha indicado cuáles son sus responsabilidades más allá del pago de una tarifa, pero no se le involucra de manera con

certada en la comprensión de la problemática asociada al pago de tarifas a cambio de buenos servicios públicos. Directa o indirectamente los bajos recaudos de una empresa de acueducto se originan en la ausencia de flujos de información hacia los usuarios, en la falta de capacitación, en la carencia de "entrenamiento" de la comunidad organizada. No hemos educado a la gente para que cancele su servicio, porque tampoco le hemos enseñado el valor, en toda su dimensión, del agua, como agente regulador de vida.

Con frecuencia la respuesta a la denominada "indisciplina social" se traduce en medidas de corte represivo, haciendo uso de procedimientos de policía y cosas por el estilo a fin de castigar a los despilfarradores de agua, como en su momento se vio obligada la Administración Municipal de Santa Marta en junio del presente año.

Las bondades de un programa de educación de usuarios orientado hacia el uso racional del servicio tienen un gran impacto económico en cuanto a la estabilidad financiera de la empresa administradora en cuestión, si se quiere.

Por ejemplo, la inversión en educación repercute en mayores ingresos por mayor cobertura de medición que a su turno fortalece la facturación cobro y recaudos, al tiempo que se disminuyen los factores de tensión social.

En definitiva, un programa educativo que consulte la problemática específica de cada región donde se inicien nuevos proyectos o se pretenda elevar la eficiencia de los ya construidos, es indispensable dentro de la actual estrategia de optimizar índices de cobertura.

Por fortuna, gobernantes, administradores y técnicos han comprendido es

esta necesidad dentro del conjunto de actividades programadas para mejorar la calidad de los servicios, dando lugar a iniciativas en este campo que ya comienzan a ofrecer resultados satisfactorios; pero los cuales habrá que continuar evaluando e implementando.

Es preciso señalar que estos esfuerzos no deben ser aislados, siendo coherentes con los planes globales en el campo de la educación ambiental para la conservación de los recursos hídricos, a fin de darles mayor consistencia y fundamento eco-social, tal como lo han propuesto las agencias del Estado y las organizaciones ecológicas del país.

Hay que ir a los ciudadanos, a las amas de casa, a los estudiantes, a la juventud, a los niños, preferiblemente; a la comunidad en general para que jueguen su papel y no sean simples espectadores de los programas gubernamentales.

Sin la participación de la comunidad a través de la capacitación, difícilmente se podrán lograr grados importantes de eficiencia .

### 3.- JUSTIFICACION DE UN PROGRAMA EDUCATIVO

-----

Sensibilizar a la comunidad para producir cambios de actitud positiva frente al uso racional del agua potable mediante la micromedición que de lugar a procesos de cuantificación de demanda y base al área comercial de los servicios de acueducto, permite los siguientes alcances.

#### 3.1 COSTOS

-----

Si se reduce la cantidad de agua desperdiciada por su uso irracional, se podrá también reducir la producción de agua potable y los costos de distribución, puesto que probablemente habría que producir menos agua para atender la misma demanda, además se economizaría la compra y utilización de insumos para el tratamiento del agua.

#### 3.2 INGRESOS

-----

El agua que se pierde porque su consumo no se registra y no se paga, representa ingresos que dejan de percibirse, mientras que los costos de captar, tratar, almacenar y distribuir el agua ya se han pagado. Si se cobra el agua consumida por los usuarios, se obtendrán ingresos para sufragar los costos de administración, operación y mantenimiento del sistema.

#### 3.3 INVERSIONES

-----

La facturación del consumo de agua registrado por un medidor permite obtener recursos con los cuales son posibles el diseño y ejecución de obras de mantenimiento y optimización del sistema.

### 3.4. PLANIFICACION

-----

La medición del agua suministra información valiosa para efectos de financiación, administración, operación y mantenimiento. Precisar qué cantidad de agua se potabiliza y se consume, permite un empleo eficiente de insumos. Sin una base de datos sobre el potencial de la demanda se carece de argumentos para pronósticos de ensanche.

Conocer la cantidad de agua que se trata y distribuye, y el volumen de agua registrado y facturado, permite calcular la cantidad no contabilizada y suministra información para el cálculo de demandas futuras.

### 3.5. DISPONIBILIDAD

-----

El uso racional del agua merced a un aparato de medición crea las condiciones físicas de presión en la red de distribución para mantener su disponibilidad constante durante las 24 horas del día, eliminando los racionamientos provocados por el desperdicio, sobre todo en las partes altas de las poblaciones, en el supuesto de áreas urbanas que acusan irregularidades en su relieve.

### 3.6. EFICIENCIA

-----

El uso racional del agua potable garantiza un nivel de eficiencia del servicio en cuanto a la conservación de la infraestructura física, evitando su deterioro. Donde no existe adecuada administración de la distribución del agua es frecuente detectar el deterioro de la infraestructura de los acueductos y la mala calidad del agua entregada a los usuarios.

#### 4.- METAS FISICAS DE UN PROGRAMA EDUCATIVO

-----

Si la estrategia a nivel comunitario se orienta a impartir educación acerca de lo que cuesta el abastecimiento del agua y de los efectos del derroche, tanto para el usuario como para la misma empresa, los resultados directos e indirectos son :

##### 4.1 RESULTADOS DIRECTOS

-----

- 4.1.1 Reducción de costos para la empresa
- 4.1.2 Recuperación del agua perdida
- 4.1.3 Aumento del volumen de agua facturada
- 4.1.4 Aplazamiento de inversiones

##### 4.2 RESULTADOS INDIRECTOS

-----

- 4.2.1 Mejor imagen de la empresa
- 4.2.2 Mayor satisfacción de los usuarios
- 4.2.3 Mayor cobertura a menores costos

## 5.- CRITERIOS GLOBALES PARA EL DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA EDUCATIVA

---

### 5.1 GENERALIDADES

---

Si coincidimos que en la práctica los proyectos de abastecimiento de agua potable no han consultado el componente educativo, desde el punto de vista de un proceso de aprendizaje que posibilite el uso y conservación de estos, de manera eficiente, por parte de los administradores locales y su comunidad; si estamos de acuerdo que el área de la comunicación social para estrechar el binomio empresa-usuarios, ha sido subestimada; si compartimos el criterio, que el deterioro de la infraestructura como consecuencia, entre otras cosas, de falta de conciencia pública está ligado a la ausencia de procesos que algunos denominan de "concientización", también estaremos de acuerdo que en el futuro inmediato los programas de educación formal y no formal, deberán estar dotados de un componente ambiental que permita impartir un conocimiento adecuado de los recursos locales.

En efecto, las escuelas rurales y urbanas deben enseñar acerca de los bosques regionales, de sus aguas y la conservación de ambos; acerca de los procesos de deterioro de los medios naturales y cómo puede revertir este fenómeno en la supervivencia de las comunidades.

Ya en la conferencia del Mar del Plata, Argentina, reunida en 1.977 para definir líneas de acción y criterios que permitieran evitar una crisis mundial del agua, se estimó que a fin de garantizar la participación de la comunidad en cuestiones relativas al uso, protección y conservación del agua, la investigación y la educación deben estar eficientemente

complementadas , al dárseles un sentido general de responsabilidad de los recursos locales a la comunidad, para concientizarla de la importancia de la protección y conservación del agua.

Sin embargo el avance en esta dirección ha sido lento y coyunturalista, o cuando no apoyado en argumentos emotivos y ajenos a criterios que basen su ejecución en programas estructurados, fomentando la inercia ciudadana y sin que se involucre a la comunidad de manera planificada y activa en los procesos educativos para proteger y dar uso racional a los recursos y servicios.

A fin de dar lugar a estrategias que consulten estas necesidades se deben tener en cuenta los siguientes criterios :

#### 5.2 CRITERIOS SOCIO - CULTURALES

Uno de los aspectos que más influyen y determinan los consumos es el relativo a las tradiciones y hábitos de la comunidad. Según las costumbres, según su cultura, su grado de educación y las posibilidades de participación social de un grupo, el consumo puede variar considerablemente.

Modificar hábitos, tendencias y creencias sobre el empleo del agua, en terminos de mayor demanda o desperdicio, debe indagar sobre practicas asociadas a la higiene personal, actividades de subsistencia económica ( porcíolas caseras, por ejemplo ) , cocción de alimentos, mantenimiento de utensilios y domicilios.

#### 5.3 CRITERIOS CONTEXTUALES

Para efectos del diseño de un programa educativo, la estrategia debe asumir determinante<sup>s</sup> que influyen sobre la demanda del servicio tales

como : precio ( tarifas ) , medición del consumo, ingreso del usuario, niveles o calidad del servicio de acueducto, drenaje , continuidad del servicio, presión del servicio y clima de la región.

#### 5.4 CRITERIOS METODOLOGICOS

-----

##### 5.4.1 PAPEL DE LA COMUNICACION

-----

La comunicación sola no tiene ningún efecto transformador, pero cobra sentido cuando se pone al servicio de lo organizativo, ya que es un fundamento indispensable de la organización : una empresa de servicios carente de canales de comunicación, de interacción con sus usuarios, está en permanente riesgo de estancarse, de no reflexionar, de no crecer cuantitativamente ni cualitativamente.

##### 5.4.2 EDUCAR PARA LA ACCION

-----

Lo educativo, en procesos como el señalado, no consiste en suministrar información o conocimientos; lo educativo debe suscitar la reflexión a partir de la realidad práctica, a fin de despertar la acción de la comunidad.

Los procesos educativos con usuarios deben influir en la evolución de tendencias y comportamientos frente a la conservación del recurso, mediante acciones de control y alivio, así mismo deben incidir en la actitud frente a la valoración del agua y el servicio que se presta.

##### 5.4.3 PARTICIPACION DE LA COMUNIDAD

-----

Aunque es una metodología de trabajo manipulada por los administradores, donde la comunidad en lugar de ser agente creativo y protagónico, es utilizada conforme a las urgencias que precisan los problemas a nivel de

respuestas inmediatas o graduales, las experiencias en el campo de los servicios de acueducto, nos permiten señalar que :

- La comunidad es posible movilizarla alrededor del conocimiento sobre el agua y su valor, porque los flujos de información en estos tópicos son prácticamente nulos.
- La comunidad puede producir sus propios mensajes, siendo creativa, cuando se le incentiva a recuperar la memoria histórica de sus acueductos; cuando los niños le dibujan, escriben y componen al agua, a sus ríos, a su cotidianidad frente al servicio que disfrutan.
- La comunidad puede desarrollar evaluaciones críticas de los servicios, de sus microcuencas, de manera abierta y franca; pues si lo que producimos es agua potable, sí ese es nuestro producto a la venta, porque no se le invita a los consumidores, a los usuarios, a participar y organizarse con el propósito de examinar el producto, conocerlo y obtener un conocimiento más objetivo del problema.

#### 5.4.4 PRODUCCION Y USO DE MENSAJES

-----

Nadie cambia su vida por la influencia de algunos mensajes puestos en los medios masivos de comunicación y mucho menos si estos obedecen a argumentos que no estan apoyados en la investigación de los problemas a solucionar.

El medio a utilizar por una campaña o programa, es aquel reclamado por la situación concreta en la que se requiere trabajar. No el camino inverso : medios que andan a la búsqueda de situaciones.

La mera presencia de la radio, por ejemplo, o de algún instrumento no aseguraría un cambio de actitud en la comunidad.

Lo sostengo porque se abusa, con fe ciega, en el volante por el volan-

te, el afiche por el afiche, o la cuña radial, como si fueran la panacea. No obstante sus efectos, hay que insistir en estrategias que comprometan al individuo, al colectivo. Carteles, folletos, son recursos destinados a mantener informada a la gente, pero no son suficientes. Cuando estos sirven de apoyo en el marco de una campaña o programa estructurado, adquieren validez relativa.

En cambio cuando los paquetes educativos son digeridos a través de la confrontación y evaluación personal o de grupo, en el propio medio, en el seminario, en el taller, donde el intercambio deje reflexiones y conclusiones; el asunto del uso de medios nos permite una mayor participación ciudadana en cantidad y calidad, orientada en la búsqueda de soluciones.

La propagación de mensajes, a efecto de estimular el ahorro de agua, de alcance local, regional y nacional, ambientan conductas pero no las determinan.

Corresponde, entonces, a las empresas de servicios asumir la responsabilidad de dar lugar a estrategias integrales entre el uso de medios, el empleo de la publicidad y los planes de capacitación individual y grupal.

6.- ENSEÑANZAS DE LA CAMPAÑA DESARROLLADA EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA A PARTIR DEL CASO MARSELLA.

En diciembre de 1.986, la Gobernación de Risaralda, por intermedio de su Secretaría de Planeación, decidió iniciar una Campaña orientada a eliminar el desperdicio de agua en un total de nueve municipios ( ver anexo No.1 ) , a partir de persuadir a la comunidad de la necesidad y utilidad de la micromedición, como único instrumento efectivo de control.

El gobierno departamental en su estrategia de proporcionar "AGUA POTABLE PARA TODOS" ejecutó obras sanitarias para la elevar la cobertura urbana de servicios de acueducto y alcantarillado, sin embargo dejó en suspenso el plan de hidromedición, ante el rechazo abierto, una vez, y otro soterrado de líderes políticos que de esa manera indispusieron a la comunidad con argumentos carentes de toda validez.

6.1 PROBLEMA REGIONAL

La identificación del problema diagnóstico, evaluado, enfrentado y posteriormente resuelto observó los siguientes aspectos :

6.1.1 ADMINISTRACION

Los sistemas de acueducto y alcantarillado carecían de administración y por ende de operación y adecuado mantenimiento.

6.1.2 MEDICION

Ausencia total de micromedición, provocando el desperdicio de agua y por consiguiente irregularidades en la continuidad de la prestación del servicio.

### 6.1.3 PERDIDAS

Los sistemas de acueducto trabajaban a pérdida al no haber medición, ni registro y mucho menos facturación que permitieran la obtención de ingresos para el autosostenimiento de los mismos.

### 6.1.4 INFORMACION

Se encontró una carencia de información por parte de la comunidad sobre los beneficios que representa la disponibilidad permanente de agua potable en la misma salud humana, el papel de la medición y la responsabilidad ciudadana para con el pago de tarifas.

### 6.1.5 CONSECUENCIAS

Los efectos de ineficiencia administrativa y desinformación derivaron en

- Baja calidad del agua suministrada
- Proliferación de enfermedades ( EFA )
- Deterioro de la infraestructura construida

Este desorden determinó que los agentes de la política local, en cada municipio, promovieran el rechazo a la medición, como una supuesta imposición que afectaba los intereses económicos de la comunidad.

## 6.2 OBJETIVOS DESARROLLADOS

La Campaña para el Uso Racional del Agua Potable en el Departamento de Risaralda se trazó con base en los siguientes objetivos :

- Motivar a las comunidades al uso racional del agua potable.
- Ilustrar a la población sobre los beneficios que para la salud representa la disponibilidad permanente de agua potable.

- Demostrar que el recurso agua se puede agotar y por tanto es vital su conservación y control en el gusto cotidiano.
- Informar a los usuarios que los consumos normales en el hogar valen poco, que lo costoso es el desperdicio, el tratamiento, operación y distribución del agua potable.
- Instalar medidores de agua en el inmueble de cada suscriptor del servicio de acueducto, como único instrumento de controlar el consumo.

### 6.3 ACTIVIDADES

-----

Las actividades de la Campaña se concentraron alrededor de Centros Docentes, donde se capacitó a : estudiantes, profesores y padres de familia.

El proyecto se apoyó en medios audiovisuales y ayudas didácticas.

Bajo el lema TODA GOTA DE AGUA CUENTA , la Universidad Tecnológica de Pereira diseñó una cartilla didáctica, fruto de la investigación de campo y la que fue evaluada por los niños de la básica primaria.

Así mismo se emplearon y evaluaron, por grupos de trabajo, videos y audiovisuales relativos al problema del agua en su conjunto y los servicios públicos en particular.

Se capacitó a la clase administradora, política y dirigente de cada municipio a través de seminarios y talleres.

Se emplearon carteles didácticos sobre los beneficios del medidor y la dimensión del desperdicio de agua por fugas en las llaves y conexiones domiciliarias, principalmente.

La Campaña se asocio a la actividad ambientalista que por muchos años ha tenido un desarrollo exitoso en el departamento de Risaralda, dando paso a la realización de múltiples jornadas ecológicas para conocer y

evaluar, con la comunidad, la situación de las microcuencas.

De manera alternativa se hizo uso de los medios masivos de comunicación con el objeto de difundir promociones que incentivaran el uso eficiente de los servicios, las ventajas del medidor de agua y la importancia de proteger las áreas protectoras de los cursos de agua.

#### 6.4 RESULTADOS

-----

La Campaña ha permitido, entre otros, los siguientes resultados :

- Implantación de la micromedición en los municipios involucrados.
- Desarrollo del área comercial en los municipios al darse lugar a procesos de facturación.
- Solución a los problemas de racionamiento por desperdicios.
- Optimización de la infraestructura sin recurrir a ampliaciones.
- Mejor calidad de agua entregada a la población.
- Disminución, en la mayoría de los casos, de enfermedades de origen hídrico.

#### 6.5 MARSELLA : MUNICIPIO MODELO

-----

Por iniciativa propia, la clase dirigente y administradora de Marsella, caracterizados por su civismo y conciencia ecológica, optó en 1.984 solucionar los problemas del abastecimiento de agua potable atacando los siguientes frentes : administración , micromedición y protección de las fuentes de abastecimiento.

Como lo dice el video que acompaña esta exposición, a partir de abril de 1.984, época en que se inició el proceso de medición de consumos y una vez que se reactivó la planta de tratamiento local, los resultados fueron sorprendentes : de 54 casos por diarrea reportados en el quinto periodo

epidemiológico, en 1.983, se pasó a tan solo cuatro casos en septiembre de 1.984.

Evaluada esta experiencia, la Campaña se apoyó en sus resultados para multiplicarla en el resto de municipios cubiertos por el Programa.

Hoy no solo se ha asimilado esta estrategia con respecto a la disponibilidad de agua potable y su uso racional, sino que Marsella se ha constituido en base de la Campaña Municipio Verde que impulsa el Inderena, al ser declarado como tal y avanzar en la constitución de la Asociación Nacional de Municipios Verdes, celebrando ya su primer encuentro.

Ahora la campaña estimula iniciativas ciudadanas como el Concurso de Protección de Nacimientos, en el cual toman parte campesinos de la región, a los cuales se les apoya, orienta y actualiza esta tarea para regular y conservar las fuentes de abastecimiento rural.

La voluntad cívica y ecológica de la comunidad marsellesa es ahora también la voluntad y entusiasmo de los municipios de Risaralda y otros municipios del país que observan en esta experiencia una respuesta a los problemas del desarrollo urbano y el ambiente.

## 7.- RECOMENDACIONES

-----

Confiado que lo expuesto hoy aquí sea motivo de reflexión, de análisis y discusión, me permito presentar las siguientes recomendaciones :

7.1 Los gobiernos departamentales, las oficinas de Planeación y las autoridades encargadas de prestar los servicios de acueducto y alcantarilla do deberán impulsar, según las circunstancias y situación particular, el diseño y ejecución de programas educativos para usuarios de los servicios en cuestión.

7.2 Dichos programas se deberán apoyar en las necesidades y problemas que presenta cada sistema y comunidad, a fin de dar respuestas dentro de estrategias coherentes con los planes de optimización y uso eficiente de los servicios construidos.

7.3 Es preciso evaluar y enriquecer las experiencias educativas que en este campo se hayan desarrollado en el país, a fin de fundamentar y profundizar en los criterios y metodologías de trabajo.

7.4 Los programas y estrategias educativas para usuarios de acueducto deben estar basados en la participación comunitaria con el objeto de involucrar a la población en los procesos de diagnóstico, diseño y desarrollo de proyectos sanitarios, como una forma de elevar su nivel cultural y aprendizaje acerca del potencial de estos en la vida social.

7.5 Las acciones que en el campo de la educación se desarrollan, deben estar íntimamente ligadas a los procesos que se consideran e implementan en materia de educación ambiental por parte de agencias del Estado, como el Inderena y las Corporaciones Regionales, al igual que las Organizaciones No Gubernamentales ( ONG ) .

7.6 Las autoridades regionales, territoriales y locales, así como los responsables de la administración de los servicios de acueducto deben encontrar respuesta<sup>s</sup> a los problemas de desperdicio de agua, micromedición y cancelación de tarifas, con base en presupuestos educativos que sensibilicen a los usuarios sobre el valor del agua en toda su dimensión.

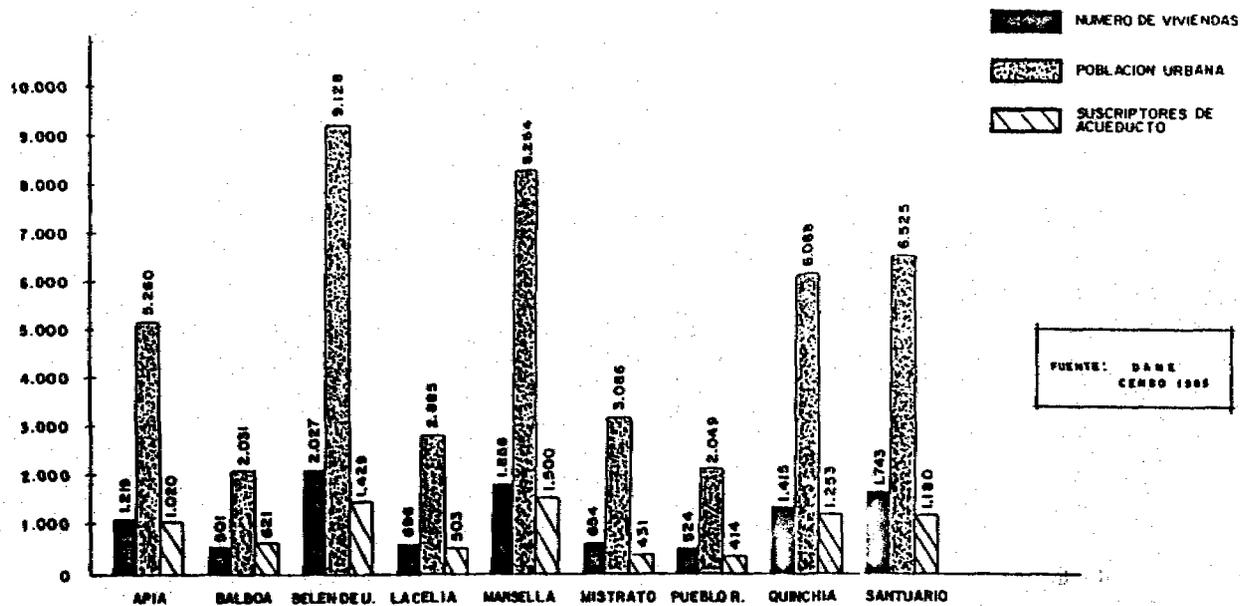
7.7 Gracias a los programas educativos para el uso eficiente del agua es posible elevar los niveles de cobertura, tanto en su calidad como en cantidad. Es <sup>te</sup> Criterio es clave para persuadir a la comunidad en ejercicios tales como el mismo pago de tarifas.

7.8 Los poderes locales, así como los administradores del agua potable deben propiciar, a través de estas actividades una gran movilización ciudadana alrededor del uso y conservación del agua, como medio que en el futuro permita disponer de recursos, sin los inconvenientes ambientales y financieros, por consiguiente, que desde ya se adviertan.

7.9 Lo que en el fondo se pretende es dar lugar a una auténtica "CULTURA DEL AGUA" que comprmeta los sentimientos y aspiraciones de las comunidades urbanas y rurales, tanto en las grandes, medianas, como pequeñas concentraciones.

7.10 Los medios de comunicación, tanto convencionales como alternativos, deben ser vehículos para provocar una mayor conciencia pública sobre la importancia de los servicios de acueducto y alcantarillado, y la protección de las fuentes de abastecimiento.

# COBERTURA DE LA CAMPAÑA



## 8.- BIBLIOGRAFIA

- "ANALISIS Y DISEÑO DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO", Universidad de los Andes, Bogotá, septiembre, 1.988
- "HACIA UNA COMUNICACION PARTICIPATIVA", Asociación Latinoamericana radiofónica, Quito, 1.983
- "NUESTRO FUTURO COMUN", Fundación Friedrich Ebert, México, 1.988
- "CAMPANA USO RACIONAL DEL AGUA POTABLE EN RISARALDA", Seminario sobre desarrollo institucional y agua contabilizada, BCH, Bogotá, octubre, 1.988
- "EL AGUA UN DON NATURAL", Estrada Alejandro, 1.986
- "PLAN DE ACCION FORESTAL PARA COLOMBIA", Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, junio, 1.989
- "APUNTES SOBRE COMUNICACION POPULAR EDUCATIVA", Quito, mayo, 1.984
- "COLOMBIA Y EL AGUA, tres aspectos", Fundación Friedrich Ebert, Bogotá, 1.989

# **8 Proyecto de Desarrollo Institucional en las Entidades de Administración del Servicio de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado en Colombia**

BANCO BCH CENTRAL HIPOTECARIO

BANCO CENTRAL HIPOTECARIO  
SUBGERENCIA DE DESARROLLO REGIONAL Y URBANO

PROYECTO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL EN LAS ENTIDADES  
ADMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
Y ALCANTARILLADO EN COLOMBIA

▪ ENFOQUE Y MECANISMOS DE FINANCIACION ▪

BCH/FFDU

SEMINARIO INTERNACIONAL DE REDUCCION Y CONTROL DE PERDIDAS  
ACODAL - SECCIONAL VALLE DEL CAUCA

CALI, COLOMBIA AGOSTO DE 1989.

EL PROYECTO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL EN LAS ENTIDADES ADMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN COLOMBIA.  
"ENFOQUE Y MECANISMOS DE FINANCIACION"  
BCH/FFDU

INTRODUCCION

El Gobierno Nacional estableció el Plan de Ajuste del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (PAS), enmarcado dentro del Plan de Economía Social para la lucha por la erradicación de la pobreza absoluta

Como Entidad prestataria y ejecutora del Proyecto Sectorial de Agua Potable y Alcantarillado, el Gobierno Nacional ha designado al Banco Central Hipotecario (BCH), a través del Fondo Financiero de Desarrollo Urbano (FFDU).

El PAS promueve como actividad prioritaria para el cumplimiento de sus objetivos el Desarrollo Institucional de las entidades administradoras de los servicios públicos de este Sector.

Como estrategia básica para lograr este Desarrollo Institucional el Gobierno adelanta acciones tendientes a formular y consolidar un Programa Nacional que ha denominado "Uso Eficiente del Agua", el cual en su marco de acción compromete todas las entidades que tienen vinculación o responsabilidad directa o indirecta con el Sector.

Durante el desarrollo de este importante Seminario Internacional sobre Reducción y control de pérdidas, se presentará el marco general del Programa de Uso Eficiente del Agua, que como se anotó previamente impulsa el Desarrollo Institucional en las entidades administradoras. En concordancia con ello, el BCH/FFDU como ente financiador del PAS, presenta en este documento la concepción, el enfoque general y el esquema del financiamiento de Proyectos de Desarrollo Institucional, a través del cual se financia el proceso planificado de cambio, tendiente a favorecer la capacidad operacional y administrativa de las entidades de agua potable y alcantarillado para que estas logren su autosuficiencia

El BCH/FFDU estima que partiendo de una entidad fuerte, es natural esperar un continuo proceso de planificación, inversiones, estudios, y ajustes institucionales, que contribuyan a garantizar y soportar las inversiones a realizarse, mediante proyectos bien concebidos, ejecutados y administrados, favoreciendo así la adecuada prestación de los servicios.

EL PROYECTO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL.

I. MARCO GENERAL DE POLITICA.

Las leyes expedidas por el Gobierno Nacional que favorecen el proceso de Descentralización, otorgan al Municipio mayor autonomía en la administración de su Desarrollo Urbano y le asigna claras responsabilidades en la prestación de los servicios públicos locales .

Como parte integral del proceso de descentralización política, administrativa y fiscal que está en marcha en el País, se adelanta el Plan de Ajuste del Sector de Agua Potable y Alcantarillado(PAS), y se impulsan actividades tendientes a consolidar el Proyecto de Desarrollo Territorial(PDT), los cuales pretenden con recursos de crédito dar apoyo, entre otros, a inversiones que en el campo del Desarrollo Institucional requieren las entidades territoriales, con el objetivo que estas mejoren su capacidad administrativa y operacional, promoviendo el fortalecimiento al interior de las mismas.

La concepción general del Proyecto de Desarrollo Institucional contribuye a apoyar el proceso de descentralización, y se concreta entre otros, en los siguientes objetivos:

- Financiamiento a las entidades territoriales para que conjuntamente con las transferencias del IVA, aumenten la cobertura y calidad de los servicios básicos, desarrollando a la par la capacidad para construir, administrar, operar y mantener sus inversiones.
- Fortalecimiento del proceso de planeación y gestión a nivel territorial mediante el apoyo y financiamiento a las instituciones encargadas de identificar, diseñar, evaluar y ejecutar proyectos.
- Mejoramiento de la capacidad administrativa y operacional de los gobiernos locales, mediante la capacitación y asistencia técnica.

Para garantizar el cumplimiento de los objetivos previstos, se ha considerado:

- Involucrar el componente de Desarrollo Institucional en todo programa de inversiones que implique administración, operación y mantenimiento posterior del mismo.

- Promover los Proyectos de Desarrollo institucional mediante la divulgación y capacitación a las entidades administradoras de servicios públicos, a aquellas que les brindan asesoría y a los consultores del sector.
- Unificar criterios y acciones de las entidades responsables y consultores, en torno a los proyectos de Desarrollo Institucional Territorial.
- Fortalecer el nivel seccional para el apoyo de los proyectos de Desarrollo Institucional, en especial las Oficinas de Planeación de los Departamentos, Intendencias y comisarías, y equipos de asesoría de las Corporaciones Regionales de Desarrollo.
- Actualizar la consultoría privada en relación con los nuevos contenidos y orientación del Desarrollo Institucional, de tal manera que ésta se adecúe a los requerimientos del mismo.

Considerando las premisas anteriores y en cumplimiento de los objetivos formulados en el PAS, el Gobierno impulsa, entre otras, acciones tendientes a consolidar un proceso de toma de conciencia a fin de crear una NUEVA CULTURA EMPRESARIAL por medio de la cual, la entidad que administre los servicios de abastecimiento de agua obtenga niveles aceptables de prestación del servicio, autocosteabilidad y eficiencia para cumplir así con su función social ante la comunidad; e igualmente lograr una NUEVA CULTURA en el uso eficiente del agua por parte de los usuarios y las entidades administradoras.

El proceso de toma de conciencia a que se hace referencia, se pretende adelantar dentro del PAS a través de un programa que se ha denominado USO EFICIENTE DEL AGUA, que como estrategia básica pretende lograr:

- El Desarrollo Institucional de las entidades administradoras de los sistemas de abastecimiento de agua y
- La concientización de la comunidad en el uso adecuado que se debe dar al agua, generando en aquella un cambio de actitud para favorecer así una nueva cultura en su manejo y conservación.

Se pretende que el Programa de Uso Eficiente del Agua, sea un instrumento generador de cambios institucionales profundos en el Sector.

La decisión de establecerlo a nivel nacional, comprometiéndolo los diferentes estamentos involucrados y relacionados directamente con el mismo, es decir el ente que fija las políticas, el que normatiza y presta asistencia técnica, el que financia, el que controla la calidad del agua, el que capacita, a quienes proveen

insuamos y lógicamente a quienes operan los sistemas, conjuntamente con los usuarios como receptores finales del servicio, permite esperar del programa, el logro de sus objetivos.

El BCH/FFDU es dentro del PAS y su Programa de Uso Eficiente del Agua, la entidad financiadora de las actividades que en el área de Desarrollo Institucional, se pretende implementen las entidades administradoras de los servicios de acueducto y alcantarillado; y por ello consciente de su papel ha diseñado en su política de crédito los lineamientos básicos para financiación y apoyo del proyecto de Desarrollo Institucional, con el fin de facilitar las inversiones requeridas de una manera oportuna y equitativa.

Se precisan a continuación los lineamientos del BCH/FFDU respecto a las acciones del proyecto de Desarrollo Institucional, en sus aspectos de concepción, enfoque y mecanismos de financiamiento.

## **II. CONCEPCION DEL PROYECTO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL**

### **2.1 DEFINICION**

El Desarrollo Institucional puede definirse como el conjunto de acciones integradas que se emprenden para implementar cambios organizacionales planificados, con el objeto de fortalecer la capacidad de gestión de las entidades administradoras de los sistemas de agua potable y alcantarillado de tal manera que estén en condiciones de responder oportuna y eficientemente por las funciones que le competen en concordancia con las demandas de la comunidad, y propendan por lograr su autosuficiencia en términos de una posición financiera sólida.

### **2.2 COMPONENTES BASICOS QUE INTERACTUAN EN UN PROYECTO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL**

Para definir el contenido de los proyectos de Desarrollo Institucional, es necesario tener en cuenta las características organizacionales de las Entidades territoriales del orden departamental y municipal, al igual que de sus entidades descentralizadas, de acuerdo con las funciones que desempeñan.

En el campo de la salud ambiental y principalmente en el Sector de Agua Potable y Saneamiento, la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, ha definido y desarrollado modelos para los sistemas organizacionales que componen una empresa de agua: Planificación, Operacional, Comercial, Financiero y Administrativo de Apoyo, siendo este último, un grupo de sistemas de diferente orden que permiten el mantenimiento del sistema empresa, alimentándolo con los recursos humanos materiales, de transporte, y otros necesarios para su actividad.

Estos sistemas pueden distinguirse claramente dentro del esquema de la organización, como es el caso de empresas de servicios públicos formalmente constituidas o aquellos municipios intermedios o mayores. O pueden entremezclarse como es el caso de la administración municipal o de los servicios en pequeñas localidades.

Los subsistemas funcionales que componen cada sistema organizacional han sido agrupados convenientemente para su análisis; sin embargo, es importante recordar, que no necesariamente corresponden a una estructura organizacional. En general, teniendo en cuenta que cada subsistema cumple con las actividades correspondientes a una función, permite que su agrupación por funciones sea compatible con diferentes alternativas de estructura organizacional, siempre que sean respetados sus procesos de decisión, informaciones, entradas, salidas, interacciones e interconexiones.

La responsabilidad de cada uno de los sistemas mencionados se resume a continuación:

#### Sistema de planeación

Formula y mantiene el plan de desarrollo a corto, mediano y largo plazo, desde los puntos de vista técnico, financiero, socioeconómico e institucional; además programa, controla y evalúa con el propósito de verificar el logro de los objetivos.

Está compuesto por las funciones de:

- Planificación Física
- Planificación Organizacional
- Planificación Económico-Financiera
- Programación
- Control

#### Sistema Operacional

Es el encargado de la operación de los sistemas de agua y engloba todas las funciones relativas a:

## **BANCO BCH CENTRAL HIPOTECARIO**

- Proyectos / Obras
- Operación
- Mantenimiento de Instalaciones y Equipos

### **Sistema comercial**

Se encarga de administrar eficientemente los recursos financieros requeridos para el cumplimiento de las funciones de las oficinas territoriales o del instituto descentralizado, mediante el oportuno cobro y recaudo de los ingresos.

Engloba todas las funciones inherentes a la comercialización de los servicios como son:

- Registro y Control de Usuarios
- Medición de Consumos
- Facturación y Cobro de Servicios
- Comercialización - Tarifas

### **Sistema financiero**

Administra las políticas, normas y procedimientos establecidos para la realización de las operaciones financieras y el registro y evaluación de la gestión financiera con sus resultados.

Las funciones que le competen son las siguientes:

- Contabilidad
- Presupuesto
- Finanzas

### **Sistema administrativo**

Administra las políticas, normas y procedimientos orientados al manejo y capacitación del recurso humano, administración de los bienes y servicios, control del patrimonio de la Entidad, manejo de la información y proyección de la imagen de la misma al interior y hacia la comunidad.

Está integrado por las funciones de:

- Recursos Humanos
- Transportes
- Suministros
- Administración de Patrimonio
- Comunicación Social

Ademas, se requiere de la existencia de un SISTEMA DE INFORMACION, el cual será responsable de los flujos de información y los canales de comunicación necesarios para apoyar las funciones de planeación, ejecución, control y la toma de decisiones en todos los niveles de operación.

### III. ENFOQUE DEL BCH/FFDU EN EL PROYECTO

Como principio básico se considera que los servicios públicos son un derecho de toda la comunidad y por lo tanto se requieren Entidades Administradoras capaces de operarlos eficientemente, es decir que cuenten con capacidad técnica y operativa y sean financieramente viables, para que presten un buen servicio a los usuarios finales.

Partiendo de esta premisa, el BCH/FFDU estipula como propósito principal de los recursos del crédito, el Fortalecimiento de sus clientes, por ello impulsa, promueve y apoya el Desarrollo Institucional de los entes administradores de la prestación de los servicios públicos.

El BCH es consciente que lograr el Desarrollo Institucional, en las entidades que administran los servicios de agua y alcantarillado tal como ha sido planteado, es un proceso difícil de enfrentar si no se tiene a la vista la obtención de resultados concretos que permitan justificar las inversiones que es necesario realizar en el primer momento.

Entiende igualmente que pretender que estas entidades inicien proyectos de Desarrollo Institucional, siendo conscientes que los resultados del mismo van a ser plenamente alcanzados en periodos que pueden llegar hasta a 5 ó 6 años en algunos casos, o mas en otros, no es tarea facil ante la situación económica de las entidades del sector y la demanda de las poblaciones.

No obstante lo anterior considera que existen estrategias que permitan ir alcanzando resultados sobre la marcha, que justifiquen a través de los beneficios obtenidos, la inversión en recursos y en esfuerzos.

Al analizar la problemática institucional de las entidades del Sector, acorde a los estudios adelantados por el Gobierno, se visualiza que las causas de esta situación atacan preferencialmente los sistemas Operacional y Comercial de la entidad.

## **BANCO BCH CENTRAL HIPOTECARIO**

Ante esta situación considera evidente que el Desarrollo Institucional debe priorizar sus acciones a partir de las funciones FIN de la Entidad operadora, que son la operación de los servicios así como la recuperación de sus costos, y en concordancia con ello y como acción posterior o paralela según la situación y capacidad de cada ente en particular adelantar acciones en las otras áreas cuyas debilidades también influyen en el desarrollo organizacional de la entidad.

Aunado a lo anterior se tiene en cuenta que el recurso agua es en general limitado, por lo que debe ser una meta prioritaria racionalizar u optimizar su utilización a través del control y uso eficiente del mismo.

La priorización de acciones a que se hace referencia, pretende que acorde a la situación particular de cada entidad se enfoquen inicialmente acciones básicas tendientes a:

- a) Regularizar los servicios en calidad, cantidad y continuidad.
- b) Mantener funcionando sus instalaciones en forma eficiente.
- c) Controlar los volúmenes producidos de agua.
- d) Conocer en forma precisa a todos los usuarios del Sistema, tomando en cuenta tanto a aquellos a los que se presta el servicio como a los que lo puedan demandar en el futuro.
- e) Cuantificar mediante los mecanismos adecuados, el volumen entregado a cada usuario para estar en posibilidades de realizar un cobro justo.
- f) Establecer sistemas eficaces para la atención al usuario, como cliente y como fin último de la existencia del Organismo Operador.
- g) Contar con todo el apoyo logístico en cuanto a administración, contabilidad, almacenes y recursos humanos, para mantener la calidad de los servicios y dar soporte a las áreas fin de la Institución.
- h) Mantener con los usuarios la comunicación necesaria para informar adecuadamente y crear un ambiente favorable a la Institución.

Lo anterior tiende entonces a que se adelanten acciones iniciales que permitan recuperar el agua perdida o no contabilizada por causas físicas, administrativas o por uso ineficiente de la misma, es decir, implica posicionar como punto focal la estrategia de conocer y controlar las pérdidas de los organismos operadores partiendo de actividades iniciales tendientes a lograr su Desarrollo Operacional, a través del cual, mediante una adecuada jerarquización de las acciones, se puede llegar a reducir costos, incrementar ingresos y/o disponer de mayores volúmenes de agua.

## BANCO BCH CENTRAL HIPOTECARIO

Al formular esta estrategia se han considerado las siguientes características:

La primera característica involucra el que las acciones que se lleven a cabo, pueden demostrar que se obtienen resultados tangibles de inmediato o en muy corto plazo, sea en la consecución de más recursos financieros o en la disponibilidad de mayores volúmenes de agua.

La segunda característica es ser una línea de acción clara, precisa y atractiva para los propios organismos operadores y sus autoridades, ya que se considera que el proceso de desarrollo debe de partir de los propios organismos y debe de existir en ellos un convencimiento pleno y una decisión firme de llevarlo a cabo. Es evidente entonces que una línea de acción clara, que brinde resultados inmediatos será la que permita con mayor facilidad su adopción por parte de los organismos.

Otra característica es ser una línea de acción a partir de la cual se deberán ir incorporando acciones cada vez más complejas, ya que el atacar simultáneamente la organización en la totalidad de sus puntos puede resultar una tarea difícil, y exige una gran cantidad de recursos en el primer momento.

Y por último, se considera que una característica importante de la estrategia trazada, es aprovechar como punto de partida los recursos existentes en las empresas y en este caso, se estima que son los recursos operacionales aquellos que resulta más fácil movilizar, en vez de invertir en ampliaciones u otro tipo de medidas orientadas a satisfacer las grandes demandas.

Es de importancia tener presente, la consideración de que el desarrollo de la entidad debe de ser integral y que es preferible alcanzar modestos resultados, que sean permanentes, en cada uno de los sistemas, que enfocarse hacia la obtención de resultados espectaculares o "altamente visibles" que no serán mantenidos.

El Desarrollo Institucional, en su concepción como proyecto, deberá armonizar de manera integral los diversos factores de orden técnico, financiero, administrativo y demás, dentro de una visión sistémica de la Empresa. De igual manera deberá tenerse en cuenta que este proceso de Desarrollo Institucional tiene su inicio, pero que no plantea un final, ya que se debe mantener en constante evolución, permitiendo a la Entidad adaptarse a la población y en general al medio al cual sirve.

Las razones expuestas enmarcan el enfoque del BCH/FFDU con relación al financiamiento de proyectos de Desarrollo Institucional ante sus posibles clientes, (entidades administradoras de los sistemas de agua potable y

## **BANCO BCH CENTRAL HIPOTECARIO**

alcantarillado, precisando que las acciones iniciales del mismo deben priorizarse a través de actividades que involucren el Desarrollo Operacional y el Uso Eficiente del Agua. Estas acciones, debidamente estructuradas de acuerdo a la situación particular de cada entidad, podrán brindar resultados a corto plazo, de tal manera que como objetivo final de las entidades sea alcanzable su Desarrollo Institucional.

### **IV PREMISAS DEL DESARROLLO INSTITUCIONAL**

Para lograr establecer un proyecto de Desarrollo Institucional se consideran las siguientes condiciones o premisas:

#### **Voluntad política**

Debe existir por parte de la dirección de la Organización la conciencia del problema identificado, la aceptación del cambio como proceso continuo y el compromiso de llevar a cabo el programa de Desarrollo Institucional.

#### **Compromiso Institucional**

Los diferentes niveles de la Organización deben estar dispuestos a aceptar el proceso de Fortalecimiento Institucional. Esto se logra en la medida en que haya conocimiento de los problemas y de sus soluciones y participación y compromiso en el logro de los objetivos y metas a alcanzar.

#### **Claridad en los objetivos y metas**

Los objetivos y metas trazados a través de un proyecto de Desarrollo Institucional, deben estar claramente identificados y deben ser medibles, alcanzables, comprobables, relacionados con la situación que se propone mejorar y comprensibles para los niveles de la Organización involucrados en el proceso, con el fin de lograr su cumplimiento.

#### **Respuesta a necesidades específicas de la operación**

Toda acción de mejoramiento institucional debe estar orientada necesariamente a garantizar la prestación eficiente de los servicios. Para ello debe estructurarse coherentemente, de acuerdo con los objetivos de la Organización. No deben por lo tanto plantearse acciones parciales desligadas de este propósito.

#### **Prionizaci6n de las acciones**

La jerarquizaci6n de las acciones a implementar en la ejecuci6n del proyecto de Desarrollo Institucional debera considerar:

Resultados tangibles de inmediato o muy corto plazo.

Establecer acciones iniciales que permitan aprovechar como punto de partida los recursos existentes en la entidad.

Plantear una linea de acci6n a partir de la cual se incorporen acciones cada vez mas complejas, es decir no atacar simultaneamente la organizaci6n en su totalidad.

#### **V. MECANISMOS DE FINANCIACION.**

##### **5.1 RECURSOS DISPONIBLES PARA EL FINANCIAMIENTO.**

El Desarrollo Institucional de las entidades del Sector de acueducto y alcantarillado cuenta con los recursos de financiamiento disponible dentro del Programa de Ajuste Sectorial PAS que asciende a la suma de US 450 millones.

El componente financiero establecido inicialmente para Desarrollo Institucional dentro del PAS, asciende a US\$10.0 millones distribuibles entre las entidades que prestan el servicio de acueducto y alcantarillado, previo al lleno de los requisitos de elegibilidad correspondientes. No obstante lo anterior esta suma dentro de los recursos disponibles por el PAS, podria ser superior en caso de ser requerido ante las posibles necesidades de las entidades.

##### **5.2 ENTIDADES OBJETO DEL DESARROLLO INSTITUCIONAL**

Son entidades elegibles para el financiamiento de proyectos de desarrollo institucional, todas aquellas a cuyo cargo se encuentre la prestaci6n de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Dichas entidades pueden ser: Los municipios, departamentos, intendencias, comisarías y entidades descentralizadas de cada uno de estos niveles.

**Entidades Territoriales Centralizadas**

a) Los Municipios

Los municipios son, en principio, los destinatarios finales de toda acción de desarrollo institucional dado que sobre ellos recae la responsabilidad de la mayoría de los servicios básicos.

b) Los Departamentos, Intendencias y Comisarias

Las entidades seccionales son elegibles para el financiamiento de proyectos de desarrollo institucional en especial cuando su mejoramiento tiene por objetivo fortalecer la capacidad de asistencia técnica, financiera y administrativa a los municipios.

**Entidades Descentralizadas Territoriales**

Dentro de este grupo se encuentran aquellos entes que han asumido en forma directa la prestación de los servicios públicos de responsabilidad de los municipios, entre otras: Empresas Públicas, Empresas de obras sanitarias en proceso de transformación, Aguas, Fondos de acueducto y alcantarillado, etc.

**5.3 PROPOSITO DEL FINANCIAMIENTO**

El BCH/FFDU busca a través del financiamiento el fortalecimiento de sus clientes, con el fin de que estos logren capacidad financiera, técnica y operativa.

**5.4 COMPONENTES FINANCIABLES**

Son componentes financiables dentro de cada una de las áreas que se defina, los siguientes paquetes de actividades:

- La compra de derechos sociales requeridos para la creación de nuevas entidades
- Los estudios o asesorías necesarios para la creación, transformación y fortalecimiento institucional de las entidades que tienen o tendrán a su cargo la administración o la asistencia para la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado.

- El Diagnostico, diseño, implantación y administración de la ejecución de los proyectos o subproyectos identificados dentro del plan de desarrollo de la entidad.
- La adquisición de equipos, suministros, herramientas, maquinaria, etc, necesarios y justificados dentro de un proyecto de Desarrollo Institucional.
- La capacitación requerida para la implantación y seguimiento del proyecto.
- El diseño y reproducción del material necesario para la promoción, ejecución y seguimiento del proyecto.

En el caso particular del Subproyecto de Desarrollo Operacional y Uso Eficiente del Agua, como actividad prioritaria dentro del proyecto de Desarrollo Institucional a ser adelantado por las entidades administradoras del servicio de acueducto y alcantarillado, se financia entre otros, bajo el contexto del parrafo anterior, las necesidades requeridas en los siguientes componentes:

#### **Sistema Comercial**

Catastro de Usuarios,  
Determinación de consumos.  
Facturación y Cobranza,  
Comercialización.  
Sistema integrado de prestación de servicios de atención al público

#### **Sistema Operacional**

Pitometria,  
Macromedición,  
Catastro de Redes,  
Catastro de instalaciones y equipos del Sistema,  
Mantenimiento de la red y control de fugas,  
Mejora de las conexiones domiciliarias,  
Control operacional,  
Mantenimiento electromecánico,  
Control de la Calidad del Agua,  
Calidad de materiales y equipos.

#### **Sistemas de Apoyo**

Desarrollo de Recursos Humanos,  
Procesamiento de Datos,  
Administración de Suministros y Transportes,  
etc.

### **5.5 ALCANCE DE LOS PROYECTOS**

El alcance de los proyectos de Desarrollo Institucional depende de la clase de programa de inversión propuesta. Es decir, el proyecto de Desarrollo Institucional puede ser presentado independientemente o como componente de un proyecto de inversiones en infraestructura.

### **5.6 PRIORIDAD DE LOS PROYECTOS**

Teniendo en cuenta los diferentes grados de desarrollo de las entidades territoriales y sus institutos descentralizados, el BCH ha establecido los siguientes criterios de financiación:

- a). Cuando la entidad tiene un aceptable nivel de eficiencia operativa, financiera y administrativa, pero requiere ajustes en algunas de estas áreas, los proyectos de desarrollo institucional y los de inversiones en infraestructura pueden financiarse en forma paralela.
- b). Cuando sea clara la conveniencia de adelantar un proyecto de desarrollo institucional en forma paralela con obras civiles, el BCH hará énfasis en el proyecto de desarrollo institucional y condicionará los desembolsos para obras a resultados concretos en la ejecución del componente institucional.

### **5.7 PORCENTAJE DE FINANCIACION**

Dependiendo de los requisitos establecidos por la línea de crédito que se utilice para la financiación de un proyecto de desarrollo institucional, el BCH/FFDU financia hasta en los montos indicados para cada línea de crédito, los componentes que califiquen dentro de los proyectos.

### **5.8 REQUISITOS DE ELEGIBILIDAD**

Los requerimientos básicos para que un plan de inversiones en Desarrollo Institucional sea elegible para recibir recursos de las líneas de crédito, giran alrededor de los siguientes tres conceptos fundamentales de la política de crédito, que deben quedar plenamente demostrados:

**La Viabilidad Financiera:**

Se requiere que el ente administrador demuestre que, incluyendo la recuperación de inversiones en el nivel pactado, se logre en el corto plazo la costabilidad del servicio y el mejoramiento del mismo.

Así mismo se requiere que el prestatario pueda cumplir con las obligaciones de servicio de deuda y que la ejecución del proyecto este totalmente financiada.

**La Factibilidad Institucional.**

En donde se creen o transformen entidades, se requiere contar con la decisión del tipo de entidad que administrará los servicios, antes de la aprobación del crédito. Así mismo, se tendrá como meta la creación y puesta en marcha de dicha entidad, como producto final del mismo.

En los administradores existentes, se requiere un Plan de Desarrollo, con proyecciones financieras e institucionales, que reflejen su impacto y que contenga metas concretas, alcanzables y medibles, definidas mediante indicadores.

**La Conveniencia del Proyecto.**

Se requiere que los proyectos propuestos, resuelvan el problema planteado. La solución deberá tener en cuenta la optimización de los costos correspondientes, y contemplar entre otras las siguientes características:

**a) Objetivo.**

Todo proyecto de Desarrollo Institucional, a nivel de cada entidad debe tener un objetivo claro en cuanto al fin que se pretende lograr con él.

El objetivo específico para cada uno de los subproyectos que lo conforman, debe estar enmarcado claramente en el contexto de los fines generales perseguidos en el Desarrollo Institucional de la entidad y debe definir los beneficios inmediatos que la institución alcanzará.

b) Descripción.

La descripción del proyecto debe detallar todos los productos y subproductos que se pretenden obtener como parte de la obtención del objetivo trazado.

Debe definir el área de la organización en la que se trabajará y debe establecer con claridad la interdependencia con la restante estructura o con los otros subsistemas o sistemas de la empresa.

Debe marcar los productos e información que recibirá como insumo del entorno o el resto de la empresa y los que entregará como resultado de su aplicación.

c) Actividades.

Deberán describirse todas las actividades que se llevarán a cabo como parte de la instrumentación del proyecto, debiendo figurar en todos los casos, entre otras, las siguientes:

- Diagnóstico de la situación actual, y particularmente de la que se pretende cambiar.
- Elaboración de una escala de prioridades que se manejará en el proceso de implantación.
- Información al personal involucrado, de los fines que se persiguen.
- Requerimientos de capacitación de personal y plan de capacitación.
- Definición de requerimientos físicos (materiales y equipos) y el plan de inversiones correspondiente.
- Indicadores de gestión a alcanzar con el proyecto.
- Elaboración de cronogramas de implantación.
- Elaboración de manuales de procedimientos.

Las inversiones propuestas para el Desarrollo Institucional deben ser razonables y mostrar que:

- Existe claridad en los objetivos a alcanzar, en cuanto al desempeño de la entidad que se crea para la prestación de los servicios y la adecuada atención al usuario, y al mejoramiento institucional en las situaciones críticas de aquellas entidades que se transforman.
- Existe compatibilidad entre las inversiones planteadas, las soluciones propuestas y el plan de viabilidad financiera.

### **5.9 FASES DE LOS PROYECTOS DE DESARROLLO INSTITUCIONAL**

Un proyecto de Desarrollo Institucional se lleva a cabo mediante las siguientes etapas:

#### **Identificación y Diagnostico**

Es el análisis del estado actual de la Entidad, con base en las políticas, objetivos y marco institucional en que se desarrollan sus funciones, con el fin de detectar las ventajas, desventajas, problemas y fortalezas que se pueden presentar.

#### **Formulación de Alternativas para Fortalecimiento Institucional**

Como resultado del análisis anterior deben definirse las áreas prioritarias y las acciones a llevar a cabo para alcanzar las metas requeridas de mejoramiento, buscando que tales acciones estén dirigidas a fortalecer los aspectos fundamentales de esas áreas prioritarias.

#### **Diseño del Plan**

De las alternativas planteadas se escoge la estrategia que permita alcanzar el desarrollo Institucional de la entidad, por medio del fortalecimiento de los sistemas relacionados con este objetivo. Se asignan las tareas y las responsabilidades en su ejecución, el cronograma de actividades, la financiación y asignación de recursos para su ejecución y los mecanismos para el control y posterior evaluación de los resultados.

#### **Implantación del Plan**

Esta etapa se refiere a la puesta en marcha de las medidas y estrategias definidas en la fase de diseño para cada uno de los sistemas organizacionales de la Entidad. Esta fase comprende la capacitación y adiestramiento del personal, transferencia de conocimientos, adquisición de equipos que deben ser implantados, etc.

## Seguimiento

Como se enunció previamente, el diseño del plan debe contener los mecanismos para evaluar la marcha del proyecto. En esta fase debe analizarse el desarrollo de las diferentes actividades para evaluar su grado de avance y efectuar las modificaciones a que haya lugar de acuerdo con el resultado de los informes periódicos y los indicadores de monitoreo que se hayan determinado para analizar el desarrollo del plan.

## VI. APOYO DEL BCH/FFDU AL PROYECTO

El proceso de preparar y ejecutar un proyecto de Desarrollo Institucional, es responsabilidad de la entidad prestataria. El BCH/FFDU concurre al proceso como un instrumento de apoyo financiero y de orientación específica en algunas etapas de preparación y presentación del proyecto.

Para facilitar el financiamiento, se suministran en forma clara las reglas de juego, a través de los documentos de política y de la reglamentación de las líneas de crédito y se pone a disposición del cliente, Instructivos, Guías y Orientación técnica etc, que las entidades pueden utilizar para adelantar sus proyectos de Desarrollo Institucional.

Dentro del proceso de obtención del crédito se brinda asistencia técnica, orientada hacia la identificación de los insumos requeridos y hacia la administración de los procesos de desarrollo del cliente y del proyecto.

Los documentos que han sido elaborados por el BCH/FFDU, o que están en proceso de elaboración y que se consideran de interés dado el tema objeto de la conferencia, se indican a continuación:

### DOCUMENTOS ELABORADOS

- Reglamento de Crédito
- Instrucciones generales para la identificación de proyectos. (Incluye el área de Desarrollo Institucional)
- Instrucciones generales para la preparación de proyectos (Incluye el área de Desarrollo Institucional)
- Instructivos para la presentación de Proyectos de Desarrollo Institucional
- Estudio de caso para Identificación y formulación a este nivel, de proyectos de acueducto. (Caso Práctico).

- Guia de Diagnostico, Preparación y Evaluación Financiera de Municipios y Empresas de agua potable y alcantarillado.
- Guia para Determinación de la Demanda. Sector agua potable

**EN ELABORACION Y AJUSTE.**

- Metodologías y documentos de apoyo al subproyecto de Desarrollo Operacional y Uso Eficiente del Agua como estrategia para el Desarrollo Institucional de las entidades.

Adicional a lo anterior el BCH/FFDU participa activamente a través de asistencia técnica con sus funcionarios o mediante consultoría externa en la formulación y apoyo al Programa Nacional de Uso Eficiente del Agua, que dentro del PAS impulsa el Gobierno Nacional, así mismo ha establecido convenios interinstitucionales con el Ministerio de Obras Públicas y Transporte y Cenagua a través de los cuales se pretende favorecer el Desarrollo Institucional del sector en los aspectos propios del programa.

**9** **Criterios de Proyectos**  
**necesarios para facilitar el**  
**Control Operacional de un**  
**Programa de Control de**  
**Pérdidas**

**Seminario Internacional sobre  
REDUCCION Y CONTROL DE PERDIDAS DE AGUA**

**CRITERIOS DE PROYECTO NECESARIOS PARA FACILITAR EL CONTROL  
OPERACIONAL DE UN PROGRAMA DE REDUCCION Y CONTROL DE  
PERDIDAS**

**Autora:  
Magdalena Woelz**

**ACODAL - SECCIONAL VALLE DEL CAUCA  
21 al 25 de agosto de 1989  
CALI - COLOMBIA**

## CONTENIDO

	Página
1 - INTRODUCCION.....	1
2 - CONSIDERACIONES INICIALES .....	1
2.1 - Definición de las pérdidas y de los índices de control.....	3
2.2 - Magnitud y composición del índice de pérdidas.	5
2.3 - Causas del exceso de pérdidas.....	6
2.4 - Influencia de la calidad de los proyectos sobre las pérdidas de agua.....	7
2.5 - Forma de introducir los aspectos operacionales en los proyectos.....	7
3 - CRITERIOS BASICOS DE PROYECTO.....	9
3.1 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento del sistema.....	9
3.1.1 - Criterios y cuidados de carácter general....	9
3.1.2 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de las obras de captación..	11
3.1.3 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de las estaciones de bombeo..	12
3.1.4 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de las líneas de conducción..	14
3.1.5 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de las estaciones de purificación.....	16
3.1.6 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de los tanques o reservorios.	20
3.1.7 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de las redes de distribución.	21
3.1.7.1 - Concepción del sistema de distribución....	21

	Página
3.1.7.2 - Criterios para dimensionamiento de las redes.....	27
3.1.7.3 - Criterios para posicionamiento de los elementos de operación y control.....	29
3.2 - Criterios y cuidados en la selección y especificación de los materiales y equipos.....	35
3.3 - Criterios y cuidados en la definición de los detalles y procedimientos constructivos.....	37

## **CRITERIOS DE PROYECTO NECESARIOS PARA FACILITAR EL CONTROL OPERACIONAL DE UN PROGRAMA DE REDUCCION Y CONTROL DE PERDIDAS**

### **1 - INTRODUCCION**

Este trabajo tiene por objetivo discernir sobre la importancia de introducir en la raíz de un sistema de abastecimiento de agua, es decir, en los estudios que le preceden y que configuran su proyecto, conceptos operacionales y criterios específicos, definidos con la finalidad de reducir en lo posible las causas de las pérdidas del agua y para que se pueda disponer - desde el inicio del funcionamiento de cada una de las partes del sistema - de instrumentos y mecanismos que faciliten el control operacional y en consecuencia, el control de las pérdidas de agua como un todo.

En primer lugar se presentará una serie de consideraciones de carácter general para posicionarnos dentro de los problemas que representan las pérdidas. En seguida se mostrará la importancia que tienen los proyectos dentro de ese contexto para, por último, presentar los criterios y las recomendaciones que deben adoptarse para incorporar en los estudios de un sistema de abastecimiento de agua, las facilidades operacionales y necesidades de un Programa de Control de Pérdidas.

### **2 - CONSIDERACIONES INICIALES**

Como es del conocimiento de todos, los objetivos fundamentales de una Empresa de Saneamiento, responsable por el sistema de abastecimiento de agua, son:

- abastecer al usuario de forma que pueda atender todas sus necesidades (satisfacer las demandas);
- garantizar calidad (cumplir con los índices de potabilidad);
- mantener regularidad en el atendimento;

- garantizar confiabilidad a través de elevada eficiencia;
- minimizar los costos para poder cobrar tarifas al alcance de todos y obtener la salud económica - financiera de la Empresa.

El objetivo que más fácilmente deja de ser alcanzado y que es justamente el que trae peores consecuencias, por que compromete los otros cuatro y por que se presenta con mayor frecuencia, intensidad y gravedad, es el de garantizar la cantidad suficiente de agua (equilibrio oferta/demanda).

Muchas veces la falta de agua se presenta aún antes que la Empresa responsable por el sistema se libere de la carga financiera resultante de las elevadas inversiones que hizo para implantar las obras, verificándose además, que el periodo de atendimento considerado en el proyecto no es ni de lejos alcanzado. Esto, en relación al proyecto puede ser motivado por varios factores, tales como:

- crecimiento poblacional superior al adoptado;
- consumo unitario real superior al previsto;
- falta de previsión de volúmenes de agua suficientes para los servicios de operación y mantenimiento del sistema;
- no consideración del aspecto "pérdidas de agua" a la hora de desarrollar el proyecto:
  - . no se previeron dispositivos para facilitar su control;
  - . no se tomaron los debidos cuidados para que deficiencias en los proyectos no fuesen causadores de mayor incidencia de pérdidas;
  - . tratándose de una ampliación, no se consideró lo que la Empresa está haciendo para reducir las pérdidas en su sistema existente, cuales sus metas y lo que eso va a representar en la ampliación del sistema.
- fallas en la concepción y/o dimensionamiento del sistema, creando dificultades o imposibilidad para imponer un correcto interrelacionamiento entre las partes del sistema.

Los dos primeros factores, dada la gran cantidad de variables intervinientes, aún con estudios cuidadosos se pueden presentar fácilmente. Ya los otros tres, se pueden evitar al incorporar en los proyectos - desde la fase de concepción del sistema - criterios y cuidados para facilitar su control operacional y reducir las pérdidas.

## 2.1 - Definición de las pérdidas y de los índices de control.

Las pérdidas que ocurren en un sistema de abastecimiento son compuestas por:

- Pérdidas debido a fugas en:
  - . rupturas, rajaduras o perforaciones de tubos;
  - . registros, uniones y derivaciones para conexiones domiciliarias, etc.;
  - . grietas y fallas en las estructuras, impermeabilización deficiente, etc.;
  - . reboses de tanques.
- Pérdidas en los procesos de producción y mantenimiento de las unidades del sistema:
  - . agua utilizada en la limpieza de las unidades de purificación (lavaje de filtros, decantadores, tanques, etc.);
  - . agua utilizada para lavar, limpiar y mantener los diferentes componentes del sistema (lavado de reservorios, vaciado de tuberías para reparos, etc.);
  - . agua utilizada para mantener la calidad del agua (descargas, desinfección de redes, tanques, etc.).
- Pérdidas por imprecisión y/o falta de medición (submedición):
  - . error de precisión de los macromedidores;
  - . error de precisión de los micromedidores;
  - . error en las estimaciones de los volúmenes no medidos.
- Pérdidas debido a consumos no facturados:
  - . conexiones clandestinas;
  - . conexiones exoneradas de pago;
  - . combate a incendios;
  - . riego de parques y jardines;

. piletas públicas;

. limpieza pública.

Haciendo un paralelo entre un sistema de abastecimiento de agua con una línea de producción industrial, vemos que nuestra materia prima es el agua cruda y nuestro producto final el agua potable que llega a los consumidores. Como en una industria, cuanto más escasa es la materia prima y más caro el costo de producción, mayores son los cuidados para minimizar los desperdicios y optimizar la producción de forma que la cantidad de agua que llegue a los consumidores, sea lo más próxima posible de la cantidad de agua bruta retirada de las fuentes.

Con relación a pérdidas, la eficiencia de un determinado sistema se controla por medio de los siguientes índices:

a) Índice global de pérdidas:

Es la diferencia, expresada en porcentual, entre la cantidad del agua cruda captada y la cantidad del agua facturada.

$$IGP = (1 - Vf/Vc) 100$$

Siendo:

IGP = Índice global de pérdidas.

Vf = Volumen facturado. Dado por la suma de los volúmenes micromedidos y los volúmenes estimados para fines de facturación cuando no hay medición.

Vc = Volumen retirado de las fuentes.

b) - Índice de pérdidas (IP)

Es el porcentual del volumen producido (Vp), que no es facturado.

$$IP = (1 - Vf/Vp) 100$$

Se entiende por volumen producido, el volumen que sale de la planta de tratamiento y que viene a ser prácticamente el volumen captado menos el volumen usado en la purificación. Este índice es el comúnmente adoptado como índice de control por la mayoría de las Empresas de Saneamiento.

Cuando el sistema tarifario contempla la cobranza de un consumo mínimo - independiente del volumen efectivamente consumido - registrado por los hidrómetros, son controlados dos índices en paralelo, calculados conforme sigue:

$$IP1 = (1 - VC/Vp) 100$$

$$IP2 = (1 - Vf/Vp) 100$$

Siendo:

VC = Volumen consumido. Dado por la suma de los volúmenes micromedidos y de los volúmenes estimados de consumos no medidos.

Vf = Volumen facturado = a + b + c

a = número de conexiones con consumo inferior o igual al mínimo x consumo mínimo.

b = volumen registrado por los hidrómetros para conexiones con consumo superior al mínimo.

c = volumen estimado de consumos no medidos.

Nótese que el Índice Global IG expresa la eficiencia del control de pérdidas en todo el sistema, el índice de pérdidas IP o el IP1, la eficiencia en el sistema de distribución y que el índice IP2, engloba la influencia de una determinada política tarifaria.

Como no todas las Empresas de Saneamiento adoptan como índice de control de pérdidas el índice IP, al establecer comparaciones entre sistemas, es importante verificar previamente si se están comparando índices calculados sobre las mismas bases.

## 2.2 - Magnitud y composición del índice de pérdidas.

En ciudades bien operadas, principalmente con pocos recursos hídricos, con eficiente macro y micromedición, con eficaz combate a fugas y efectivos programas de mantenimiento preventivo y correctivo, el índice puede llegar a valores inferiores a 10% (siempre que la relación beneficio/costo resulte compensador o la falta de fuentes lo justifiquen). En sistemas antiguos y mal operados llega a pasar tranquilamente de los 80%. Lo normal, en países en desarrollo como los de América Latina, es llegar a valores que se sitúen entre 20 y 25%.

La composición del índice también varía de caso a caso. En Brasil, de manera general se puede afirmar que los mayores participantes son las fugas, y los errores en la micromedición. En los casos de Colombia hay un tercer gran componente, los clandestinos. Sin embargo, sin lugar a dudas el peor de los componentes es la cantidad de agua que se pierde en fugas, por ser la parte de la cual nadie saca provecho.

### 2.3 - Causas del exceso de pérdidas.

Son muchas las causas del exceso de pérdidas. De manera general se resumen en:

- deficiencias o fallas en los proyectos;
- mala calidad de los equipos y materiales utilizados;
- fallas en la construcción (procesos constructivos errados y/o falta de fiscalización, mala calidad de la mano de obra, etc.);
- falta de medición o medición incompleta de los volúmenes producidos (macro medición);
- ausencia o micromedición incompleta (desperdicios, submedición, etc.);
- falta de precisión de los aparatos de medición por ausencia de control y mantenimiento;
- falta de dispositivos de control o de comunicación entre las unidades (reboses);
- falta de adecuado mantenimiento preventivo y correctivo o utilización de procedimientos errados para su ejecución;
- acción de agentes externos como por ejemplo el suelo (erosión, corrosión), tráfico pesado etc.;
- calidad del agua: agresividad (corrosión interna de las tuberías, de las unidades de concreto, etc.), formación de depósitos exigiendo constantes descargas;
- adopción de políticas tarifarias impropias, por incentivar desperdicios o fomentar situaciones que conducen a mayores consumos no facturables;
- adopción de métodos operacionales desvinculados de las exigencias del sistema;
- falta, deficiencia o inadecuado control y fiscalización del sistema, facilitando por ejemplo la ejecución de conexiones clandestinas.

#### 2.4 - Influencia de la calidad de los proyectos sobre las pérdidas de agua.

Analizando las causas de las pérdidas descritas en el ítem anterior, se verifica que el primer motivo es deficiencias o fallas en los proyectos. Esto con mucha razón, pues es en el proyecto que se minimizan o se multiplican muchos de los problemas operacionales futuros y se definen su grado de mayor o menor gravedad.

Un proyecto adecuado puede reducir directamente las pérdidas disminuyendo substancialmente las causas de las fugas através de:

- correcta concepción y dimensionamiento de las unidades;
- correcta selección y especificación de los equipos y materiales;
- adecuados detalles y especificaciones técnicas para construcción e instalación.

Indirectamente el proyecto influye en el control de las pérdidas cuando:

- la concepción del sistema se hace de forma a permitir una rápida identificación de los problemas;
- se prevé suficientes y adecuados instrumentos para operación y control (macromedidores, controladores de nivel etc.);
- la colocación de registros y accesorios se hace teniendo en mente reducir los tiempos de maniobras y las pérdidas de agua.

#### 2.5 - Forma de introducir los aspectos operacionales en los proyectos.

Lamentablemente en la mayoría de los casos, un ingeniero que trabaja desarrollando proyectos no pasa necesariamente - antes o en algún momento de su vida profesional - construyendo u operando sistemas. Aún dentro de la mayoría de las Empresas de Saneamiento responsables por los sistemas, no se nota una gran preocupación en hacer una rotación (job rotation), de manera que sus técnicos sientan directamente los problemas en las diferentes áreas de actuación, propiciando una experiencia que permita una visión más amplia cuando se trata de encontrar soluciones.

Inclusive se nota en gran parte de las Empresas, que cada área trabaja como si fuese un feudo, una no pasa informaciones a las otras unidades y menos aún aprovecha los bancos de datos y la experiencia de las otras áreas. Cuantas veces se ve que en proyectos, donde sólo participa el área de Planeamiento, se usan datos obtenidos en otros sistemas (generalmente de otros países), o datos de normas, cuando el área operacional debería disponer de informaciones basadas en la realidad específica del sistema para el cual está siendo estudiada la ampliación.

Por eso, para introducir los aspectos operacionales dentro de un proyecto se recomienda que la Empresa responsable por el sistema, normalice y sistematice su forma de acompañamiento. Esto se consigue formando un grupo de asesoría, acompañamiento y fiscalización integrado, de acuerdo con el proyecto, por representantes de las diferentes áreas (planeamiento, construcción, operación, suministros, financiera etc.).

Ese grupo, aparte de tener una participación activa en el desarrollo del proyecto, debe integrar el cuerpo técnico de fiscalización de la construcción de la obra y de la puesta en marcha del sistema, cambiando apenas el responsable por la coordinación del grupo, pasando del Ing. de planeamiento para el de construcción y posteriormente para el de operación.

Con la participación de los técnicos de las diferentes áreas de la Empresa en el proyecto, en la ejecución de las obras y en el inicio de la operación, ciertamente se habrá de conseguir que el proyecto lleve en cuenta experiencias y resultados obtenidos en las otras áreas, se habrá de suprir la eventual falta de vivencia de los ingenieros que desenvuelven el proyecto, con los problemas constructivos y de operación, y se dará chance a los técnicos de la propia Empresa a adquirir experiencia en las otras áreas.

Otra forma, es exigir de la Empresa que desarrollará el proyecto, la inclusión de asesores con experiencia en construcción y operación para reforzar su equipo técnico, haya visto que en la mayoría de los casos, su contratación termina con el proyecto y sus técnicos no tienen oportunidad de participar en las fases subsecuentes.

### 3 - CRITERIOS BASICOS DE PROYECTO

#### 3.1 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento del sistema.

Dentro de este ítem se presentarán los criterios básicos que se deben considerar y los cuidados que se deben tomar durante la concepción y dimensionamiento de un sistema, para reducir los factores que conducen a la mayor incidencia de pérdidas, y para que, previendo la colocación de piezas y elementos accesorios, se facilite su control.

##### 3.1.1 - Criterios y cuidados de carácter general.

En los tiempos actuales es muy difícil que el proyectista se encuentre en la situación de tener que hacer un estudio de un sistema para una ciudad que no tenga nada en términos de abastecimiento de agua. Esta situación solamente se encuentra cuando se trata de pequeñas villas del medio rural. De manera general se trata de hacer estudios para ampliar un sistema existente que está deficitario, mal operado, o no atendiendo con regularidad las demandas por que está en el límite de su capacidad.

Es de suponer que la Empresa responsable del sistema, antes de encargar la ejecución del proyecto, ha implementado un Programa de Reducción y Control de Pérdidas y que dentro de ese Programa ya tenga reducido los índices de control a valores mínimos, compensadores técnica y económicamente, o por lo menos, que tenga metas bien definidas cuanto a lo que pretende alcanzar. De otra forma, con la ampliación del sistema se resolverá el desequilibrio oferta/demanda por poco tiempo pues al mejorar las condiciones de presión y aumentar la disponibilidad del agua, se estará creando condiciones para perder más agua.

Así siendo, se recomienda que:

- a - Los cálculos que conducen a las definiciones de las cantidades de agua a producir y a distribuir deben basarse en parámetros que, dentro de lo posible, sean obtenidos a partir de datos operacionales existentes, tales como:
  - número de conexiones y economías existentes y su evolución en el tiempo en las diferentes categorías de consumo;

- número de conexiones y economías atendidas y su evolución;
- histogramas de consumo de áreas donde no hay demanda reprimida;
- volúmenes utilizados en los procesos de purificación y para operación y mantenimiento del sistema;
- volúmenes producidos por el sistema existente y los índices de pérdidas, especialmente lo que se pierde en fugas en las diferentes partes componentes del sistema y principalmente en la distribución;
- nivel de medición existente (macro y micromedición) y sus registros históricos.

A partir de esos datos se deben definir:

- los consumos en sus diferentes categorías sea en valores "per capita", por economía o por ligación;
  - los coeficientes de variación de los consumos (mínimo, máximo diario y horario);
  - los porcentajes de acrecimo en el volumen a producir para cubrir las necesidades de la purificación y para mantener y operar el sistema.
- b - El proyectista se preocupe en considerar "las pérdidas de agua" a la hora de definir la capacidad del sistema.  
Cuando los consumos son encontrados a partir de histogramas de volúmenes producidos y no de consumidos, las pérdidas en la distribución ya están incluidas en los valores encontrados, en este caso, se debe tomar cuidado para que los datos de referencia sean los más recientes, de preferencia, posteriores a la implantación del Programa de Control de Pérdidas.
- c - La concepción y el dimensionamiento del sistema se haga con base en datos catastrales altamente confiables.
- d - El aspecto de pérdidas de agua en el sistema existente, más aún lo que se refiere a fugas, debe estar presente en todo momento, durante la concepción y el dimensionamiento de las obras. Así se puede reducir los efectos de la ampliación sobre los factores causadores. Por ejemplo, una conveniente sectorización de la red, donde áreas críticas con elevada incidencia de fugas no se conecten con las partes nuevas.

7120 # 66

**3.1.2 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de las obras de captación.**

En las obras de captación, como están generalmente sujetas a factores naturales muchas veces no controlables y que pueden constituir elementos restrictores de la disponibilidad del agua, mucho más que perder agua, importa garantizar la retirada del caudal necesario, previendo medidas de seguridad adecuadas para eso, en función del tipo de fuente captada.

Para aguas superficiales con toma directa sin ningún represamiento, los cuidados se refieren a la definición de los niveles máximo y mínimo. El primero, para proteger esa parte del sistema contra inundaciones y para garantizar el acceso permanente al local en que se sitúa. El segundo, para garantizar el pasaje del caudal máximo deseado para el sistema.

Para aguas superficiales, represadas para obtención de nivel o regulación de volumen, aparte de los niveles máximo y mínimo, se debe considerar la variación de la calidad del agua debido a la formación de corrientes y debido a moviientos de convección. Las variaciones de calidad se deben controlar a través de la posición altimétrica de la toma para impedir que ocurran prejuicios al sistema.

Para aguas subterráneas, importa conocer la influencia recíproca entre los pozos, lo que define la distancia mínima entre ellos y la relación existente entre la profundidad de los niveles dinámicos y el caudal extraído.

Entre la fuente y el inicio del sistema de abastecimiento, deben existir los medios que posibiliten el aislamiento completo del sistema de manera a permitir la ejecución de eventuales obras de corrección, de mantenimiento y limpieza, en uno u otro.

La obra debe tener acceso fácil para permitir su operación y mantenimiento. Por ejemplo, comúnmente se encuentra en sistemas existentes, captaciones superficiales con cajas de arena donde no hay como retirar del local la arena removida por la caja.

Otro aspecto importante a considerar en el proyecto es la protección sanitaria de la cuenca, definiendo directrices para su obtención, caso no exista una legislación específica para ello.

3.1.3 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de las estaciones de bombeo.

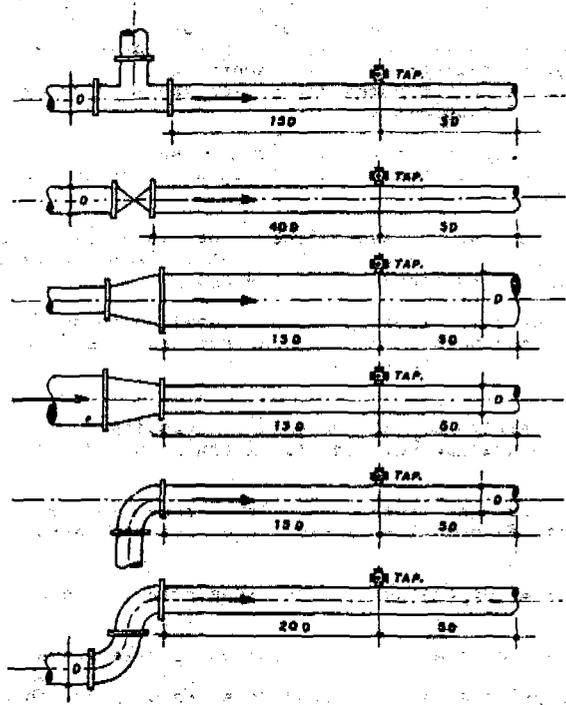
Operacionalmente, desde el inicio se debe tener condiciones de hacer pruebas para conocer las condiciones de funcionamiento de los conjuntos motor bomba definiendo las curvas de operación. Así cuando se diseña una estación de bombeo se debe dar condiciones para ello. Por ejemplo, tratándose de bombas centrífugas de eje horizontal tomar cuidado de prever:

- medidor de nivel en el pozo de succión de fácil acceso, preferiblemente con lectura dentro de la casa de bombas;
- tomas de presión en las bridas de succión y de bombeo de las bombas;
- registros de incorporación o taladros (TAPs) para instalación de tubo Pitot en la tubería de entrada o en la de salida de la bomba, respetando las distancias a accesorios, recomendadas para garantizar la precisión de los ensayos (diseño 1).  
Caso no sea posible colocar registro de incorporación a la salida de cada bomba por las distancias exigidas a accesorios, colocarlo en el inicio de la línea de bombeo. En este caso se debe tomar cuidado de garantizar velocidades mínimas para uso del tubo Pitot con una bomba en funcionamiento.

Otras recomendaciones importantes son:

- a - Definir el lay-out de la casa de bombas de modo a facilitar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y accesorios bien como para permitir la ejecución de los ensayos y pruebas por parte de los técnicos en pitometría.
- b - Hacer estudios cuidadosos de golpe de ariete, para poder definir los equipos de protección si fuera el caso.
- c - Seleccionar criteriosamente los equipos motor-bomba para:
  - no tener problemas de cavitación;
  - estandarizar los equipos dentro de la estación, con las otras estaciones de bombeo del sistema existente y con las futuras, para facilitar el mantenimiento y reducir gastos en stock de repuestos;
  - evitar problemas en los casos de falta sistemática de energía eléctrica;

997 MM



**OBS:** en caso de altas velocidades, las distancias son aumentadas hasta 50D y 20D de las singularidades que anteceden o están posteriores al TAP.

**DISÑO 1- INSTALACION DE REGISTROS DE INCORPORACION-TAP DISTANCIAS MINIMAS A SINGULARIDADES.**

- reducir los costos en consumo de energía eléctrica - considerando en el dimensionamiento del bombeo y de la reservación - el sistema tarifario del sistema energético (hora-sazonal).
- d - Caso la extensión de la línea o la magnitud del bombeo lo justifique, proyectar medición de caudal a la salida de la casa de bombas. Esa medición facilitará el control del funcionamiento de las bombas y el control de las pérdidas en la(s) línea(s) de bombeo. Prever registro(s) de incorporación para poder calibrar el macromedidor o los macromedidores con el uso del tubo Pitot.
- e - Alarma sonora para evitar reboses en el pozo de succión o control de nivel para cierre de entrada de agua.
- f - Seleccionar y especificar los materiales de los equipos, registros, tubos, etc. para resistir con holgura las presiones de trabajo.

En el diseño 2 se muestra algunos detalles de una estación de bombeo con bombas centrifugas horizontales, proyectada con los criterios recomendados.

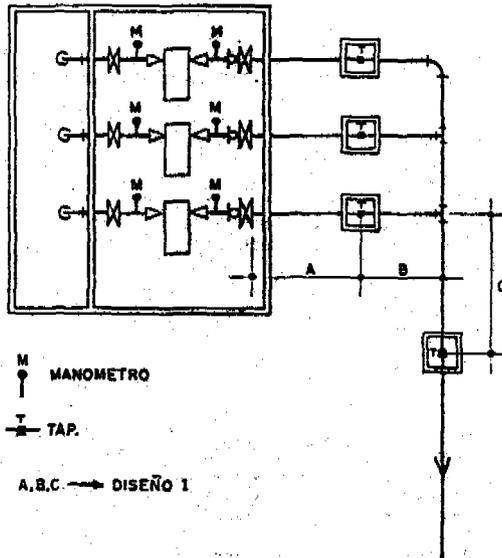
#### 3.1.4 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de las líneas de conducción.

Los cuidados a tomar en la concepción y en el dimensionamiento de las líneas de conducción serán mayores si:

- se trata de conducción de agua potable (contra agua bruta);
- se trata de transporte por bombeo (contra gravedad).

Los principales aspectos a considerar en el proyecto de las líneas de conducción son:

- a - Fácil acceso para las inspecciones, mantenimiento preventivo, limpiezas y ensayos.
- b - Necesidad de registros de incorporación para tubos Pitot en puntos convenientes para la ejecución de los ensayos de pérdida de carga y para control de fugas.
- c - En líneas de conducción de gran diámetro y extensión - en función de sus características hidráulicas y de los recursos hídricos disponibles (en especial si son escasos) - verificar la conveniencia de colocar elementos accesorios para evitar perder toda el agua



**DISEÑO 2- PROYECTO DE UNA ESTACION DE BOMBEO PARA PERMITIR LA EJECUCION DE LOS ENSAYOS Y PRUEBAS DE PITOMETRIA**

de la tubería en los casos de tener que vaciarla para reparaciones y/o para facilitar las condiciones de llenado (ver diseño 3).

- d - Estudiar cuidadosamente la fundación de las tuberías en función de las características del suelo, las cargas actuantes y la resistencia de la propia tubería a cargas externas.
- e - Aprovechar en lo posible las condiciones y necesidades para la instalación de los tubos para crear facilidades para el control de fugas.

3.1.5 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de las estaciones de purificación.

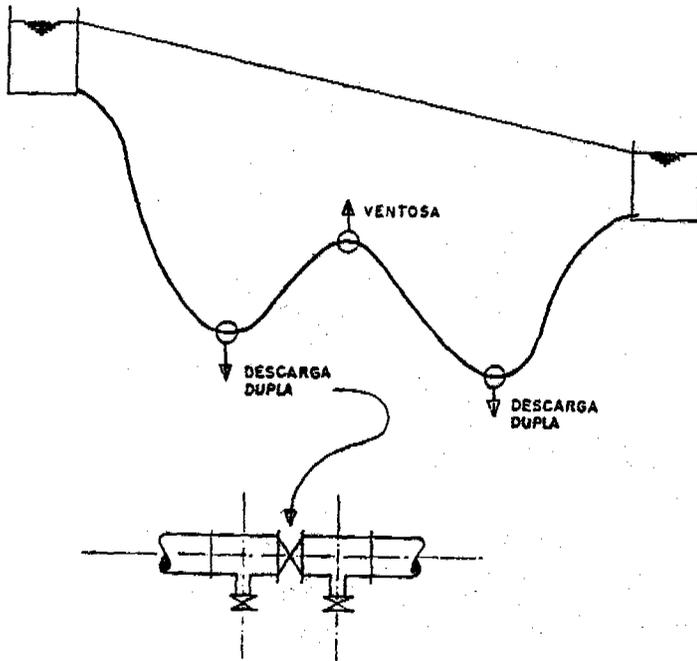
Las facilidades operacionales que una estación de purificación debe ofrecer para permitir el control de las pérdidas consisten en:

- poder conocer el caudal que entra en la estación, el que sale y el que es utilizado en el proceso y en utilidades;
- poder identificar rápidamente la presencia de fugas en las unidades.

Así cuando dimensionamos la estación de purificación debemos prever:

- a - Medidor de entrada y elementos accesorios como registros de incorporación en las tuberías de llegada, para periódicamente, poder hacer ensayos para calibrar la precisión del medidor de entrada y hacer pruebas en la tubería de conducción.
- b - Medición eficiente del volumen de agua utilizado en lavado de filtros. Generalmente es efectuado con poca precisión utilizando curvas de bombas Vs horas de funcionamiento de las bombas o por medio de la variación de los niveles de los tanques de agua de lavado de filtros.  
Dentro de lo posible se debe dimensionar para ello un medidor o si no, por lo menos prever los elementos necesarios para facilitar y controlar la eficiencia de las mediciones.
- c - En estaciones de gran envergadura, dimensionar un medidor en la salida de la estación y en el de agua de utilidades (dosajes, lavados de pisos, laboratorio, baños, etc.).

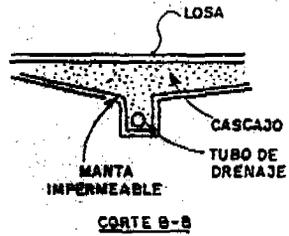
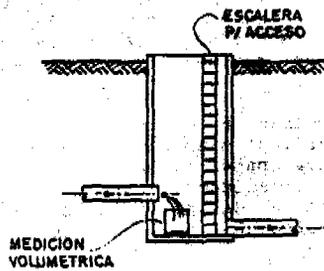
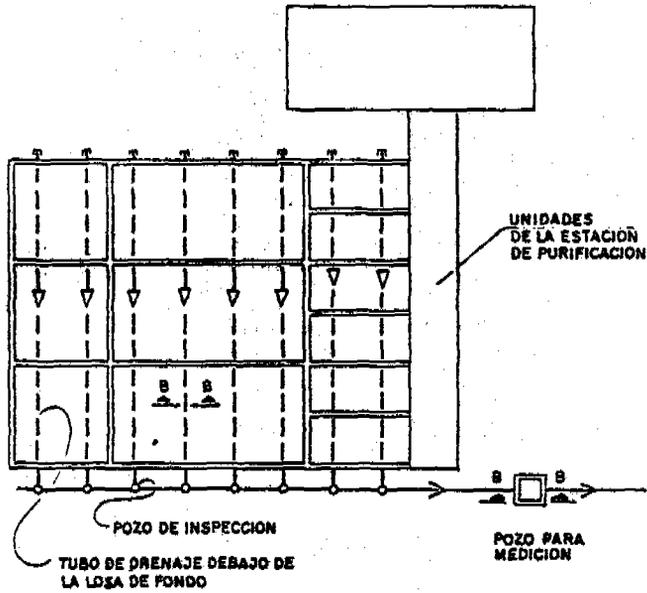
11RU # 63



DISEÑO 3 - COLOCACION DE ACCESORIOS EN  
LINEAS DE CONDUCCION DE GRAN DIAMETRO  
Y EXTENSION

- d - En las estaciones de envergadura, proyectar un sistema de drenaje para la fiscalización periódica de la existencia de fugas en las estructuras. Este sistema debe ser concebido de forma a facilitar la localización de la fuga (ver diseño 4), y es independiente del sistema de drenaje que se necesita para fines constructivos en los terrenos con nivel freático alto. En estos casos, se debe tener condiciones de rebajar el nivel del agua subterránea a cotas inferiores del sistema detector de fugas. Las unidades deben ser dimensionadas para soportar estructuralmente estas condiciones.
- e - Prever preferiblemente, registro tipo mariposa para descarga de los decantadores y de agua de lavado de filtros en vez de compuertas. Estudios económicos realizados por SABESP (Compañía de Saneamiento Básico del Estado de San Pablo - Brasil) mostraron que en menos de dos años se paga el cambio de las compuertas por mariposas en las estaciones existentes, sólo considerando los gastos de mantenimiento.
- f - Estudiar en el proyecto la conveniencia técnico-económica de recuperar el agua de lavado de los filtros, considerando:
- la economía operacional en los costos con energía si la estación de purificación es alimentada por bombeo;
  - el volumen del agua que se recupera, especialmente cuando los recursos hídricos son escasos frente a la demanda;
  - el costo de la tubería de descarga;
  - el control de polución de los cuerpos receptores del agua de lavado.
- g - Estudiar con cuidado la capacidad del reservorio pulmón a la salida de la estación. Este reservorio no tiene por función dar el tiempo de contacto con el cloro y si regularizar las condiciones hidráulicas de la conducción/reservación de agua tratada. El tiempo de contacto con el cloro debe obtenerse de forma independiente, sea con capacidad adicional en el fondo del reservorio pulmón, en las líneas de conducción, en la propia estación de purificación si hay pre cloración, etc.

T.M. 162



DISEÑO 4 - SISTEMA DE DRENAJE CON CONTROL DE NIVEL

3.1.6 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de los tanques o reservorios.

En el proyecto de los reservorios se debe prever:

- a - Fácil acceso a los registros y medidores.
- b - La medición del caudal que llega al reservorio o al centro de reservación, si son varios tanques, cuidando de posicionar los macromedidores de forma a no comprometer hidráulicamente su precisión. El medidor colocado a la entrada trae las siguientes ventajas:
  - respuestas inmediatas de los caudales que llegan facilitando el control del volumen a producir en la purificación. Si la medición es hecha a la salida del tanque, el control operacional de la producción se tendría que hacer además, con una correlación con el control de nivel en el tanque;
  - menor diámetro;
  - menor profundidad.
- c - Colocar medidores de nivel y alarmas para evitar reboses.
- d - En los tanques de mayor envergadura, prever sistema de drenaje para detección de fugas como en el caso de las estaciones de purificación.
- e - Colocar la entrada del agua por la parte inferior del tanque para evitar erosiones en el concreto causados por el chorro de agua y para evitar la aereación del agua con pérdida del cloro residual y consiguiente ataque de las estructuras.
- f - Colocar registros de incorporación en las llegadas a los tanques a fin de poder controlar la precisión de los macromedidores o para hacer ensayos en las tuberías de conducción. La necesidad de colocación de TAPs en los tubos de salida de los tanques va a depender de la configuración del sistema de distribución.

TWO 4 61

### 3.1.7 - Criterios y cuidados en la concepción y dimensionamiento de las redes de distribución.

Como la mayor parte de los problemas operacionales y los relacionados con control de pérdidas se encuentran en la red de distribución, es fundamental que en el proyecto de esta parte del sistema se tomen aún mayores cuidados para dotarle de facilidades, que en carácter permanente, agilicen los trabajos de operación, mantenimiento y control, tales como:

- cierre rápido de tramos de red con grandes fugas;
- sustitución o recuperación de tramos envejecidos de la red matriz sin interrupción del abastecimiento;
- investigaciones en la red para la elaboración de diagnósticos y para control de fugas no visibles.

#### 3.1.7.1 - Concepción del sistema de distribución

La concepción del sistema de distribución debe buscar fundamentalmente:

- poder dividir y subdividir el sistema en partes más fácilmente controlables y que puedan a cualquier momento ser investigadas o seccionadas del abastecimiento;
- condiciones de funcionamiento hidráulico que, aparte de garantizar las presiones máximas y mínimas recomendadas, no promuevan la mayor incidencia de fugas.

##### a) - Sectorización del sistema.

El sistema de distribución debe ser concebido de modo a atender la ciudad por medio de sectores de abastecimiento. Los sectores deben poseer límites bien definidos, dentro de lo posible con una única alimentación para reducir el número de macromedidores y facilitar el control. En ciudades grandes, se recomienda que la extensión de la red por sector no pase de 200 km.

Los sectores, en función de la topografía, se subdividen en zonas de presión, de modo a obedecer las orientaciones de las normas relativas a presiones estática máxima y dinámica mínima.

##### b) - Alimentación de los sectores de abastecimiento.

Si posible, para cada sector de abastecimiento se recomienda crear un centro de reservación propio para

regulación de los consumos, con macromedición en la llegada, para permitir:

- conocer el consumo del sector con fines operacionales (por ejemplo desviar mayor o menor cantidad de agua para el sector o definir la cantidad de agua a producir en las estaciones de tratamiento);
- detectar sistemáticamente los sectores más críticos a través del conocimiento de índices de pérdidas por sectores, obtenidos de la comparación de los volúmenes macromedidos, micromedidos y facturados. De esta forma, en una ciudad grande, se puede orientar las acciones directamente a las áreas que con mayor probabilidad presentan mayores problemas de pérdidas;
- evaluar más fácilmente los resultados de medidas que se implanten dentro del Programa de Reducción y Control de Pérdidas.

c) - Alimentación de las redes dentro del sector.

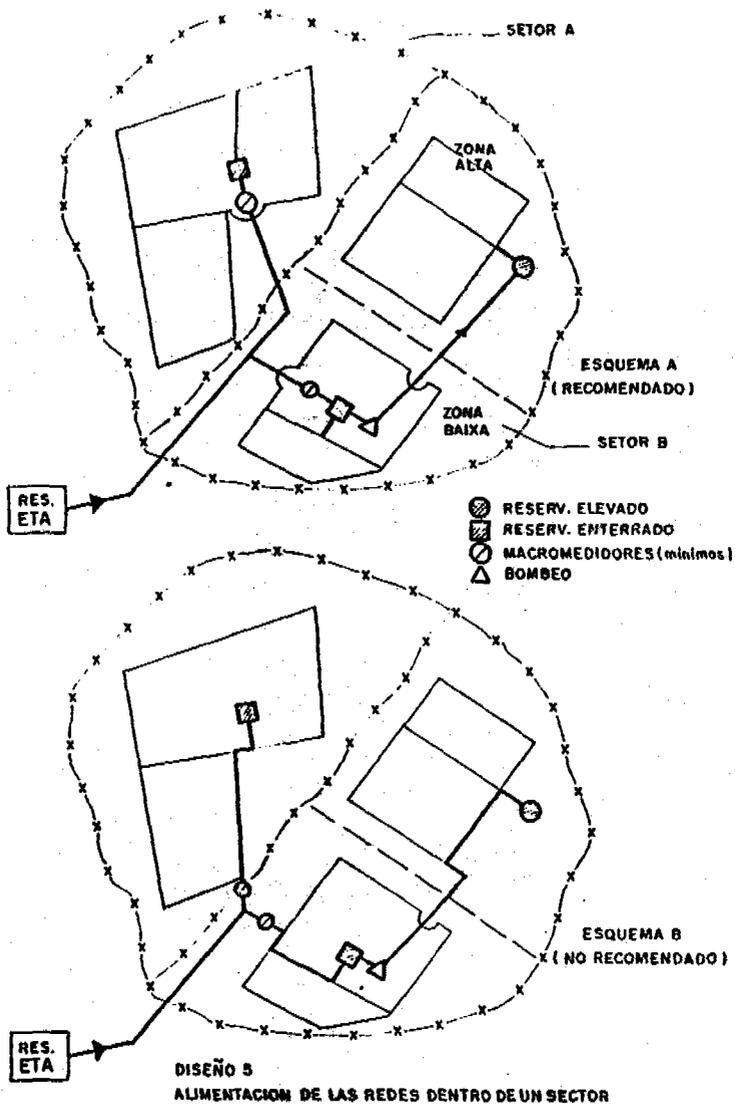
Habiendo dentro del sector diferentes zonas de presión, la alimentación de la red debe ser concebida de modo a tener el mínimo posible de variaciones en el régimen de abastecimiento.

Para esto se debe evitar al máximo, alimentaciones directas a la red por medio de bombeos donde, aparte de las variaciones normales de presión consecuentes de las variaciones de consumo, se tiene pulsaciones causadas por las variaciones de presión en las partidas y paradas de las bombas. Levantamientos existentes en sistemas como el de San Pablo, Cali y Bogotá, mostraron que más perjudiciales que las presiones elevadas constantes en la red son las variaciones súbitas de presión. El cuadro 1 presenta el resultado de un levantamiento hecho en la Región Metropolitana de San Pablo por SABESP.

Un ejemplo de una forma de alimentación, conforme estas recomendaciones, es dado en el esquema A del diseño 5. El esquema B, con bombeos directos a la red presentaría un costo de implantación, en principio menor, por reducir las extensiones de tubos, pero a la larga, los problemas operacionales y la mayor incidencia de fugas que ocasiona en las redes secundarias - fundamentalmente en las más próximas de las tuberías matrices que salen de las estaciones de bombeo - redundan en mayores costos.

d) - Subdivisión de los sectores de abastecimiento.

Al proyectar la red se debe tratar que los sectores de abastecimiento o sus zonas de presión se subdividan en áreas de atendimento lo más homogéneas posibles en



Cuadro 1

Indice medio de fallas en la red de distribución para sectores abastecidos por reservorios y bombes directos (boosters), con las mismas fajas de presión.

Areas Atendidas por	Extensión de las redes (km)	Indice: fallas/1000 km/año		
		Fugas	Rupturas	Total
Reservorio (1)	862.11	620	280	1.100
Booster (2)	55.84	370	1.420	1.790

(1) Sectores: Agua Blanca, Vila Alpina, Vila Medeiro, Ciudad Vargas - periodo 1980/1984

(2) Booster: Itaguá B-3 e B-1, Santa Rita, Santa Luzia e Mombaça 3 - Periodo de 2 a 4 años.

términos de ocupación urbana (residencial, comercial, industrial, pública, etc.), cada área con cerca de 50 a 80 km de red, preferencialmente que puedan ser alimentadas por una única entrada de forma permanente o con el cierre de pocos registros sin mayores perjuicios al abastecimiento.

Así se estará creando "Distritos de Control - DC" donde en un único local determinado para control se puedan hacer investigaciones en la red para obtener parámetros operacionales, indicadores de presencia de fugas, condiciones del abastecimiento, comportamiento de los consumos y sus variaciones por área homogénea de ocupación.

Se recomienda subdividir los Distritos de Control en "Distritos de Investigación - DI", comprendiendo extensiones de red de 10 a 15 km, que puedan ser seccionados por medio de registros.

Los DI permitirán ejecutar dentro del Programa de Reducción y Control de Pérdidas, los ensayos de investigación para identificación de áreas menores, con mayor probabilidad de fugas no visibles, orientando al máximo los trabajos de detección directa en la red.

e) - Trazado de las redes.

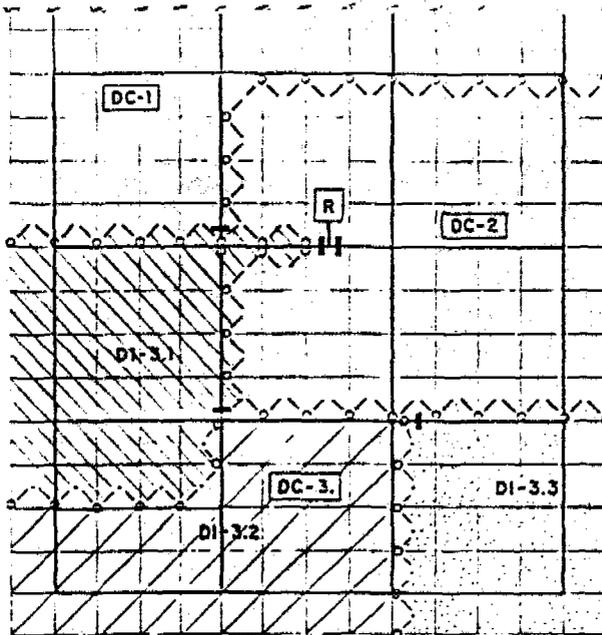
En el trazado de las redes se debe evitar el esquema de alimentación por ramales abiertos (espina de pescado) para:

- tener por lo menos dos puntos de alimentación para un determinado local a fin de garantizar mayor regularidad en el abastecimiento;
- evitar las puntas ciegas donde se pueden formar deposiciones y se presentan mayores probabilidades de corrosión en los tubos por efecto del agua tornarse más agresiva.

El trazado de las líneas matrices obedece a criterios ya consagrados y se debe hacer buscando aprovechar la red existente de la mejor forma posible, bien como promover la sectorización y las subdivisiones recomendadas anteriormente.

Para el trazado de la red secundaria existen prácticamente dos alternativas:

- trazado convencional donde la red matriz recibe conexiones domiciliarias y la red secundaria se entrecruza con ella en todos o en gran parte de los puntos de cruce (ver diseño 6);



**LEYENDA**

-  RED MATRIZ
-  RED SECUNDARIA
-  REGISTRO DE MANIOBRA PARA CONTROL
-  PUNTO DE CONTROL
-  DIVISION DE DISTRITO DE CONTROL - DC
-  INVESTIGACION - DI
-  RESERVORIO

**DISEÑO 6 - TRAZADO DE RED CONVENCIONAL**

- trazado en bloques donde la red secundaria se conecta con la primaria en dos puntos, con extensiones de red de 2 a 5 km. La red matriz no recibe conexiones domiciliarias (ver diseño 7) y se tiene dos puntos de control en cada bloque. Las conexiones del bloque a la red matriz debe hacerse, preferencialmente, en tramos diferentes de la red principal.

Sin lugar a dudas, desde el punto de vista de facilidades operacionales y de control de pérdidas, el trazado en bloques ofrece maiores ventajas por que permite:

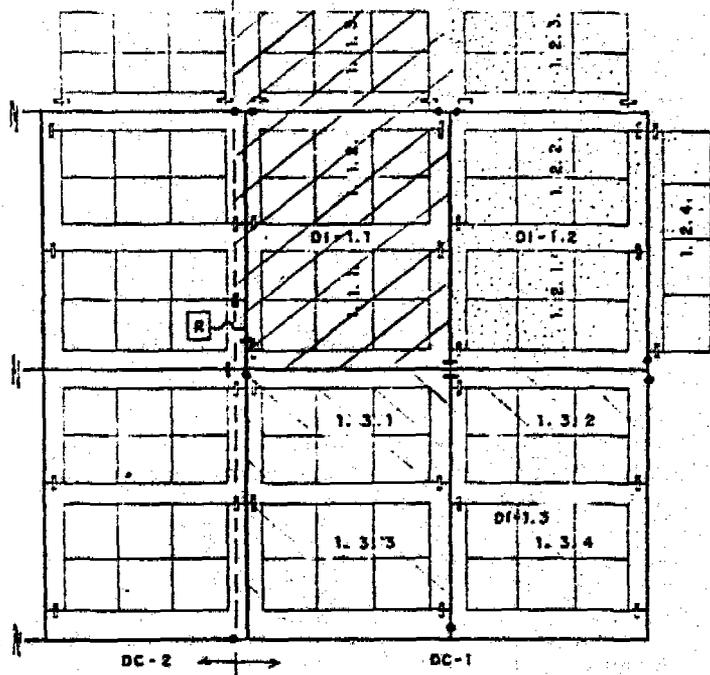
- un natural establecimiento de Distritos de Investigación;
- menor número de registros a instalar, operar y mantener;
- facilidades para hacer diagnósticos de la red y levantar parámetros para proyectos;
- rapidez y facilidad para la ejecución de las investigaciones de fugas no visibles;
- menores tiempos en las reparaciones de fugas por la rapidez con que se ejecutan los cierres para seccionar la red;
- posibilidad de substituir, reforzar o recuperar redes primarias sin perjudicar el abastecimiento.

Estudios hechos en San Pablo mostraron que cuando se trata de redes nuevas, el sistema de bloques demanda inversiones menores. Cuando se trató de ampliaciones o refuerzos de red existente con trazado convencional, para pasarlos al trazado en bloque, las inversiones resultaron maiores en los casos de implantación en etapa única. Por ello, en esos casos se recomienda hacer en el proyecto, un análisis detallado para definir si hay posibilidad de factibilizar los costos a través de un conveniente cronograma para implantación de las obras y para causar el mínimo de trastornos al abastecimiento durante las obras.

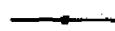
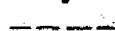
### 3.1.7.2 - Criterios para dimensionamiento de las redes.

Los criterios para dimensionamiento de las redes matrices son los ya consagrados dentro de la Ingeniería Sanitaria, resaltando que en el caso de trazado en bloques, por no haber conexiones domiciliarias y por la alimentación al bloque realizarse por dos puntos de interconexión con la red matriz, no hay distribución en marcha. Así, para el cálculo se tienen que considerar demandas concentradas en los puntos

T1100 - 5.7



**LEYENDA**

-  RED MATRIZ
-  RED SECUNDARIA
-  REGISTRO DE MANIOMBRA PARA CONTROL
-  PUNTO DE CONTROL DE DC Y DI
-  PUNTO DE CONTROL DE BLOQUE
-  LIMITE DE DC
-  RESERVORIO

DISEÑO 7 - TRAZADO DE LA RED EN BLOQUES

de alimentación a los bloques en vez de caudales ficticios en los nudos.

Las redes secundarias son dimensionadas por el proceso usual considerandolas como ramales abiertos, pues al seccionarlas dentro del bloque, para el analisis hidraulico, resultan redes ramificadas cada una alimentada por una entrada. Esto redundo en una cierta seguridad ya que en la práctica existen las conexiones de las tuberias que convergen al punto.

### 3.1.7.3. - Criterios para posicionamiento de los elementos de operación y control.

Los elementos de operación y control básicamente son:

- los puntos de control;
  - los registros de seccionamiento o maniobra;
  - los registros de descarga;
  - los hidrantes.
- a) - Puntos de control.

Los puntos de control sirven para ejecutar mediciones de caudal en locales estratégicos para obtener un adecuado control operacional de la red de distribución.

Las mediciones de caudal se realizan sin interrumpir el abastecimiento y con el uso de medidores instalados temporalmente, así, tanto los aparatos como los tramos de red donde son colocados se deben adaptar a ello.

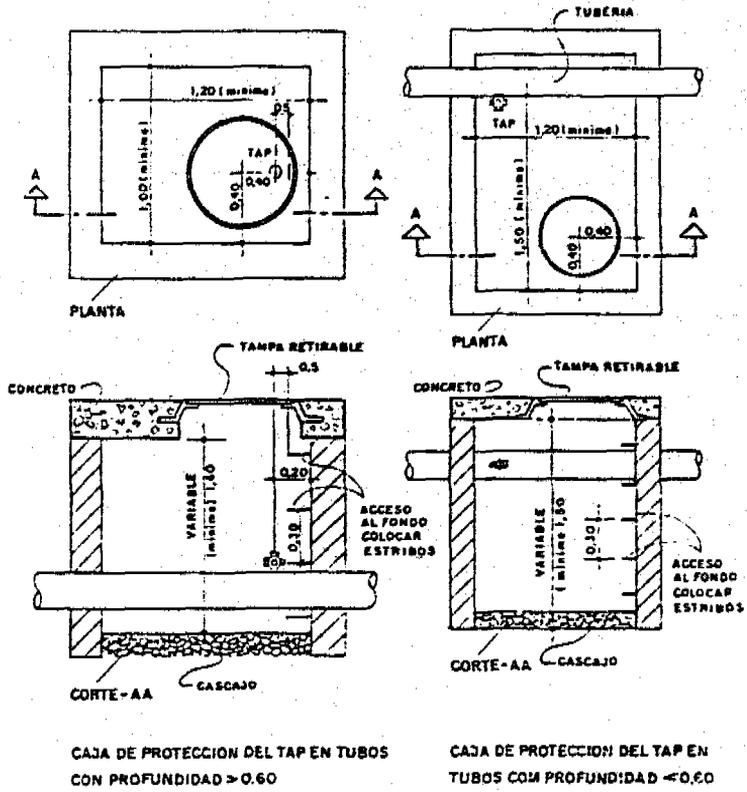
#### a.1 - Tipos de puntos de control.

En las redes primarias con diámetro mayor o igual a 150 mm, donde las mediciones se pueden efectuar con un pitómetro acoplado a registrador de caudal, el punto de control es constituido de un registro de incorporación (TAP), conforme mostrado en el diseño 8.

En los casos en que el elemento primario de medición se instale temporalmente en la tubería, por ejemplo un Venturi o un hidrómetro, el punto de control debe tener una derivación paralela a la tubería principal y registro de seccionamiento en dicha tubería (ver diseño 8).

En redes secundarias, generalmente las mediciones de caudal se ejecutan en una unidad móvil, en este caso, el punto de control se constituye de dos hidrantes colocados

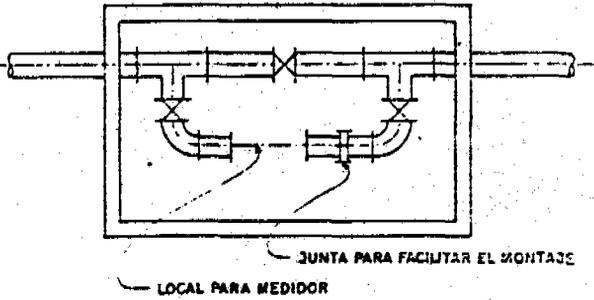
T1100 456



CAJA DE PROTECCION DEL TAP EN TUBOS CON PROFUNDIDAD  $> 0.60$

CAJA DE PROTECCION DEL TAP EN TUBOS CON PROFUNDIDAD  $< 0.60$

DISEÑO 8- DETALLE DE INSTALACION DEL REGISTRO DE INCORPORACION-TAP



**DISEÑO 9- PUNTO DE CONTROL CON MEDIDOR  
A INSTALAR TEMPORALMENTE**

7120 # 55

en la línea, separados por un registro de seccionamiento (ver diseño 10).

a.2 - Ubicación de los puntos de control.

Conforme se mencionó anteriormente, en el proyecto de la red de distribución se debe ubicar los puntos de control conforme sigue:

- en las tuberías matrices destinadas a las mediciones del sector de abastecimiento, caso la falta de recursos económicos no permita colocar un macromedidor de forma permanente;
- en las líneas matrices donde se realizarán las mediciones de las zonas de presión, de los DCs y Dis:
  - cuando estas subdivisiones son alimentadas por más de una entrada, colocar el punto de control en la tubería de mayor diámetro;
  - cuando en un entroncamiento hay varias derivaciones para DC y DI, los puntos de control deben ubicarse en el inicio de las derivaciones.
- en las derivaciones de las líneas primarias que alimentan los bloques, dos por bloque.

El diseño 11 muestra los locales donde se colocan los puntos de control.

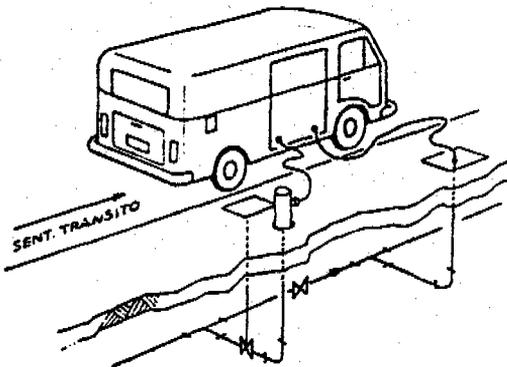
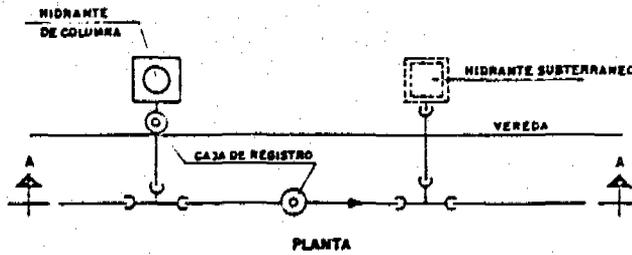
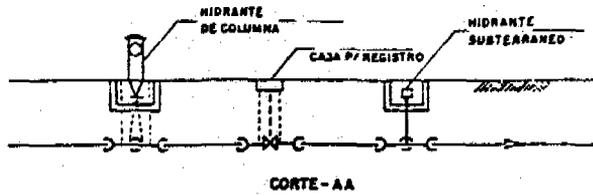
b) - Registros de maniobra.

Los registros de maniobra en la red deben colocarse de modo a permitir:

- reparos y ampliaciones;
- auxilio en el combate a incendios;
- ensayos de investigación para diagnósticos en la red;
- detección de fugas y control de pérdidas;
- situaciones accidentales.

Aparte de las recomendaciones de las normas se debe posicionar los registros con los siguientes criterios:

- cuando un punto de conexión de un bloque está situado próximo de un registro de la tubería matriz, colocar el registro después del punto de control;
- cuando las dos entradas al bloque salen de una misma línea matriz, colocar un registro entre ellas, así en



DISEÑO 10 - DETALLE DE INSTALACION DE PUNTO DE CONTROL PARA ENSAYOS CON UNIDAD MOVIL



caso de intervención en la línea primaria, por lo menos se tiene una entrada al bloque de abastecimiento;

- en las áreas especiales tales como polos industriales, hospitales, escuelas, etc. que exigen total regularidad en el abastecimiento, se debe colocar registros entre todas las entradas;
- en las líneas primarias destinadas a seccionar Distritos de Control y Distritos de Investigación, de modo a dejar por lo menos una entrada para los DCs y DIs adyacentes;
- en los puntos de control de DIs y bloques, entre los dos hidrantes o antecediendo al TAP cuando el punto de control es conformado por este elemento;
- en las tuberías secundarias para permitir seccionamientos de tramos menores.

El diseño 11 muestra los locales donde se debe colocar registros en el trazado de bloques.

c) - Registros de descarga e hidrantes.

Los registros de descarga se colocan en puntos bajos para poder vaciar la red para reparaciones, limpieza y desinfección.

Los hidrantes, aparte de servir para combate a incendios, descargas e integrar los puntos de control, deben ser colocados además en puntos de interés, para crear situaciones de consumos en los ensayos de simulación.

Tanto los hidrantes como los registros de descarga son colocados en la red obedeciendo las normas en vigencia.

### 3.2 - Criterios y cuidados en la selección y especificación de los materiales y equipos.

Los materiales y equipos deben seleccionarse cuidadosamente en función de los siguientes aspectos:

- a) - Las condiciones hidráulicas de funcionamiento: presiones, velocidades, etc..
- b) - Las características del agua para evitar problemas de corrosión interna.
- c) - Las características del local donde serán instalados tales como: humedad, características del suelo, etc..
- d) - Las facilidades operacionales y para mantenimiento.

57 0111

- e) - Los productos fabricados o vendidos en el mercado nacional.
- f) - La asistencia técnica disponible por parte de los fabricantes o de sus representantes locales.
- g) - Del desempeño obtenido por los materiales usados en el sistema existente o en otros sistemas semejantes en calidad de agua, suelo, etc..
- h) - Del costo de adquisición e instalación.

En el proyecto, los materiales deben seleccionarse buscando al máximo su estandarización y no deben ser escogidos solamente por su bajo costo.

Por principio debe hacerse con base en una criteriosa evaluación de los resultados obtenidos con los materiales usados en el sistema existente, considerando inclusive, la influencia de la calidad de su fabricación en su desempeño. Muchas veces un equipo, aún obedeciendo a normas de fabricación, de acuerdo con el fabricante, presentan detalles que redundan en mejor o peor resultado. Por ejemplo, para seleccionar los materiales de las tuberías de la red de distribución, se debe llevar en consideración indicadores como:

- ocurrencia de fallas (fugas y rupturas) por tipo de material;
- ocurrencia de fallas por faja de edad;
- iden por faja de presión;
- ocurrencia de fallas por edad y tipo de material.

Estos indicadores son normalmente conocidos dentro del Proyecto de Reducción y Control de Fugas del Programa de Control de Pérdidas y si no se dispone de datos del sistema existente, se tiene de otros sistemas similares.

Por ejemplo en San Pablo, la Compañía de Saneamiento Básico del Estado - SABESP, hizo levantamientos en algunos sectores de abastecimiento, de las fugas y rupturas registradas en un periodo de 5 años y obtuvo informaciones interesantes sobre el desempeño de tuberías de diferentes materiales (ver cuadros 2 a 5).

Levantamientos similares fueron hechos en Bogotá y Cali para analizar el desempeño de los materiales utilizados en esos sistemas donde preponderan tubos de asbesto-cemento.

También se puede obtener en el área operacional, informaciones que nos permitan identificar donde se

presentan los mayores problemas con relación a los diferentes materiales y equipos utilizados. Analizando los problemas y sus causas, se puede saber qué partido tomar en el proyecto para la selección de los materiales y fundamentalmente, los cuidados durante el detallado de las instalaciones tales como: soporte de las tuberías, protecciones contra corrosión, bloques de anclajes, protecciones contra sobrepresiones, etc.

En el proyecto, aparte de escoger convenientemente los materiales deben especificarse de acuerdo con la normas de fabricación, estableciendo además:

- los procedimientos para acompañamiento de su fabricación;
- los cuidados y exigencias para su recepción y aprobación.

En los casos de obras de concreto que almacenan o tienen contacto con agua, los cuidados que caben en el proyecto se refieren a la especificación del tipo de concreto a ser utilizado de modo a garantizar impermeabilidad, ausencia de fisuras, adecuada protección a la armadura y resistencia al ataque del agua.

### 3.3 - Criterios y cuidados en la definición de los detalles y procedimientos constructivos.

En la fase de Proyecto, desde el punto de vista de reducción de pérdidas, se debe influir en la calidad de la ejecución de las obras a través de:

- a) - Correcta definición de los detalles de ejecución.
- b) - Cuidadosa especificación de los procedimientos constructivos.
- c) - Definición de los procedimientos para fiscalización y acompañamiento de la ejecución de las obras.
- d) - Definición de los procedimientos para pruebas, ensayos, etc. para aprobación y recepción de las obras.

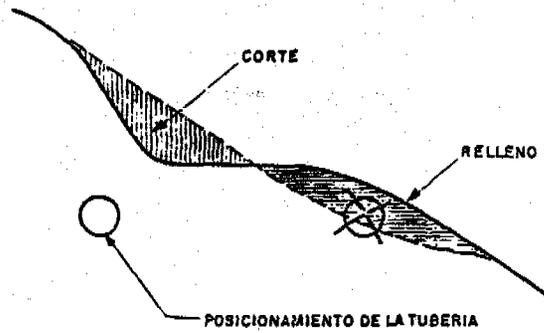
Los procedimientos constructivos deben basarse en datos suficientes de las características del suelo, no sólo en términos de resistencia como también de composición. Generalmente se dispone de datos del suelo apenas para definir las fundaciones de las estructuras de concreto y se olvida de la parte de soporte de los tubos y de la agresión al material.

Los detalles para instalación de los tubos deben ser diferenciados para las zonas altas donde el suelo es generalmente seco y para las zonas bajas donde en algunas áreas el nivel del agua subterránea es alto o presenta gran variación entre la época de lluvias y la de secas. En la mayoría de los proyectos no se da atención a este aspecto y se detalla y especifica, el mismo procedimiento para la instalación de las tuberías en toda el área de proyecto y peor aún, la misma calidad del material del tubo o de su forma de protección.

Como apesar de los cuidados que se toman para evitar fugas no siempre ese objetivo es alcanzado, conviene adoptar ya en el proyecto, cuidados destinados a reducir sus efectos caso vengan a ocurrir. Por ejemplo:

- posicionar los tubos de manera a distanciarlos de terrenos situados en laderas, rellenos, etc. (ver diseño 12);
- en las áreas urbanas, evitar la colocación de tubos matrices en vías angostas que no permitan fácil evacuación del agua, en vías de intenso tráfico sin pasajes alternativos, etc.;
- dejar una distancia de por lo menos 20 m entre las tuberías de conducción y las líneas de alta tensión para evitar cortos circuitos causados por fugas de agua en chorros o por rupturas en los TAPs cuando se introduce el tubo Pitot por ejemplo. También con este cuidado se puede evitar corrosión en los tubos metálicos causados por corrientes de fuga.

Nuevamente se enfatiza la necesidad de conversar y escuchar la opinión de los ingenieros y técnicos de las áreas de construcción y de operación de la Empresa de Saneamiento responsable por el sistema para especificar los detalles de ejecución, llevando en consideración los resultados de la experiencia obtenidos en la práctica por estos profesionales.



DISEÑO 12 - POSICIONAMIENTO DE LA TUBERIA

Cuadro 2

Fallas en la red de distribución por tipo de material  
Periodo 1980/1984

Tipo de material	Extensión de la red (km)	Indice: fallas/1000 km/año
hierro fundido (inst.hasta 1970)	368.35	1.430
hierro fundido (inst. después de 1970)	285.03	680
PVC	99.38	740
acero	8.73	480
cemento-amiante	-	-
TOTAL	662.11	1.100(1)

(1) indice promedio

**Cuadro 3**

**Fallas en el sistema de conducción por tipo de material  
Periodo 1980/1984**

Tipo de Material	Conducc. por bombeo		Conducc. por gravedad	
	Extens. (km)	Fallas/1000 km/año	Extens.	Fallas/1000 km/año
<b>hierro fundido</b>				
- inst. antes de 1970	52.61	1.100	91.08	310
- inst. después de 1970	59.31	150	128.51	168
acero	90.64	70	220.27	20
concreto	8.80	90	108.33	330
cemento-amianto	-	-	4.32	280

Cuadro 4

Fallas en la red por fajas de presión y edad  
Periodo 1980/1984

Faja de:	extensión de la red (km)	indice: fallas/1000 km/año
PRESION - mca		
0 - 30	105.55	670
31 - 45	210.89	930
45 - 60	238.34	1.170
> 60	119.33	1.632
TOTAL	662.11	1.100(1)
EDAD - anos		
> 30	68.14	2.410
26 - 30	107.86	1.450
21 - 25	98.35	1.400
16 - 20	96.00	610
< 15	293.76	660
TOTAL	662.11	1.100(1)

(1) indice promedio

TRW 150

Cuadro 5

Fallas en el sistema aductor por fajas de edad y tipo de material - Período 1980/1984

Fajas de edad	Extensión e índice: fallas/1000 km/año					
	CONCRETO		ACERO		HIERRO FDO.	
	Exten.	Índice	Exten.	Índice	Exten.	Índice
> 30	95.68	350	53.11	110	74.46	820
28 - 30	10.62	130	15.98	-	16.70	290
21 - 25	-	-	3.39	-	23.63	640
18 - 20	10.82	90	15.17	-	1.27	-
< 15	-	-	206.29	20	156.40	150

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 - MACROMEDICION - Manual DTIAPA No. C - 9 CEPIS. Lima, febrero 1985. Autores: José Augusto Hueb, Bento Gonzaga Cesar Filho y Francisco J. Rodriguez Avila.
- 2 - PITOMETRIA - APLICACAO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO. São Paulo 1982; SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.
- 3 - MANUAL SOBRE CONTROL DE FUGAS Y MEDICIONES EN REDES DE DISTRIBUCION. CEPIS - OPS.
- 4 - MANUAL DE PITOMETRIA. Salvador - Bahia 1987. EMBASA - Empresa Baiana de Aguas e Saneamento S.A.
- 5 - Programa de Incremento da Segurança Operacional do Sistema de Abastecimento de Agua da Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo 1985, elaborado para SABESP por COPLASA S. A. Engenharia de Projetos.
- 6 - Manual de Aplicação do Sistema de Blocos em Redes de Distribuição de Agua. São Paulo 1982, elaborado para SABESP pelo Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S.A. - CNEC.
- 7 - Segurança de Sistemas de Agua. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Maceió - Alagoas, agosto de 1985. Autores: Magdalena Woelz y Luiz Henrique Horta de Macedo.

# **10** **La Calidad de los Productos para Agua y Alcantarillado**

LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS PARA AGUA Y  
ALCANTARILLADO

Ing. SERGIO AUGUSTO CAPORALI

AGOSTO DE 1989

477  
1974

## LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS PARA AGUA Y ALCANTARILLADO

### 1. INTRODUCCION

La falta de concientización de las instituciones responsables del manejo de los sistemas de agua potable y alcantarillado, con respecto a la importancia de la certificación de conformidad con normas de los productos adquiridos, a la que se suman las restricciones en los gastos, consecuencia de la situación crónica de carencia de recursos financieros que afecta a la mayoría de ellas, los reglamentos para adquisiciones a los cuales están sometidas, y debido a que se insiste en el menor precio de adquisición, olvidándose de los costos de operación y mantenimiento, agrabado todo esto por el empleo de especificaciones técnicas deficientes en el proceso de adquisición, configuran la realidad actual del sector de agua y alcantarillado, en relación al manejo de los suministros. Las empresas prácticamente adquieren los productos sin ninguna verificación de su calidad o lo hacen de forma inadecuada. Esto se ve reflejado en la cantidad de problemas de operación y mantenimiento en los sistemas de agua potable y alcantarillado, como son las roturas de tuberías, fugas en tubos y accesorios, válvulas que no cierran herméticamente, grupos motobomba que no cuentan con el rendimiento esperado, micromedidores que presentan errores de medición fuera del rango admisible, productos que presentan una vida útil real, incompatible con la vida de los sistemas donde se encuentran instalados, etc. Al final, todo contribuye al aumento de las pérdidas físicas y comerciales.

Los fabricantes del sector no se encuentran presionados para realizar la inspección final de su producción, debido a que no existe ninguna exigencia por parte de los usuarios. Por consiguiente, se dan casos en que algunos de estos fabricantes ni siquiera efectúan un control de calidad durante el proceso de fabricación, como tampoco de los insumos que ingresan a sus plantas. Esto explica porqué son tan escasos los fabricantes que cuentan con un laboratorio para el control de sus productos, y aquellos pocos que cuentan con este recurso tecnológico, carecen del control metroológico necesario.

Asimismo, se ve afectada la calidad de las normas técnicas nacionales que, por falta de aplicación por parte de los usuarios, no están actualizadas, y no reflejan la aptitud para el uso de cada producto, sucediendo lo mismo con los métodos de prueba.

Este proceso, mediante el cual la calidad de los productos tiende a evolucionar negativamente, podría revertirse mediante la exigencia de que se cumpla con los requisitos de calidad especificados en las normas técnicas nacionales, antes de adquirir los productos; esto iría seguido de la buena práctica de la certificación en conformidad con dichas normas, lo que además de contribuir al aumento de confiabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado, da como resultado el perfeccionamiento de la industria del sector, de las normas técnicas, del propio proceso de certificación, y como consecuencia, se obtendrá el desarrollo de la calidad de los mismos productos.

## 2. CONCEPTOS

Los siguientes conceptos son los mínimos necesarios para permitir una comprensión uniforme de los diversos aspectos involucrados en el tema calidad y servirán para aclarar cuál debe de ser el rol de cada una de las distintas entidades que interactúan en la adquisición de un producto, orientada por criterios técnicos.

### 2.1 Calidad

Es una palabra que tiene muchos sentidos. En este caso será utilizada con el significado de aptitud para el uso, y se aplica a productos o servicios. Esta definición pone en evidencia la importancia de la opinión del usuario.

### 2.2 Parámetros de la aptitud para el uso

#### 2.2.1 Calidad de diseño

Es la medida o grado con que un producto satisface a la generalidad de los usuarios.

Depende de:

- a. Calidad de la investigación del mercado, i.e., hasta qué grado fueron identificadas las necesidades de los usuarios.
- b. Calidad de la concepción, o sea, la medida con que la concepción del diseño corresponde a las necesidades de los usuarios.
- c. Calidad de la especificación, i.e., la proporción en que las especificaciones consiguen reflejar la idea contenida en el diseño.

### 2.2.2 Calidad de conformidad

Es el grado en que un producto determinado se adapta a un diseño o especificación. La calidad de conformidad es el resultado de diversas variables tales como: planificación de la producción, procesos de fabricación, máquinas, herramientas, supervisión, mano de obra, etc.

### 2.2.3 Disponibilidad

Se mide por la frecuencia con que el producto está listo para ser usado cuando el usuario lo necesita. Depende de:

- a. Confiabilidad. - Certitud de buen funcionamiento.
- b. Mantenibilidad. - facilidad de restaurarlo para el servicio cuando falle.
- c. Apoyo logístico. - existencia de repuestos.

### 2.2.4 Servicio al usuario

Es el grado en que los responsables de las reparaciones (fabricantes, proveedores o talleres de mantenimiento) las realizan con eficacia, rapidez y honestidad.

### 2.3 Característica de calidad

Es cada uno de los sillares con que se construye la calidad: dimensiones, propiedades químicas, propiedades sensoriales, propiedades físicas, etc., que contribuyen a la aptitud para el uso. Otras propiedades como confiabilidad, duración y mantenibilidad son también consideradas características de calidad.

### 2.4 Control

Es el ciclo planificado de actividades mediante las cuales se logra una meta, objetivos o nivel deseado. Las etapas universales de un proceso de control son:

- a. Seleccionar el resultado que se desea controlar.
- b. Seleccionar una unidad de medida.
- c. Seleccionar o especificar el patrón de referencia.

- d. Seleccionar un dispositivo sensible que pueda medir el resultado a controlarse.
- e. Realizar la medida.
- f. Interpretar la diferencia entre el resultado real y el patrón de referencia.
- g. Tomar la decisión.
- h. Actuar sobre la diferencia.

2.5 Control de la calidad

Es el proceso mediante el cual se mide el valor real de una característica de calidad; se le compara con el patrón de referencia y se actúa sobre la diferencia.

2.6 Normalización

Es la acción de establecer y aplicar reglas, con el propósito de obtener el orden de un determinado campo, para el beneficio y con la participación de todos los interesados, y para obtener una óptima economía del conjunto, pero respetando las exigencias funcionales y de seguridad. Se basa en los resultados consolidados de la ciencia, la técnica y la experiencia. No establece las bases sólo para el presente sino también para el futuro, y debe desarrollarse de acuerdo con el ritmo del progreso.

2.7 Norma

Documento que establece definiciones, características de calidad y sus respectivos rangos de valores aceptable, reglas para uso, etc.

2.8 Certificación de conformidad

Es la acción de testificar, mediante certificado o un sello, la conformidad de un producto con determinadas normas técnicas; esta certificación es realizada por un agente independiente, desvinculado del fabricante y del usuario, y de acuerdo a reglamentos propios.

2.9 Certificado de conformidad

Es el documento que testifica la conformidad de un producto con normas técnicas.

2.10 Sello de conformidad

Es el símbolo que testifica que el producto que lo ostenta cumple con las normas técnicas.

2.11 Metrología

Ciencia que estudia las magnitudes físicas, los métodos y las técnicas de medición.

3. EL PROCESO DE ADQUISICION. ROL DE LAS ENTIDADES INVOLUCRADAS

La misión del sector de suministros consiste en adquirir los productos en la cantidad y frecuencia necesarios de acuerdo con el nivel de calidad especificado, y en el plazo que resulte más conveniente para la entidad, tomando en cuenta además el menor costo posible.

Desde hace mucho, las industrias cuentan con sistemas de suministro estructurados en forma más o menos compleja, en función del grado de complejidad del componente o subsistema que se está adquiriendo y de las condiciones en que ellos deberían presentar con otros componentes o subsistemas de su sistema total. El objetivo buscado consiste en la obtención de un producto que se ajuste, dentro de lo posible, a lo requerido por el comprador.

Las actividades controladas por los respectivos sectores de la industria para conseguir tal objetivo se describen a continuación:

- a. Establecer claramente la relación entre la empresa y los proveedores en lo que respecta a la calidad.
- b. Utilizar varios proveedores, cuando se trate de grandes cantidades.
- c. Precalificar a los proveedores, eliminando aquellos que no sean aptos para producir el nivel de calidad especificado.

71100 7/55

- d. Facilitar al proveedor toda la información necesaria, como por ejemplo: especificaciones, diseños, procedimiento de producción, etc.
- e. Informar al proveedor los cambios de diseño que se presenten.
- f. Cuando se trate de un componente nuevo, programar una producción previa, a fin de detectar posibles desviaciones.
- g. Facilitar al proveedor la información que se obtenga en las pruebas del componente que se está adquiriendo.
- h. Asesorar al proveedor en los problemas de calidad que puedan surgir.
- i. Monitorear periódicamente las actividades del proveedor.

Al implantar las actividades citadas, la industria busca reducir al máximo la probabilidad de que se acepten componentes con fallas y evitará así que estos componentes formen parte del producto final y reduzcan su nivel de calidad.

La industria automotriz cuenta en su mayoría con programas llamados de "calidad asegurada" los cuales son impuestos a sus proveedores con el mismo propósito que mencionáramos anteriormente.

Nada impide que las entidades de agua potable y alcantarillado (AYA) adopten procedimientos similares a los que emplea la industria para la adquisición de productos, con el nivel de calidad acorde con la calidad del servicio. Necesitan más que nada de una decisión de política.

Sólo se adquirirán productos con calidad certificada.

Pasar de la decisión a la acción va a demandar la realización de un conjunto de actividades que, por sus características tan específicas, deben constituir un proyecto que esté bajo la coordinación de un responsable. Deben participar representantes de los distintos subsistemas de la institución como proyecto, obras, operación, mantenimiento, suministros, almacén, planificación, etc., que, con el aporte de sus experiencias, van a contribuir a la detección y relación de los problemas, establecimiento de las prioridades y propuestas de solución.

Algunas de las actividades pueden ser:

- Preparar un inventario de los productos adquiridos por la institución y de sus respectivas especificaciones.
- Realizar un análisis crítico del inventario, buscando una reducción de tipo, modelos, clases, de productos, etc. y la identificación de especificaciones inadecuadas.
- Adaptar el reglamento de adquisiciones a las exigencias adicionales, relacionadas con temas como por ejemplo, la precalificación de fabricantes y/o proveedores.
- Definir cómo será el manejo del subsistema de suministro, sus relaciones con los demás subsistemas de la institución, la estructura necesaria y los canales de comunicación.
- Concientizar a los distintos niveles gerenciales en cuanto a la importancia de la calidad de los productos.
- Inventariar las entidades públicas y particulares que podrán participar en el esfuerzo de certificación, como son las que se dedican a la calidad industrial, los laboratorios para ensayos y para el control metrológico de los instrumentos de medida, y principalmente, los fabricantes y proveedoras.
- Inventariar las normas técnicas nacionales y, a falta de ellas, las internacionales o extranjeras que se apliquen a los productos adquiridos por la institución.
- Etc.

La institución de AYA estará en condiciones de implantar su política de calidad a partir del momento en que su reglamento esté aprobado, los procedimientos administrativos y técnicos correspondientes estén listos, y ya se disponga de por lo menos un producto para el cual esté definido y aprobado, a nivel de los subsistemas involucrados, el documento técnico descriptivo de su calidad.

En esta fase del desarrollo del proyecto ya estarán identificadas las demás instituciones que participarán en el proceso.

Los fabricantes y proveedores, principal elemento del conjunto, serán bastante influenciados por la decisión política de las empresas de AYA pues, como se manifestó al inicio de este capítulo, las actividades para alcanzar el nivel de calidad deseado, abarcan desde los insumos hasta el producto acabado, pasando por todo el proceso de producción y control.

Todos los países de la Región disponen de instituciones de normalización, de metrología y de calidad industrial, las cuales están organizadas y disponen de recursos humanos, materiales e institucionales para el cumplimiento de su misión.



b) Industrias:

Realizar el producto con la calidad indicada en la especificación de compra, y someterlo a la certificación de conformidad. Al fabricante le corresponde PRODUCIR la Calidad y, por ende, CONTROLARLA.

c) Instituciones de Calidad Industrial

Ejecutar los procedimientos pertinentes, según el modelo de certificación de conformidad que corresponda.

d) Instituciones de Metrología

Controlar los instrumentos de medida utilizados en el proceso de control de la calidad y en los ensayos realizados para la certificación de la conformidad.

e) Institución de Normalización

Coordinar el proceso de normalización, editar y distribuir las normas.

4. MODELOS DE CERTIFICACION DE CONFORMIDAD

CERTICO, el Comité de Certificación de la Organización Iberoamericana de Normalización - IEN, preparó un documento en el que se analizaron y comparan los distintos modelos de certificación de conformidad, adoptados por las entidades del sector. Para fines de clasificación, se redujeron a ocho modelos, entre los cuales presentan particular interés -por el hecho de ser los que utilizan más frecuentemente los agentes de certificación- tres que se mencionan a continuación:

- a) Ensayo de todos los productos para verificar su conformidad.
- b) Ensayo de lotes, en el que la verificación de la conformidad de los productos que constituyen el lote, se realiza mediante el ensayo de una muestra representativa del mismo.

- c) Evaluación y aprobación del sistema de control de la calidad del fabricante, seguida de un ensayo de tipo, para verificar la conformidad del producto con la norma. Si el producto está conforme, se le otorga al fabricante el uso de un SELLO, símbolo de que el producto proviene de una producción bajo control, y que cumple con los requisitos de la norma técnica específica. El seguimiento para verificar si se mantienen las condiciones iniciales, se hace mediante auditoría del sistema de control de la calidad y de la calidad del producto ensayando muestras del mismo obtenidas en la fábrica y en el comercio.

La certificación de conformidad a través del ensayo 100% tiene aplicaciones para características de calidad, tales como estanqueidad de tubos y válvulas, desempeño de bombas, nivel de aislamiento de motores y otros aparatos eléctricos, etc. Evidentemente, si el ensayo destruye el elemento, no se empleará ese modelo.

La certificación por lotes es quizás la más empleada. Algunas entidades de normalización prevén la aplicación de ese modelo en la certificación y las normas presentan tablas que, en función de la magnitud del lote, definen el tamaño de la muestra y el criterio de aceptación, o sea, hasta qué cantidad de defectos se acepta en la muestra. Las normas pueden presentar planes de muestreo distintos para cada característica de calidad. Las características críticas tendrán planes de muestreo más rigurosos.

Los planes de muestreo presentados en las normas se basan en un determinado porcentaje de defectos o de elementos defectuosos presentes en los lotes, presentados para certificación por el fabricante, de los cuales el comprador está dispuesto a aceptar 95 de 100, porcentaje que, como ya se mencionó, puede variar en función de la característica de calidad a ser considerada.

Lo que ocurre es que tales valores pueden ser distintos según el fabricante; asimismo, pueden variar con el tiempo, para un mismo fabricante. Los planes de muestreo prevén mecanismos para controlar las variaciones, pero su aplicación es de factibilidad dudosa en el caso de las entidades de AYA, pues el flujo de las adquisiciones de un mismo producto no es continuo y, cuando existe más de un fabricante, es necesario considerar la exigencia de licitación. Estos mecanismos serían aplicables por ejemplo cuando la licitación correspondiera a muchos lotes.

El modelo que evalúa el sistema de control de la calidad del fabricante, por ser el más completo, es el que se utiliza con mayor frecuencia para la certificación por SELLO. Es un sistema continuo y confiable para la verificación de la conformidad de productos provenientes de producción seriada y es el único modelo que brinda protección a cualquier usuario del producto, pues el SELLO es empleado para toda la producción, y los reglamentos de las entidades de certificación son bastante rigurosos en cuanto a la comercialización de productos certificados de esa forma.

Otra característica de ese modelo de certificación es que efectivamente da como resultado un incremento de la eficiencia de la industria.

La evaluación del sistema de control de la calidad brinda aspectos como:

- a) Organización de la calidad
- b) Disposición de productos defectuosos
- c) Inspección de fabricación
- d) Control de recepción
- e) Fabricación
- f) Laboratorio de metrología
- g) Laboratorios de materiales y procesos
- h) Almacenes y manutención
- i) Locales para la producción
- j) Personal

Cada uno de los aspectos mencionados es evaluado en detalle y recibe un puntaje. El criterio de aprobación del sistema considera normalmente el puntaje mínimo por aspecto y el promedio general.

A continuación se exponen los ensayos de tipo para verificar la conformidad del producto de acuerdo con la norma. La muestra es normalmente ensayada en laboratorios independientes, o se la duplica para ser ensayada una parte en el laboratorio del fabricante. Con este último procedimiento se consiguen dos resultados: el primero respecto a la conformidad del producto, y el segundo se relaciona con la exactitud de los equipos y métodos del laboratorio del fabricante.

Al ser aprobado en las dos etapas descritas, la entidad de certificación otorga al fabricante el uso del SELLO, mediante la firma de un contrato válido por un periodo fijo, que puede ser prorrogado a voluntad de las partes, debiendo cumplirse en las distintas unidades en que el contratante fabrique el producto, y aplicándose sólo al producto objeto de los ensayos de tipo.

Las auditorías del sistema de control de la calidad deberán ser sorpresivas, y su frecuencia deberá establecerse en función de la sensibilidad del producto a variaciones en la producción, al grado en que la seguridad y/o salud del público puedan verse afectadas, a los registros mantenidos por la industria, etc.

El fabricante repondrá las muestras recolectadas en el comercio por la entidad certificadora para los ensayos de auditoría.

Los reglamentos prevén la aplicación de sanciones al fabricante, las que pueden consistir en amonestación o cancelación definitiva del derecho de uso del SELLO. Las transgresiones posibles de sanción son:

- a) Alteraciones no informadas en el proceso productivo, sin conocimiento ni aceptación de la entidad certificadora, y que modifiquen las condiciones originales del contrato.
- b) Incapacidad de adaptarse, en el plazo concedido por la entidad certificadora, a modificaciones de la norma, que provengan de revisión oficial.
- c) Fallas detectadas durante las auditorías, que no fueron corregidas en el plazo acordado.
- d) Falta de pago por el uso del SELLO.
- e) Uso indebido del SELLO o de la publicidad del mismo.

#### 5. VENTAJAS DE LA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD POR SELLO

Debido a la diversidad de productos adquiridos por las entidades de Aya y al hecho de que existen productos fabricados por unidad y no en serie, no es posible aplicar sólo uno o dos de los modelos de certificación. Los tres modelos descritos serán aplicados normalmente por la entidad de certificación.

Dadas sus características, la certificación por SELLO presenta una serie de ventajas que la califican incluso para su aplicación en el comercio internacional.

Los fabricantes, los usuarios y el Estado resultan beneficiados cuando se adopta la certificación de conformidad por SELLO, tal como se verá a continuación.

### 5.1 Fabricantes

- a. Amplificación del mercado. El SELLO facilita la penetración en mercados donde el fabricante es desconocido, lo que es válido también para exportaciones.
- b. Competencia.  
Ayuda a combatir la competencia desleal.  
El derecho al uso del SELLO representa superioridad.
- c. Auditoria externa. El modelo de certificación por SELLO es una auditoria externa que brindará a la alta dirección de la empresa, información de fuente independiente sobre la marcha del sistema de calidad, y que la protegerá de problemas provenientes de fallas en la calidad del producto, por medio de las cuales pueda verse afectado el prestigio de dicho producto.
- d. Entregas. La certificación por SELLO elimina la necesidad de esperar al trámite de certificación por lote, acelerándose por tanto las entregas.
- e. Prestigio. El SELLO prestigia a la empresa que lo posee, pues garantiza que está bajo la supervisión de una entidad independiente, con la consiguiente seguridad que los productos ofrecidos al mercado, son de calidad bastante definida y están acordes con la norma.
- f) Argumento de venta

### 5.2 Usuarios

Usuario se denomina a aquél que adquiere productos para su utilización, independiente de ser un ciudadano común, una industria, una empresa pública o privada.

- a) Protección. El SELLO es la forma mediante la cual se puede dar protección al usuario común: ya sea el que desconoce las normas, como el que las conoce, pero no tiene cómo ejecutar los ensayos para verificar la calidad del producto que está adquiriendo, porque el volumen de sus compras no lo permite en términos económicos.

- b) Garantía de Calidad. El SELLO asegura al usuario que el producto que está adquiriendo, tiene calidad definida por la norma en cuestión, y proviene de una producción permanentemente controlada. Los reglamentos normalmente garantizan que el fabricante reemplazará todo producto con sello que presenta falla, siempre que ésta no sea consecuencia de una utilización deficiente por parte del usuario.
- c) Fraudes. Al disponer de productos certificados por SELLO, el usuario tiene una alternativa para no ser perjudicado por la publicidad engañosa o tendenciosa.
- d) Eliminación de riesgos. El producto que tiene SELLO no puede ser comercializado sin él. Así, se tiene la garantía que las unidades rechazadas por una institución certificadora no serán comercializadas.
- e) Costos. Los costos de certificar la producción por lotes son ciertamente más altos que los resultantes de la certificación por SELLO.

### 5.3

#### El Estado

Además de las ventajas anteriores, que son de mucha importancia para el Estado pues representan mejoras económicas, existen otras que justificarían su apoyo, como por ejemplo:

- a) Exportaciones. El esfuerzo de exportación tiene un elevado costo para el Estado; por tanto, no puede ser desperdiciado con productos que no cumplan a lo largo del tiempo con los requerimientos de calidad exigidos por el mercado exterior. Por consiguiente, es importante la implantación de la certificación en forma generalizada para la protección de la buena imagen de los productos exportados por el país.
- b) Mercado interno. La calidad de vida de la población, entre otros aspectos, depende de la calidad de los productos que estén disponibles para su consumo. Dado que una de las metas del Estado es la mejora del nivel de calidad de vida de la población, deberá prestigiar la certificación por SELLO.

T 120 + 40

- c) Economía. La influencia de la certificación de conformidad en la economía, se aprecia en la reducción de los costos de fabricación -evitando así el despilfarro de recursos naturales y de mano de obra- así como en la protección del usuario quien no estará desperdiciando sus recursos en la adquisición de productos no conformes.
- d) Estado como comprador. Por el hecho de estar manejando el Estado recursos públicos y por ser normalmente el comprador más importante, debe asegurarse de la buena aplicación de los fondos, adquiriendo productos certificados, y prestigiando así a los fabricantes con SELLO.

6. OBSTACULOS A SER SUPERADOS PARA LA IMPLANTACION DE LA CERTIFICACION

Por parte de las entidades de AYA, se trata de un cambio significativo, que demandará alteraciones de procedimientos administrativos, de posturas con referencia a la calidad, participación de subsistemas que tienen intereses opuestos con relación a plazos, etc. Existe la posibilidad de retrasos en obras, debido a que los productos con la calidad especificada no se encuentran disponibles, por la duración del proceso de certificación, por falta de capacidad de respuesta de la entidad certificadora y/o del laboratorio.

En caso de retraso de obras, pueden surgir presiones para que se modifiquen criterios o se elimine la certificación "sólo por esa vez" para no comprometer el cronograma. Ceder una vez a ese tipo de presión es desmoralizar la certificación.

La Alta Administración puede tomar como referencia el aumento del costo inicial proveniente de la certificación.

Cuando los recursos para las adquisiciones y obras se obtienen a través de agentes financieros, éstos pueden ayudar mucho si se establece como condición en los préstamos, que los productos adquiridos deberán ser certificados y/o al asignarse fondos para esa actividad.

Por parte de los fabricantes usualmente existe resistencia inicial pues el proceso de certificación interfiere con la producción, ensayos, despacho y facturación. Tratan de transferir a la entidad certificadora la responsabilidad por el incumplimiento de los plazos de entrega. Es posible que los fabricantes no estén equipados con todo lo necesario para controlar el proceso de fabricación y el producto acabado. El mismo proceso de fabricación puede demandar cambios para lograrse un mejor nivel de calidad.

Es factible que el agente de certificación no esté estructurado y/o equipado para atender a un aumento de demanda de servicios o a la especialidad de los mismos por falta de personal. Los costos de certificación pueden resultar altos por aspectos geográficos, ensayos de laboratorio, criterios para la certificación, etc.

Los laboratorios tal vez no estén equipados para efectuar parte de los ensayos necesarios, o quizás la capacidad instalada sea inferior a la demanda.

Existen normas técnicas que no reflejan la aptitud para el uso; no resultan suficientemente claras y conllevan a interpretaciones conducentes a conflictos. No se logró el consenso necesario de los sectores interesados durante su elaboración y aprobación; por lo tanto, no es representativa. Puede existir déficit en la cantidad y tipos de normas técnicas.

El subsistema de metrología no está articulado, ni existe una red nacional de verificación y calibración de los instrumentos de medida. Por lo tanto, no se puede garantizar la calidad de los resultados. No se cuenta con padrones en la cantidad necesaria, y la industria nacional no está apta para fabricarlos.

## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 La calidad es un asunto de tal trascendencia que su gestión debe estar a la altura de una política nacional de calidad, promoviendo de esa manera un reordenamiento del sector de producción de bienes para los sistemas de AYA y de otros que lo necesiten.
- 7.2 Los componentes de un sistema nacional de la calidad están presentes en los países de la Región, pero en algunos sectores de su economía, en particular el de la producción de bienes para los sistemas de AYA, es necesario realizar un esfuerzo para promover su articulación.
- 7.3 La certificación de la conformidad de productos con normas a través de SELLO, conlleva al desarrollo de la eficiencia industrial y es la forma más segura y económica de certificación, cuando se trata de producción seriada y de grandes cantidades. Los demás modelos de certificación tienen su aplicación específica.

65 x 1111

- 7.4 El control de calidad es una actividad característica de quien produce un determinado bien o servicio, y no de quien lo adquiere o certifica su conformidad.
- 7.5 La industria que se disponga a mejorar el nivel de calidad de sus productos y someterse a un modelo de certificación a través de SELLO, debería recibir incentivos del Estado, traducidos por ejemplo en la preferencia en las adquisiciones de productos con SELLO, fomentando la exportación de estos productos y reduciendo los derechos de exportación.
- 7.6 Los agentes financieros oficiales deben incentivar la certificación de conformidad, mediante provisión en sus préstamos a las entidades de AYA de una parcela para financiar la actividad, y a través de la concesión de préstamos para la implantación de laboratorios que completen la capacidad del Sistema Nacional de Calidad.
- 7.7 La decisión política de adquirir solamente productos mediante certificación de su conformidad con normas técnicas, es un paso importante de las entidades de AYA en la búsqueda de la mejora de su eficiencia y de la calidad de sus servicios.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 8.1 JURAN, J.M.; GRAY JR, F.M.; BINGHAM JR, R.S. Quality control handbook. USA, McGraw-Hill, Inc., 1976
- 8.2 JURAN, J.M.; GRAY JR, F.M. Planificación y análisis de la calidad. Barcelona, Editorial Reverté, S.A., 1977. 736 p.
- 8.3 GARCIA, E.J.; ARRONDO, A.A. Control de la calidad. Buenos Aires, Instituto Argentino de Control de la Calidad, 1973. 283 p.
- 8.4 CAPORALI, S.A. LE ROUX CATER, S.R. Normalização e certificação de conformidade em saneamento ambiental. 10º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Manaus, 21-26 enero 1979. Rio de Janeiro, ABES, 21 P.
- 8.5 INMETRO. Sistema nacional de metrologia, normalização e qualidade industrial. Rio de Janeiro, INMETRO, 1982, 46 p.
- 8.6 CERTICO-ISO. Report on certification - principles and practice. 1976

- 8.7 GARCIA, E.J. Conferencia "El sello de conformidad con normas".  
CETESB, Sao Paulo, 1978
- 8.8 CAPORALI, S.A.; CESAR F., S.G. Materiais para instalações prediais - conformidade com as Normas Técnicas Brasileiras. 8º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro, 14-19 dic. 1975. Rio de Janeiro, ABES, 21 p.
- 8.9 OPS. Modelo de gerencia de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y alcantarillado. Programa de Salud Ambiental. Serie ambiental No. 4. Washington, OPS, 1986. 91 p.
- 8.10 ICONTEC. Reglamento del sello de conformidad con normas ICONTEC. Bogotá, ICONTEC, 1986. 9 p.

# **11** **Criterios Básicos para Organizar un Programa de Control de Pérdidas de Agua**

**SEMINARIO INTERNACIONAL  
SOBRE REDUCCION Y CONTROL DE  
PERDIDAS DE AGUA**

**AGOSTO 21 AL 25 DE 1989  
CALI COLOMBIA**

**CRITERIOS BASICOS PARA ORGANIZAR  
UN PROGRAMA DE CONTROL DE  
PERDIDAS DE AGUA**

**AUTOR: EDUARDO ARBELAEZ CAICEDO**

**CALI, JULIO DE 1989**

## ASPECTOS BASICOS DEL PROBLEMA

Con el permiso de los expertos aquí presentes y en general de todas las personas que dominan el tema, procuraremos en esta breve charla presentar algunas consideraciones basadas en nuestra experiencia respecto a como organizar en nuestras instituciones de agua potable las acciones que como funcionarios de ellas son nuestra obligacion para contrarrestar el agua no contabilizada.

Es basico y necesario tener claro que cualquiera sea el conjunto de actividades que se definan para atacar el problema del balance de agua, el agua no contabilizada siempre existirá en las Empresas de agua. Se trata, por tanto, de fijar acciones que permitan mantener en límites razonables los volúmenes de agua perdida.

El porcentaje de agua no explicada en un sistema ha llegado a ser una medida no sólo de la condición física del mismo sino también de la calidad de la administración del sistema de abastecimiento.

Para los que no han estudiado el problema, la creencia más común es que el agua no contabilizada se produce por fugas en el sistema. Si bien esta es una componente importante, no es la única pues existen otras componentes igual o mayormente importantes, las cuales presentaremos más adelante.

Uno de los mayores problemas a que nos enfrentamos es que pocas veces se destinan fondos del presupuesto para resolver el problema y en el peor de los casos debido a que no somos concientes de las pérdidas. Nos volvemos extremadamente mecánicos en la operación del sistema de abastecimiento, absorbiendonos el "día a día", prestando máxima atención a lo urgente y no a lo importante, queremos quedar bien con nuestros directivos y estamos prestos sólo a solucionar a cualquier costo el daño de acueducto que se ha presentado y que ha obligado a la suspensión del servicio.

Las pérdidas de agua reciben por lo general un lugar muy bajo en el orden de prioridades, nos importa más la expansión que la optimización, la inauguración de una nueva obra que nos cubra los déficits de cobertura en el servicio resultan más importantes que hacer esfuerzos para cambiar el "modus operandi", controlando aspectos que nos permitirían disminuir pérdidas físicas de agua y un uso más racional del servicio.

La reseña histórica que ha llegado a mis manos permite ver como el problema de las pérdidas de agua captada, purificada y suministrada afecta a todas las instituciones de agua potable del mundo.

Por múltiples circunstancias, los países desarrollados presentan los niveles más bajos de agua no contabilizada. Estamos hablando

de los países Europeos y Estados Unidos, especialmente. Todo el mundo en desarrollo mantiene serios problemas de suministro, bajas coberturas, en muchos casos por falta de optimización de sus sistemas de abastecimiento.

Sorpresivamente me encontré con una información estadística que aunque parcial muestra algo interesante: la evaluación de un grupo de ciudades en el continente asiático permitió obtener información que indicaba un porcentaje de pérdidas que en promedio era sensiblemente inferior al que se tiene para América Latina.

Repito que para mí fue sorpresa, seguramente para algunos de ustedes también, que nuestro continente detente uno de los últimos lugares en cuanto al problema del agua no contabilizada. Ante todo porque creía personalmente que estábamos en un lugar importante de desarrollo relativo.

En nuestra opinión, ya expresada por otros, que sistemas con pérdidas menores al 10% pueden ser considerados de excelentes, entre 10 y 20% son razonables, entre 20 y 30% aceptables y por encima de este último valor son inaceptables y reflejo de problemas operacionales.

Desafortunadamente, los sistemas de abastecimiento de las ciudades de América Latina están por encima de este valor con muy contadas excepciones.

Es por ello que nos encontramos ante un gran reto del cual se ha venido tomando conciencia en la presente década.

Existen en plena ejecución Programas de Reducción y Control de Agua no Contabilizada en diferentes ciudades Latinoamericanas incluidas algunas en Colombia.

En nuestro país, Colombia, se han hecho esfuerzos a nivel nacional: en 1983 la Dirección de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud fue el primer organismo nacional que asumió el liderazgo lanzando el Programa Nacional de Control de Pérdidas (PRONCOPE), canalizando para el efecto la vinculación de asistencia, capacitación y adiestramiento que tiene con este Ministerio la Organización Panamericana de la Salud-OPS.

Los eventos programados por Minsalud-OPS desde 1983 tuvieron como objetivo primordial la inducción y motivación de los niveles gerenciales, además de la capacitación y adiestramiento de personal técnico de las empresas del sector.

Las actividades desarrolladas fueron las siguientes:

- Curso Internacional de Control de Fugas -EAAB, Bogotá, 1982.
- Reuniones de inducción, motivación y divulgación del PRONCOPE en Cali, Bogotá, Santa Marta y Bucaramanga, 1983.
- Curso Nacional de Pitometría-EMCALI, 1983.

- Curso Nacional de Macromedición - EMCALI, 1984.
- Curso Nacional de Pitometría - Compañía Metropolitana del Acueducto - Bucaramanga, 1984.
- Reunion regional de la OPS para estudio del documento "Modelo de Gerencia en Operacion y Mantenimiento", Cali, 1988.
- Curso Nacional de Control de Fugas- Barranquilla, 1985.

Desafortunadamente este esfuerzo no se tradujo en un desarrollo nacional de los programas de control de perdidas si bien permitio capacitacion de personal.

Luego de un receso es a traves del actual Gobierno Nacional que se ha vuelto a retomar el problema al fijarsen los lineamientos para el Programa de Ajuste sectorial (PAS) el cual busca entre otros el Desarrollo Institucional de las empresas de Agua Potable y dentro de este el Programa de Control de Perdidas como estrategia para dicho desarrollo.

Estas nuevas directrices nacionales permitiran desarrollos importantes del sector, lo cual viene siendo liderado a traves del Banco Central Hipotecario y del Departamento Nacional de Planeacion.

Esfuerzos como el de ACODAL, Seccional Valle del Cauca, deben ser reconocidos ampliamente ya que representan al sector privado preocupado por el problema del agua no contabilizada. Ellos han actuado como coordinadores de este importante Seminario permitiendonos escuchar planteamientos muy importantes de los expertos en el tema.

Queremos que los participantes en este Seminario queden motivados y comprometidos con las instituciones a las que pertenecen a definir un plan de accion que permita evaluar la situacion de su institucion mediante los mecanismos brindados por los expositores en todos estos dias y a los que hare alusion sobre la forma practica como puede enfocarse el problema del agua no contabilizada.

Antes de ello es importante insistir en la importancia que el programa tiene a nivel de cada institucion.

Si se puede reducir significativamente la perdida de agua es posible posponer nuevas inversiones ya que con el agua recuperada se puede ampliar la cobertura a partir de las instalaciones existentes.

Mejorando el sistema de lectura de medidores de facturacion cobrando lo debido a conexiones clandestinas se mejoraran los recaudos sin mayores tarifas.

Un problema que se cuestiona constantemente es si la

micromedición domiciliar debe llevarse al ciento por ciento o no. Creo que el problema no es ese sino mas bien el garantizar que el porcentaje de medidores instalados tengan asegurado un programa de mantenimiento preventivo, es decir, garantizar su mantenimiento antes de que la maquina se pare.

Un buen programa de control de perdidas permitiría una reducción tal que la misma demanda puede ser atendida con una menor producción disminuyendo los costos totales, mas aun, si existe bombeo por ahorro de energía eléctrica. La planificación de nuevas obras también se ve beneficiada cuando se tienen con certeza los datos de producción, suministro y consumo; sin ellos solo la conjetura es posible para definir la capacidad de las mismas.

El conocimiento de los beneficios que trae el Programa ha llevado a que instituciones de agua potable hagan esfuerzos en esta dirección, fracasando en su empeño.

Creo que el asunto no ha radicado en el ecuacionamiento del problema sino en la falta de apoyo gerencial y falta de persistencia.

En primer lugar hay que conseguir el apoyo del nivel directivo buscando que se haga conciencia sobre el papel decisivo que debe jugar y en segundo lugar se debe entender que lo que parece sencillo realmente no lo es.

Al establecer el programa se encuentra con que no hay vehículos ni personal y si este último se da puede suceder que deba trabajar en horarios especiales, por ejemplo, nocturnos que a veces no son aceptados.

Otro problema es la contratación de consultores, si no se tiene precisión en lo que se quiere se puede fracasar ya que el asesor hará lo que se le ordene, dejará algunos escritos y se marchará.

Es preciso que se definan claramente los términos de referencia para su contratación buscando la máxima participación de funcionarios de la empresa en el trabajo contratado, asegurando la transferencia de tecnología. En esto se requiere que el Contratista trabaje con la Empresa y no para la Empresa.

#### ORGANIZACION DEL PROGRAMA

La clave para iniciar un programa que contrarreste el agua no contabilizada esta en establecer la forma de gastar menos de lo que cuesta el agua recuperada.

Se debe partir de un diagnostico de la situación de la Empresa en ese momento. Para ello es necesario, como ya se dijo, el apoyo gerencial y una vez obtenido este conformar un grupo de trabajo que defina el plan de acción dentro de un programa coherente que

a partir de ese momento debe ejecutarse ininterrumpidamente, entendiéndose que este no se realiza en uno, cinco o diez años, sino que adquiere el carácter de permanente.

Otra cosa bien diferente es la de estructurar el programa por etapas para ir mostrando resultados.

El programa para combatir el agua perdida no lo hace y ejecuta una sola persona, es el esfuerzo conjunto de muchos aprovechando su experiencia personal en campos específicos.

Ello es cierto dado que el problema de las pérdidas obedece a diferentes causas o componentes que a su vez corresponden a diferentes partes del sistema. Ni siquiera en empresas pequeñas se da el caso de que un solo funcionario responda por sí solo por todas las actividades comerciales y operativas. Los componentes de pérdidas o agua no contabilizada en los sistemas de abastecimiento son, de manera general, los siguientes:

- Inexactitud de los macromedidores de caudal.
- Subregistro de los medidores domiciliarios.
- Problemas en el proceso de facturación y cobranza.
- Pérdidas físicas de agua por daños en el sistema.
- Reboses en los tanques de almacenamiento.
- Consumos clandestinos.
- Usos públicos.

El peso de cada componente varía de una institución a otra de ahí que si bien los programas son similares, lo que se ejecuta en una empresa y los resultados que se logren no deben ser transferidos completamente a otra.

En cada caso se debe estudiar la situación y establecer su propio programa. Hemos podido escuchar de las presentaciones anteriores que los programas aplicados en ciudades como Bogotá, Medellín y Cali son similares pero el peso de cada componente de pérdidas y en consecuencia los recursos involucrados en cada uno de ellos es diferente.

Para poblaciones pequeñas la problemática es similar y los componentes de las pérdidas anotados son válidos, solo que su manejo debe hacerse de manera diferente.

Cualquiera sea el tamaño del sistema de abastecimiento se deben establecer los siguientes pasos básicos:

- Diagnóstico de la situación actual.
- Definición de las metas y estrategias del programa.

7120 # 34

- Definición de los proyectos a desarrollar y sus prioridades.
- Ejecución de los proyectos.
- Evaluación de resultados.

El diagnóstico debe partir de la evaluación de la pérdida total en el sistema estableciendo la certeza de los datos sobre volúmenes suministrados al sistema. A través del diagnóstico se identifican los puntos críticos del sistema y se definen las acciones que permitan reducir las pérdidas más evidentes.

Debemos preguntarnos como es nuestra macromedición y si ella es suficiente, aclarando que un sistema de macromedición no implica necesariamente la existencia de equipos sofisticados sino aquellos que se adapten a las condiciones y facilidades locales.

En caso de no existir debe definirse un procedimiento para encontrar los volúmenes producidos y suministrados.

La cuantificación de materia prima utilizada en el tratamiento, curvas características y tiempo de bombeo, consumo de energía eléctrica son parámetros que pueden permitir la estimación de dichos volúmenes.

La necesidad de recurrir a estos procedimientos define necesidades de macromedición generando una de las acciones que comprende el proyecto de Macromedición.

Respecto a la red de distribución debe definirse la situación de las pérdidas físicas y si existen registros y controles. En caso afirmativo debe analizarse los procedimientos de control y reparaciones y efectuar una cuantificación de las fugas. El registro histórico de ocurrencia de daños en la red permite definir áreas críticas, es decir, aquellas zonas donde más se presentan fallas en la tubería; con seguridad, es en ellas donde se pueden encontrar el mayor número de fugas no visibles.

Si no existen registros se deberá establecer y ejecutar los ensayos necesarios organizando la base de datos que permita registrar las novedades que se presenten.

Para estos casos se sugiere que se diseñe una tarjeta de control para consignar en ella la información básica que permite registrar la hora en que se reporta la fuga, la hora en que se aisla el circuito, el tiempo de reparación y la hora en que se restablece el servicio; con ello se tendrá información completa que permite valorar el tiempo de respuesta de la Empresa y, además, algo muy importante, la imagen de la institución ante la comunidad que se ha visto afectada por la suspensión obligada del servicio para reparar la fuga.

Con relación a la medición de los consumos (micromedición) es necesario hacer un análisis de los volúmenes medidos

identificando claramente los grandes consumidores. cuantificación de los medidores en servicio por tipo, tamaño y fabricante, análisis del crecimiento de la micromedición y evaluación de los procedimientos de mantenimiento de medidores.

En este campo es necesario cuantificar los medidores por fajas de consumo que nos permita priorizar esfuerzos en el mantenimiento y control hacia los grandes consumos en la seguridad de el mínimo esfuerzo garantizando el mayor porcentaje de los recaudos.

Un problema que se observa a menudo en los sistemas de abastecimiento es el de sub o sobredimensionamiento de los medidores. En esto es necesario revisar los criterios que se aplican para el dimensionamiento de las instalaciones domiciliáres y de los medidores.

Tradicionalmente se ha utilizado el criterio basado en los caudales máximos de trabajo de la acometida de acuerdo a la teoría de Hunter, que todos conocemos.

Investigaciones realizadas por algunos expertos han concluido en que este procedimiento conduce a un dimensionamiento del diámetro, mayor al necesario.

Si a este se agrega que en la práctica muchos diseñadores asignan el diámetro del medidor igual al de la acometida entonces nos encontramos que el medidor es sobredimensionado.

En general se puede recomendar que el diámetro del medidor sea el diámetro comercial inmediatamente menor al de la instalación.

Pasando a otro aspecto vale la pena mencionar la importancia que la Pitometría tiene para la ejecución de un programa de control de pérdidas, ya que através de ella se pueden conocer características del sistema de abastecimiento y medir parámetros importantes como caudales, velocidades, coeficiente C, presiones, construir curvas características del sistema de bombeo, sentidos de flujo y otros.

Generalmente, es al área de Pitometría en la que se vincula el programa de detección y localización de fugas no visibles, lo cual tiene una importancia grande para recuperar pérdidas físicas en el sistema.

Son muchas más las actividades que involucra un programa de control de pérdidas, sin embargo, nos hemos centrado en aquellas que por su importancia generalmente se constituyen en prioritarias.

Su desarrollo permitirá generar los insumos para la realización de la siguiente etapa en la que se solidifiquen las metas alcanzadas en estas actividades y se planteen y ejecuten otras complementarias adquiriendo por si solas una gran importancia.

Si bien la problemática del agua no contabilizada es común para

7/10/14

todos los sistemas de abastecimiento, grandes, medianos y pequeños, la forma de atacar el problema puede variar en el caso de estos últimos.

Personalmente considero que el mayor problema que se tiene es el desconocimiento del personal que tiene a su cargo el sistema de acueducto, sin desconocer los problemas de falta de recursos de todo tipo.

Sistemas bien pequeños están generalmente manejados por una sola persona, quien actúa con un reducido grupo los cuales deciden todo lo que se debe hacer.

La máxima preocupación es la de garantizar que todas las pequeñas estructuras funcionen y si bien se controla la calidad del agua suministrada hasta donde es posible, se descuidan los aspectos de cantidad; no se cuestiona que volumen de agua se está entregando ni se confronta con la población abastecida, conviviendo con horarios de racionamiento los que en muchos casos, se ha podido comprobar, no deberían existir.

El concepto del control del desperdicio no se tiene en cuenta, no se realizan inspecciones de las cámaras de alcantarillado las que en ocasiones permiten descubrir fugas de agua que no afloran a la superficie, no se chequea el comportamiento de niveles en el tanque de almacenamiento cuando este existe.

En fin, se administra el acueducto con el solo criterio de mantener en operación sus unidades. Cabe preguntar, es este un problema de tipo individual? No. Considero que el problema está en la educación del profesional y del técnico.

Se nos forma y educa para diseñar, expandir los sistemas de acueducto y no para optimizarlos.

Se requiere urgentemente que se incluya en los planes de estudio el concepto del agua no contabilizada a fin de hacer masivo el despertar de nuestros funcionarios ya que a Seminarios como este en el que nos encontramos, que tiene el mismo propósito, no pueden asistir todos.

Para finalizar quiero dejar en todos ustedes una inquietud y es la que se busque en la cooperación horizontal la herramienta básica para iniciar el programa en las instituciones donde no existe y solidificar su ejecución donde está en plena ejecución, lo cual permite ahorrar recursos.

# **12 Control de Pérdidas en Entidades Medianas**

**CONTROL DE PERDIDAS EN ENTIDADES MEDIANAS**

**AUTOR : ALEJANDRO ESTRADA E**

**SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE REDUCCION Y CONTROL  
DE PERDIDAS DE AGUA**

**Cali, Agosto 21 al 25 de 1989**

**Cali, Agosto de 1989**

## CONTROL DE PERDIDAS DE ENTIDADES MEDIANAS

Creo no equivocarme si digo que casi todas las empresas de servicio de agua que tienen entre 1.000 y 90.000 usuarios entre 5.000 y 500.000 habitantes, responden positivamente a los siguientes interrogantes:

- Tiene tratamiento y se diseñó para abastecer al 120% de la actual población?
- Sólo alcanza a suministrar la mitad del tiempo a la población?
- Tiene grandes dificultades financieras, falta de liquidez?
- Los problemas laborales son: bajos salarios, incumplimiento en los pagos y tiempos extras, etc. Falta de personal indispensable y con bajos rendimientos de los que tiene?
- Deficiente imagen ante la ciudadanía?
- Falta de repuestos y de elementos que deben estar en "Stand-by", como bombas, motores, etc. Incumplimiento con los proveedores?

- Mala estructura tarifaria, no cobra ni para los gastos urgentes?
- No tiene una idea clara de cuanto agua suministra?
- No confia en su sistema de medida a los usuarios?

Es de esperar que si su empresa se encuentra respondiendo por lo menos el 80% de las preguntas anteriores, es porque está por encima del 50% de pérdidas. Razones:

- Si tiene un abasto para toda la población, lo lógico es que la surta todo el tiempo, de lo contrario está perdiendo agua o plata.
- Si no tiene repuestos y elementos necesarios para sus reparaciones y reemplazos, como atender daños? Y dar un buen servicio.
- Lo cual redundo en una pérdida de imagen y credibilidad del sistema.
- Los salarios tienen que ser bajos y no tener personal idóneo ya que las tarifas están mal calculadas y peor cobradas.

Cómo afrontar todos estos males?

1. Su personal conoce todas las instalaciones? sabe de todas las dificultades para traer el agua hasta las

residencias?. Conoce los precios de los reactivos químicos para el tratamiento, las tuberías, los medidores, hidrantes, en fin, los elementos del sistema?.

2. Se siente orgulloso de trabajar para la empresa que prevenga las enfermedades de sus hijos y en general de toda la población?
3. Se tiene un inventario de cuántos años tienen las tuberías, las válvulas, los medidores, los equipos?. Se les hace mantenimiento preventivo a todos los elementos del sistema? Se les hace, siquiera el mantenimiento correctivo?.

No le eche toda la culpa al sistema, mire si puede realizar algunos de los interrogantes de los tres puntos que acabamos de enumerar. Porque puede estar en manos de los ejecutivos de la empresa realizarlos todos. En otras palabras, hay que hacer que el empleado se sienta útil y orgulloso de la empresa si se quiere que trabaje con gusto. Aquí se me ocurre una anécdota que puede traerse a colación. El mejor consejo que se le puede dar a un joven es que piense que es lo que más le gusta hacer y consiga quien le pague por hacerlo.

627 0014

Conseguido este primer y más importante paso, consiga el apoyo político para hacer un cambio radical de las tarifas, en el cual el más pobre sólo pague el 20% de lo que puede y debe pagar el rico que además no paga porque es el que toma las decisiones políticas del pueblo. Con lo cual se mejora económicamente.

Sobre estas bases ya se puede construir el edificio de una buena empresa, y tal vez óptima, que se logra con un programa de control de pérdidas, palabras que odio por ser negativas, pero que son las que se acostumbran para significar una optimización del sistema de agua, tema de esta charla, que espero presentarles.

Dividamos en tres grupos las causas de la no facturación de una empresa, advirtiendo que no en todos los casos es pérdida de agua ya que algunos son pérdida financiera y no de agua. Los grupos son: MEDICION, FUGAS y CONTRABANDOS.

#### MEDICION

Incluye, los medidores de plantas de tratamiento, o de los bombeos, para los que usan aguas subterráneas, los medidores de los usuarios, sean industriales, comerciales, oficiales y residenciales.

Si no sabemos cuanta agua se entrega al sistema no podremos saber si nuestra empresa está bien o mal. Si no tenemos los medidores de los usuarios en buen estado de funcionamiento, no les cobramos lo justo y generalmente es el gran escape financiero de la empresa. Hay que advertir que cualquier recuperación en este sentido, no representa una merma de agua, ni pensar que po-emos parar la planta de tratamiento por unas horas, o el bombeo según el caso.

#### FUGAS

Son todos los escapes de agua que se presenten en el sistema tal como daños en la red principal, en las domiciliarias, por reboses de tanques de almacenamiento, que por descuido se pierde agua; todos estos escapes si rrepresentan recuperación de agua y mejor atención a la ciudadanía, bien sea porque alcance para dar más tiempo el servicio o por parar la planta, con ahorro de químicos y energía, que se traducirá en más dinero para comprar otros elementos necesarios en la institución.

#### CONTRABANDOS

Son todos los usuarios que están en forma clandestina y se pagan el servicio, en parte por negligencia de la empresa en su control de sus redes; en muchos casos con la complicidad de los políticos de turno, que pretenden hacer un

buen servicio ciudadano al recomendar ese tipo de instalaciones.

Pasemos a hablar de cada uno de ellos en detalle y las recomendaciones que se deben seguir para poder hacer de su empresa una buena institución, donde todos se sienten orgullosos de ella, empleados y usuarios.

La Medición se puede dividir en tres grupos: Macromedición, los grandes consumidores y los residenciales.

Macromedición: busca conocer el suministro desde la planta o el bombeo, las tomas de presión, que dicen como está el sistema, es la misma que se hace con nosotros con la presión arterial, pero en nuestro caso generalmente es a la inversa, siempre en alta por el estrés, etc. y en el sistema será por baja o nula en algunas horas del día, hasta que mejoramos el establecimiento.

Y por último, los niveles de los tanques que nos dicen de cuanto agua disponemos en todo momento, del día y de la noche.

La macromedición es tema de otro curso y por tanto no entraremos en más detalle, sólo agregaremos que es definitivo para optimizarla.

## MEDIDORES GRANDES

Son los medidores que se colocan en las instalaciones grandes de los sistemas de abastecimiento y se conocen como grandes dentro de la micromedición, ya que los medidores maestros se usan solamente en la macromedición.

Los medidores grandes pueden ser simple y compuestos. Los primeros pueden ser volumétricos o de baja y alta velocidad. En otro tiempo se usaban medidores volumétricos para grandes consumidores pero son aparatos muchísimo más grandes, de mantenimiento muy costoso y muy alto su valor de adquisición, con respecto a los otros tipos enunciados atrás.

Los medidores compuestos tienen por finalidad medir los caudales que pasan por una instalación grande. Tanto los altos consumos con el medidor grande que casi siempre es de velocidad y no tiene forma de medir los bajos consumos, por consiguiente existe un medidor pequeño, por lo general volumétrico que los registra.

Consta normalmente de una esfera de hierro fundido que es movida por el flujo grande hasta la abertura del medidor pequeño, y por tanto, es registrado en el grande, pero cuando el flujo es poco no alcanza a mover la esfera y es registrado por el pequeño.

LR 7 12/11/11

Actualmente se están fabricando unos medidores de velocidad hélice helicoidal o Woltman, (nombre alemán de su inventor), de eje horizontal que está en capacidad de registrar tanto los bajos como los altos consumos, que lo hace óptimo para empresas de altos consumos y con una ventaja adicional: que puede valer entre 5 y 10 veces menos que los compuestos de igual diámetro.

Pero un problema que se presenta en el grande consumidor, es en las entidades oficiales, no hay conciencia del ahorro de agua y la mayoría tienen escapes de llaves y sanitarios, que la empresa de agua debe entrar a reparar periódicamente con sus plomeros, ya que así ganan todos y se dá un mejor servicio.

Es un error grande que se comete aún en las mejores y grandes empresas, como es el de diseñar el diámetro del medidor de acuerdo al diámetro que dió la tubería de suministro o domiciliaria. Hay que calcular el del medidor, de acuerdo al fabricante de los mismos.

## EL DECRETO NUMERO 951 DE 1989

ES EL DECRETO POR EL CUAL SE ESTABLECE EL REGLAMENTO GENERAL PARA LA PRESTACION DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCAN TARILLADO, rige en todo el país y hay que divulgarlo.

ARTICULO 34. LOS MEDIDORES. Cada acometida deberá contar con su correspondiente medidor, salvo que razones técnicas o de conveniencia social, a juicio de la Entidad, hagan desaconsejable su utilización. La entidad determinará el sitio de colocación de los medidores, procurando que sea de fácil acceso para efectos de su mantenimiento y lectura.

En cualquier tiempo o circunstancia la Entidad podrá colocar los medidores a los inmuebles que no lo tiene. En este caso el costo del medidor correrá por cuenta del suscriptor. Con todo, la Entidad podrá hacer descuentos a los inmuebles clasificados en los estratos "bajo-bajo" y "bajo".

La Entidad dará garantía de buen servicio del medidor por un lapso no inferior a tres (3) años.

ARTICULO 35. SUMINISTRO DE MEDIDORES. La Entidad suministrará los medidores requeridos para su sistema de acueducto, siempre y cuando los tenga disponibles. En

caso de que la Entidad no pueda hacerlo, el medidor podrá ser suministrado por el solicitante, de acuerdo con las características y modelos previamente establecidos y deberá entregarlo a la Entidad para su calibración e instalación.

ARTICULO 36. MEDIDORES COLECTIVOS. En edificios y urbanizaciones multifamiliares, la Entidad procurará la instalación de un medidor por cada apartamento, casa o local. No obstante, por razones técnicas, económicas o sociales podrá permitir la instalación de medidores colectivos.

Los usuarios que habiten en edificios o en urbanizaciones multifamiliares con un medidor colectivo para todo el conjunto, podrán solicitar a la Entidad la instalación de medidores individuales por apartamento, casa o local. En este caso, los usuarios deberán suministrar la información y documentación que les solicite la Entidad y realizar a su cargo todas las obras requeridas para la instalación de los mismos, pero la Entidad podrá negar la anterior solicitud por razones de carácter técnico.

La Entidad no aprobará ni realizará este tipo de obras si el inmueble no se encuentra a paz y salvo con ella.

ARTICULO 37. MEDIDORES PARA AREAS COMUNES. En edificios y urbanizaciones multifamiliares la Entidad podrá exigir un medidor general, sin perjuicio de los medidores individuales de cada inmueble. En ausencia de éste, se deberán instalar medidores para registrar el consumo de las áreas comunes.

El medidor general estará localizado en el límite entre la propiedad pública y la privada.

ARTICULO 38. MEDIDORES PARA EDIFICIOS DE OFICINAS. Los usuarios de edificios de oficinas sometidas al régimen de "propiedad horizontal", que cuenten con un medidor colectivo, podrán solicitar a la Entidad la instalación de medidores individuales. En este caso, los usuarios deberán realizar a su cargo todas las obras requeridas por la Entidad para la instalación de los mismos.

ARTICULO 39. RETIRO PROVISIONAL DE MEDIDORES. La Entidad podrá retirar el medidor a fin de verificar su correcto funcionamiento y cambiarlo si es necesario. En caso de retiro del medidor, la Entidad procurará instalar otro, con carácter provisional, mientras se efectúa la reparación o el cambio.

Cuando la Entidad retire el medidor de un inmueble por razones de mantenimiento o reparación deberá reponerlo en un

7/10/725

lapso no superior a dos (2) meses. Durante el período en que el inmueble permanezca sin medidor, pero con servicio de acueducto, la facturación se realizará con base en el consumo promedio normal de los últimos seis períodos de facturación.

ARTICULO 40. CAMBIO DE MEDIDOR. La Entidad podrá cambiar el medidor cuando éste no tenga el diámetro adecuado para el servicio que se presta. En tales casos, el usuario pagará la diferencia entre el valor del medidor nuevo y el valor del medidor retirado, a los precios vigentes, así como los materiales y trabajos derivados de tales obras.

ARTICULO 41. MANTENIMIENTO DE LAS ACOMETIDAS Y MEDIDORES  
Corresponde a la Entidad efectuar el mantenimiento de las acometidas y medidores.

El costo de reparación o reposición de las acometidas y medidores será por cuenta del usuario una vez expirado el período de garantía dado por la Entidad en los términos del inciso tercero del Artículo 34.

Es obligación del usuario mantener la cámara o cajilla de los medidores limpia de escombros, materiales, basuras u otros elementos.

RETIRO 12/11

**ARTICULO 42. RESPONSABILIDAD POR LOS MEDIDORES Y ACOMETIDAS.**

En caso de pérdida o destrucción del medidor o daño de la acometida por vandalismo, el costo de la reposición será por cuenta el usuario o suscriptor.

Está prohibido al usuario operar o trasladar los registros de corte o violar los sellos que la Entidad coloque en los medidores.

**ARTICULO 27. PROHIBICIONES ESPECIALES RELATIVAS A LA CONEXION. Está prohibido:**

- a) Conectar mecanismos de bombeo que succionen el agua directamente de las redes locales de las acometidas de acueducto.
- b) Interconectar fuentes de aguas privadas con el sistema de acueducto.
- c) Interconectar la red interna de hidrantes del inmueble con las instalaciones internas de acueducto.

**ARTICULO 61. FACTURACION DE CONSUMOS EXCESIVOS.** En caso de que el consumo anormal tenga origen en fugas perceptibles de agua, la Entidad formará de ello al usuario en la fecha de la revisión y le advertirá que dicho consumo le será facturado.

Cuando la fuga fuere imperceptible y haya sido detectada por la Entidad mediante aparatos técnicamente reconocidos, tales como geófonos, la Entidad no facturará los consumos originados por esta causa, sino que facturará el consumo promedio normal de los últimos seis (6) períodos. Si, transcurridos dos (2) períodos de facturación, el usuario no ha eliminado la causa de la fuga, la Entidad empezará a cobrar a partir de entonces la totalidad del consumo registrado.

PARAGRAFO. La Entidad está en la obligación de ayudar a sus usuarios a detectar las fugas de agua, sin que por ello asuma responsabilidad alguna por las obras que se ejecuten para su reparación.

ARTICULO 62. FACTURACION POR PROMEDIO DE CONSUMO. La Entidad facturará el promedio de los consumos normales de los últimos seis (6) períodos en los siguientes casos:

- a. Desperfectos en el medidor que impidan el registro de los consumos de agua.
- b. Retiro provisional del medidor siempre y cuando el inmueble continúe con servicio.
- c. Impedimentos físicos en la lectura del medidor.

- d. Filtraciones imperceptibles en las instalaciones internas de acuerdo del inmueble detectadas por la Entidad. Esta práctica solo se admite por dos periodos de facturación consecutivos.
- e. Cuando en una lectura el contador muestre cifras inferiores a las que aparecían en la lectura anterior, salvo que se recomience el ciclo numérico del medidor.
- f. Razones de conveniencia derivadas del proceso de revisión previa.

PARAGRAFO: Salvo fuerza mayor, no se podrá facturar a un inmueble con base en el promedio de su consumo por más de tres (3) periodos consecutivos.

ARTICULO III. CAUSALES DE SUSPENSION DEL SERVICIO. La Entidad podrá ordenar, sin previo aviso, la suspensión del servicio de acueducto al inmueble por razones de sanidad.

Orden público o peligro en la estabilidad de las construcciones y cuando el usuario incurra en cualquiera de las siguientes conductas:

- a) Dar al agua un uso distinto al declarado o convenido al tiempo de solicitar y obtener la conexión del servicio.

- b) Interconectar las tuberías atendidas por la Entidad con cualquiera otra fuente de agua.
- c) Proporcionar agua a otro inmueble distinto del beneficiario de la acometida.
- d) No pagar los valores incluidos en las facturas de acueducto y de alcantarillado.
- e) Aumentar el diámetro de la acometida sin autorización de la Entidad en el caso de servicio no residencial.
- f) Realizar modificaciones, diferentes al aumento de diámetro, en las acometidas de acueducto o de alcantarillado sin autorización previa de la Entidad.
- g) No permitir a los funcionarios autorizados por la Entidad y debidamente identificados, la inspección de las instalaciones interiores o la lectura de los medidores.
- h) Tener defectuosas las instalaciones interiores de acueducto y alcantarillado.
- i) Interferir el mantenimiento y operación de los elementos necesarios para la prestación del servicio.
- j) Realizar fraude en las conexiones o aparatos de medición o de control.

- k) Conectar equipos, sin autorización de la Entidad, al sistema de acueducto o de alcantarillado o a las instalaciones interiores que puedan afectar el funcionamiento del sistema.
- l) Incumplir con las obligaciones relativas a los vertimientos.
- m) Cancelar facturas con cheques que no sean pagados por el banco respectivo, salvo que exista causa justificativa de no pago, sin perjuicio de las acciones que pueda intentar la Entidad contra el girador del título, en los términos de la Ley.
- n) Dañar o retirar el sistema de medición.
- ñ) Hacer conexiones sin autorización de la Entidad.
- o) No permitir el traslado del medidor a la vía pública o el cambio de medidores.
- p) Efectuar, sin autorización, una reconexión cuando el servicio ha sido suspendido.
- q) Incumplir con las normas establecidas en el presente reglamento.

PARAGRAFO PRIMERO. La Entidad dejará en el inmueble una constancia indicando la causa de suspensión del servicio y los trámites a seguir para la reconexión.

PARAGRAFO SEGUNDO. Sobre las sumas no canceladas oportunamente, la Entidad podrá cobrar intereses moratorios a la tasa máxima permitida para operaciones mercantiles.

ARTICULO 112. SUSPENSION DE LOS SERVICIOS COLECTIVOS. El servicio a las pilas públicos, fuentes públicas ornamentales y parques públicos, se suspenderá cuando se realicen derivaciones para otros fines, o se desperdicie el agua.

ARTICULO 113. RESTABLECIMIENTO DEL SERVICIO EN CASO DE SUSPENSION. Para restablecer el suministro es necesario que se elimine la causa que originó la suspensión, se cancelen los costos en que haya incurrido la Entidad y las tarifas de reconexión, así como los demás pagos a que hubiere lugar.

Hata aquí el Decreto 951 del 4 de mayo de 1989 que es el Reglamento General para la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado en todo el territorio nacional.

Medición de los residenciales: o sea, los pequeños consumi-  
dores. Una política que debe tener toda empresa es sumi-  
nistrar a cada usuario un medidor, que puede y debe ser  
financiado a la entidad por las empresas de préstamo: BID,  
BIRD, FFDU-BCH. Y no es lógico que si se financia a la  
empresa no entrar a hacer lo propio con los usuarios, a  
doce meses a los pudientes y a cien meses a los pobres.

No habiendo disculpa para instalar medidores a todos los  
usuarios, el paso siguiente es mantenerlos, ya que como  
equipos mecánicos se desgastan y requieren de mantenimiento  
preventivo y correctivo.

El correctivo, consiste en reparar cada medidor que se en-  
cuentre parado, dañado o destruido. El cobro debe hacerse  
al usuario porque es un elemento de su propiedad y debe  
dársele una garantía de no cobrarle el cambio hasta después  
de cinco años, que es lo que deben garantizar como mínimo  
los fabricantes de estos aparatos. A no ser que haya vanda-  
lismo y se destruya antes de tiempo, ya que el usuario debe  
cuidar su instalación.

Si todos los medidores se encuentran funcionando, no es  
motivo de tranquilidad total para la empresa porque algunos  
lo pueden estar haciendo en forma deficiente, por tanto se  
requiere de hacer un mantenimiento preventivo, que consis-  
te en realizar muestréos por edades y llevarlos al banco de

7/120 6 21

prueba del taller que debe tener la empresa mediana y las que no tienen hacer contrato de reparación con ellas para rebajar costos, si es en zonas cercanas. Chequear los medidores a determinados gastos para ver su exactitud y ver si están trabajando dentro del margen recomendado del + 2%. Si dá muy grande el error es recomendable cambiar los medidores de esa edad por otros nuevos, para mejorar su facturación. Se entiende que esta etapa es posterior a la primera de retirar todos los que están malos (parados, dañados o destruídos).

#### VENTAJAS Y DESVENTAJES DEL MEDIDOR VOLUMETRICO

- a) Ventajas: Son muy eficientes y sensibles para registrar los bajos caudales, y aún los más pequeños, con gran exactitud. En los altos caudales no tienen ningún problema en registrarlos exactamente. Fueron usados siempre en Estados Unidos desde 1860 hasta 1976 y debe tenerse en cuenta que allí, el suministro de agua es hecho por empresas privadas con ánimo de lucro.
- b) Desventajas: Requieren un agua libre de impurezas, especialmente de arenas, cuando se desgastan por consumos excesivos o por el tiempo, pueden dejar de registrar un porcentaje de agua y aún trabarse dejando de marcar sin obstruir el flujo. También ocurre que se obstruyan por suciedades y no deja pasar el agua. Si no se garantiza

la potabilidad del agua, no es recomendable el uso de medidores volumétricos. Su costo es más elevado que el de velocidad, pero en menos de un año paga el extracosto por el agua de más que registra, quedando de cuatro a seis años de utilidades con respecto a los medidores de velocidad de tipo residencial.

#### CONCLUSIONES

Use siempre que pueda medidores volumétricos hasta de 1½" (4 cm.) para que disminuya la no facturación del agua, si éste es tratada o libre de impurezas.

Use medidores hélice Woltman de eje horizontal que son de alta velocidad cuando se requieren medidores de más de 2" (5 cm.) y hasta 12" (30 cm.). Si se tienen suficientes recursos económicos se puede tener volumétricos, en todos los diámetros.

Cuando requiera un medidor mayor de 12" (30 cm.) podría usar uno magnético, o ver cómo instalar uno proporcional.

Pasamos a continuación, a hablar de las pruebas que deben hacerse a los medidores, tanto para la adjudicación de una licitación de compra, como para la recepción de los lotes.

Para probar los medidores es necesario disponer de un banco de prueba en el taller de medidores, o en su defecto, solicitarlo a una empresa que cuenta con él ya que el mantenimiento de los medidores están en función directa con la calidad y ésta se puede detectar en los ensayos que incluyen las dos normas ICONTEC y en la C-705-60 de la AWWA.

#### Ensayo de presión hidrostática

Se somete el medidor a una presión hidrostática interna de  $20 \text{ kg/cm}^2$  (284 psi) durante seis minutos.

#### Ensayo de capacidad nominal

Es el gasto en metros cúbicos por hora que pasa momentáneamente por un medidor mientras en él se produce una pérdida de carga equivalente a 10 metros de columna de agua (hasta aquí la norma ICONTEC).

Hay que agregar que para medidores de 2" (c. cm.) y mayores, la pérdida de carga es muchísimo menor, variando de acuerdo a los países: los alemanes hablan de 1 m. de columna de agua y los de USA de 10 pies, o sea 3 m.

La capacidad nominal es conocida en forma diferente en Europa ya que ellos llaman la capacidad admisible, o sea, la

mitad de la nominal americana como tal y esto puede causar malos entendidos. La admisible es la capacidad a la que debe trabajar el medidor para períodos largos.

#### Ensayo de Presión de Trabajo

Se pone a funcionar el medidor durante seis minutos bajo una presión de  $10 \text{ kg/cm}^2$  (150 psi aproximadamente).

#### Ensayo de punto de arranque

Hacer pasar por el medidor un caudal de 1.5% del caudal nominal, (norma ICONTEC-672). El registro debe funcionar normalmente sin ninguna exactitud específica. Se debe ser mucho más estrictos, ya que es aquí donde se puede dejar de medir una cantidad muy grande de agua en casi todas las residencias.

#### Ensayos de Exactitud

Se harán 21 ensayos, tres para cada gasto desde 1.5% al 100% de la capacidad nominal  $\frac{1}{2}$ , 2, 4, 6, 8 10 y 12 GPM para residencial de  $\frac{1}{2}$ ".

### Ensayo de Resistencia

Se someterá el medidor a una variación rápida de presión entre 15 y 40 psi, produciéndose 5 golpes de ariete por medio de una válvula de cierre rápido, no debiendo notarse desajuste en el aparato. La norma Colombiana hace referencia a medidor de  $\frac{1}{2}$ ", únicamente.

Para terminar, hay que agregar que las normas generalmente sólo dan las pautas mínimas de fabricación y que hay que buscar quien cumpla dichas pautas y mucho más, para hacer una excelente selección de medidores.

Falta agregar que la Tabla 2 de ambas normas ICONTEC para medidores contempla la "Toma de muestras y el criterio de aceptación" que deben consultarse cuando vaya a aceptarse medidores. Ya que está prohibida la reproducción de las normas ICONTEC, no se incluyen en el presente trabajo.

### MANTENIMIENTO Y SELECCION DE MEDIDORES

#### Mantenimiento de los Medidores Grandes

Se debe realizar con los siguientes criterios:

Como es de suponer, la gran mayoría son de velocidad y deben tener como norma no trabajarlos a más de 33,3% del caudal nominal en forma permanente siendo este valor, el caudal admisible.

Si son volumétricos se le rebajará al 25% del caudal nominal en forma permanente.

El mantenimiento debe hacerse de acuerdo al caudal  $Q_t$  registrado. Así:

Si:  $Q_n$  = Caudal nominal,  $Q_a$  = Caudal Admisible y

$$Q_a = \frac{Q_n}{3} \text{ (velocidad)}$$

Entonces:

$$Q_t = \text{Caudal total mes} = Q_a \times 24h \times 30 \text{ d.}$$

$$= \frac{Q_n}{3} \times 24 \times 30$$

$Q_t = 240 Q_n$  si son de velocidad

$Q_t = Q_a \times 24 \text{ h} \times 30 \text{ d.} = \frac{Q_n}{4} \times 24 \times 30 = 180 Q_n$  si son volumétricos.

Cuando el consumo total mensual sea la mitad de  $Q_t$  o menor se puede hacer mantenimiento preventivo cada dos años.

Cuando el consumo total mensual se encuentra entre el 50 y el 75% del Qt se debe hacer mantenimiento cada seis meses.

Cuando se encuentra por encima del 75% se debe hacer mantenimiento cada dos meses y presumiblemente antes, ya que a ese ritmo se espera que se dañe frecuentemente, por lo tanto, ya es necesario cambiarlo por otro de mayor capacidad nominal.

El mantenimiento preventivo consiste en suspender el suministro, para desarmar el medidor y chequearle sus piezas para localizar desgastes o quebraduras que obliguen su cambio. Proceder a ajustar todas sus partes y si es necesario, calibrar las medidas de la pieza encargada de medir para garantizar su exactitud. Sería mejor cambiar la unidad de medida por otra que haya sido calibrada previamente en el taller, de esta forma se garantiza su buen funcionamiento por el período que ha sido calculado en el punto anterior.

Se deben leer los medidores con una periodicidad tal que permita pronto conocimiento de cualquier irregularidad tal como atraso o parada que le puede representar problemas a la Empresa de agua. Cada 1.000 m<sup>3</sup> es una cifra que puede servir de pauta y si el consumo diario es superior a ella entonces, leer todos los días será lo recomendable.

Sobra decir que el medidor se debe reparar generalmente "in situ", inmediatamente se detecte que está fallando o está malo, porque buena parte de los ingresos de las Empresas de agua se encuentran en dichos medidores pudiendo llegar al 25% del facturado total por un 0.5% de instalaciones.

Para poder garantizar esto, se debe contar con suficientes repuestos y ojalá se disponga de un carro-taller dotado de los elementos necesarios para efectuar las reparaciones de los medidores.

#### Mantenimiento de Medidores Pequeños

Los fabricantes garantizan el medidor para que trabaje en forma durante 5 años y algunos hasta 7 años. Nunca debe superarse más de 30 Qn según todas las normas internacionales. La norma colombiana dice que no se debe superar los 50 Qn por mes y no más de 2 Qn por día, por tanto deben cambiarse y calibrar los medidores cada siete años.

Los fabricantes advierten que cuando el medidor supere los 5.000 m<sup>3</sup> de registro debe chequearse en el taller y reemplazar las piezas desgastadas o malas. Pero es recomendable cambiarlos a los 3.000 m<sup>3</sup>.

Siempre que se dafe un medidor, aunque no haya cumplido los dos requisitos anteriores, debe cambiarse de inmediato. Se puede garantizar que cuando las personas se enteran que están siendo cobradas por promedio, (lo cual ocurre generalmente después de tres períodos de lectura) cambian las costumbres de consumo de agua, no vuelven a reparar los daños de empaques, cada vez van a gastar y malgastar más agua por no tener el control del medidor.

FUGAS: CAUSAS, DETECCION Y CONTROL, ES EL SEGUNDO DE LOS GRUPOS PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA

#### CAUSAS DE LAS FUGAS

Las causas de las fugas son las siguientes:

##### Los Suelos

Los tipos de suelos que pueden atacar las tuberías especialmente las de acero, hierro fundido, asbesto cemento y PVC, son aquellos suelos ácidos, orgánicos y abrasivos.

En las ciudades es muy común que dentro del perímetro urbano, la gente déposite las basuras en el extremo del poblado, con el tiempo estos terrenos se consolidan y todo ese material degradable hace que el suelo tome una acidez especial

que ataca y corroe las tuberías, en el caso del asbesto-cemento, esta acidez toma todo lo calcáreo que hay en el material y deja únicamente las fibras de asbesto que, como son depositadas por capas sucesivas y en forma desordenada como una trama se dice que el material está acartonado. Ocurre frecuentemente en tuberías de diámetros pequeños especialmente en tres pulgadas.

#### El Movimiento de Tierra y Sismos

Los movimientos de tierra pueden ser debidos a arcillas expansivas que se expanden cuando llega la época de lluvias, volviéndose como esponjas y al descender el nivel freático en las épocas de verano, se contraen de nuevo, produciendo con este movimiento agrietamiento en las construcciones y asentamientos diferenciales que propician la ruptura de las tuberías. El caso de sismos y terremotos es obvio que ocurre la fisura y el cizallamiento de las tuberías por dichos movimientos telúricos.

#### Unión de Materiales en Diferente Metal

Las uniones de metales diferentes ocasionan corrosión por electrólisis, ya que se forman por diferencias de potencia les, pilas voltáicas que acaban con uno de los dos materia les en contacto.

### Transporte e Instalación con Deficiente Mano de Obra.

En el transporte se deben evitar todas las fricciones: en tuberías plásticas se deben evitar los latigazos que consisten en coger de un extremo la tubería y halarla, ya que se encuentra aprisionada, con movimientos hacia arriba y hacia abajo, esto causa el efecto de látigo que termina debilitando longitudinalmente la tubería y después al ser sometida a altas presiones propicia la falla por fatiga del material. En la instalación se deben seguir todas las instrucciones del fabricante como son: colocar siempre la tubería sobre una cama de arena, acabar de cubrir la tubería con ese mismo lecho de arena, evitar que haya piedras que estén en contacto con la tubería, porque dichas piedras o dañan la capa vituminosa protectora contra la corrosión o pueden afectar el material si es PVC o asbesto cemento. Es recomendable que el fabricante suministre toda la información posible para la instalación correcta y si es el caso, capacitar a los encargados de la supervisión de la instalación para que hagan las cosas correctamente; la mano de obra deficiente tanto en el transporte como en la instalación es también causa de fugas, pero se puede obviar capacitando eficientemente al personal.

## Deficiencia de Material

Los fabricantes olvidan a veces el control de calidad o bajan en la calidad del mismo y por consiguiente, afectan sustancialmente los sistemas de distribución de nuestras empresas, las fugas normalmente se presentan en las uniones o en los empalmes con los accesorios como válvulas, tées, reducciones, codos, etc., y si no están en la misma unión, están muy cerca de ella ya que rara vez se encuentran en la mitad de la tubería a no ser que sea por cizallamiento, debido a una mala instalación de la tubería haciéndola trabajar completamente rígida y con puntos de apoyo que hacen que resista menos los esfuerzos de tracción y de compresión, tanto externos como internos.

## CLASES DE FUGAS

Las fugas se pueden clasificar de muy diversas maneras:

### Fugas Inevitables

Son aquellas que es preferible dejarlas y ni siquiera investigarlas ni repararlas, ya que es tan pequeña la cantidad de agua que se escapa que no resiste el análisis de costo beneficio. Se han elaborado muchos patrones para informar hasta dónde es conveniente no coger una fuga y hay valores para cada uno de los países europeos y varias ecuaciones desarrolladas en distintas partes de los Estados Unidos. Sin embargo, podríamos decir, que en zonas donde las tuberías son

TIRO # 15

nuevas, la fuga toma un valor entre 2,5 y 6 m<sup>3</sup>/km/día y zonas con tuberías viejas entre 4 y 7,5 m<sup>3</sup>/km/día.

Métodos para Determinar el Volumen de Agua en una Fuga Inevitable.

En todo sistema de suministro de agua, están presentes algunas fugas subterráneas, generalmente ubicadas en uniones y que resulta muchísimo más costoso localizarlas y repararlas que permitir que existan. Se han elaborado muchas fórmulas para encontrar una cifra real que defina el volumen de agua que se escapa en este tipo de fugas. Algunos métodos están basados en las pulgadas perimétrales de las uniones, otros en el número de conexiones a la red principal, otros de acuerdo al diámetro de las tuberías, etc.

A continuación, se presentan los valores más usados con este propósito:

#### INSTRUMENTOS PARA DETECTAR FUGAS

Los instrumentos audibles se encuentran clasificados en dos grupos: Amplificadores mecánicos y eléctricos o electrónicos.

Instrumentos mecánicos audibles: Se conocen con el nombre de geófonos y acuófonos los más simples, son de barra o

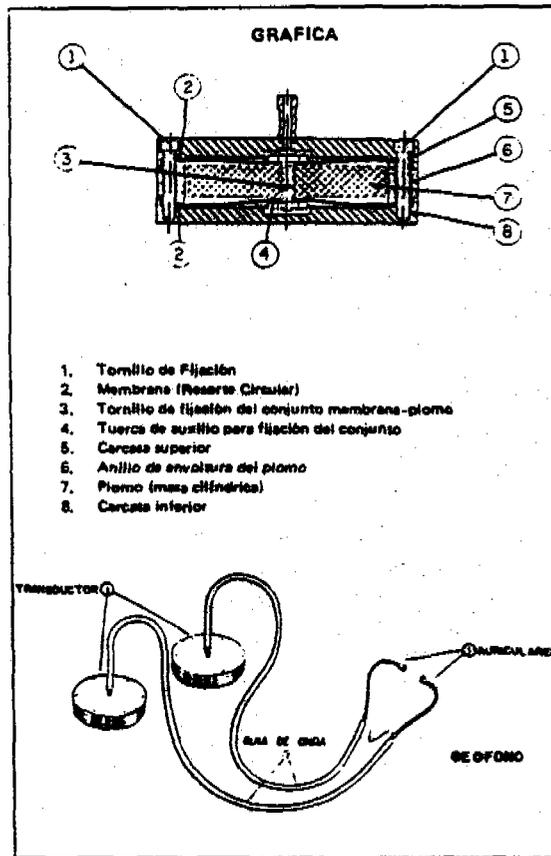
varilla. Los aparatos eléctricos son de mayor precio y de operación más complicada y eficiente, constan de un equipo amplificador y un micrófono con todos los aparatos. Teniendo experiencia para interpretar los sonidos recibidos, se puede trabajar indistintamente.

### El Geófono

No tiene ninguna parte móvil ni componente eléctricos que necesiten ajustarse. Es robusto y puede ser transportado en su pequeña caja sin que varíen sus condiciones de operación. Debe tener una gran sensibilidad el operador, debe saber distinguir los distintos sonidos. Es fácil de usar y de peso liviano. Una persona que use geófono, regularmente puede detectar eficientemente alrededor del 90% de todos los tipos de fugas, sin embargo, los geófonos son extremadamente fastidiosos en el oído después de un uso prolongado. Las personas que han trabajado con geófono no pueden trabajar con aparatos electrónicos, pues debido al sonido agudo que aquellos emiten en su funcionamiento, no son capaces de habituarse al cambio y como le encuentran infinidad de desventajas hacen que éste permanezca archivado, o de todas maneras, subutilizado.

Los geófonos tienen una vida útil limitada y es una tontería repararlos porque la pérdida de sensibilidad no se

T1100 # 151



recupera fácilmente. Por lo tanto, es recomendable no comprar cualquier tipo de geófono porque aunque aparente ser igual a otro, puede resultar "sordo", que es la expresión común entre los expertos en el tema.

Por tanto, ¡ojo con comprar geófonos por catálogo o peor aún, por precio! Hay que ensayarlos primero: si son "sordos o algo sordos", no los compre.

#### Instrumentos Eléctricos y Electrónicos

Son diseñados especialmente para medir el nivel del sonido. Hay un buen número en el mercado que opera satisfactoriamente cuando el operario es experimentado. Son instrumentos delicados y deben ser tratados como tales y no como herramientas. Muchos modelos tienen ambos componentes auditivos y visuales. En las fugas de baja intensidad, el sonido se puede amplificar considerablemente, haciendo posible localizarlas con exactitud. En una fuga ruidosa, puede disminuirse notablemente la intensidad del ruido y por la observación del medidor de sonido ser localizada con mucha más facilidad. Algunos de estos aparatos están equipados con filtros de frecuencia, con lo cual el operador puede excluir todo ruido extraño. Mucho puede decirse acerca de la frecuencia de los sonidos de las fugas, pero esencialmente, la frecuencia varía considerablemente según la superficie del suelo o los ruidos normales de tipo industrial.

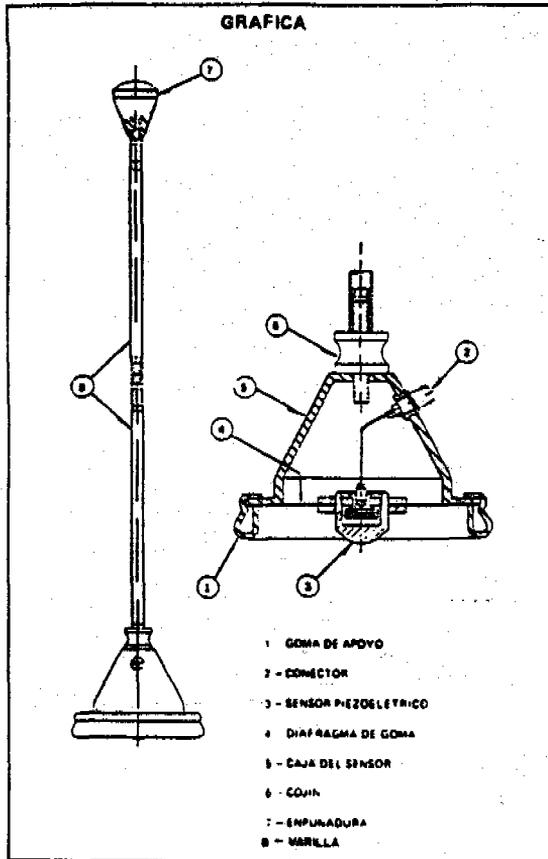
Como el control de volumen ha avanzado tanto en los instrumentos eléctricos, a veces puede escucharse un ruido que aparece señalar una pequeña fuga, pero éste es generalmente debido a los componentes eléctricos.

En teoría, conocida la intensidad del sonido entre dos válvulas o hidrantes u otros dos puntos de contacto en una misma tubería principal y conociendo la distancia entre esos dos puntos, será posible por simples proporciones determinar la distancia a la fuga; sin embargo, como las condiciones no son generalmente uniformes entre los dos puntos, escuchar en la superficie sobre la tubería es en cambio más positivo para localizar una fuga.

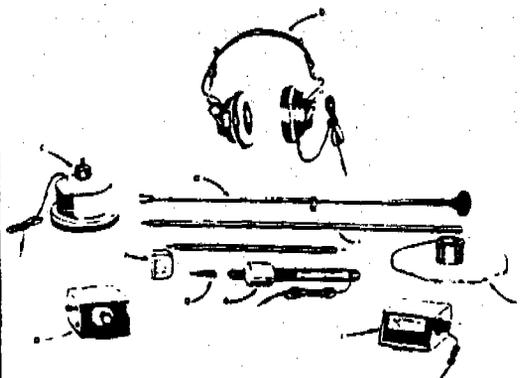
La combinación de varios equipos mecánicos y eléctricos, pueden ser lo ideal en una ciudad, para puntualizar las fugas. El momento más apropiado para usar los instrumentos mecánicos debe ser, si es posible, aquel en el que el nivel de ruido sea mínimo. Este tiempo generalmente se ubica entre las 2:00 y las 5:00 a.m. Los equipos eléctricos y electrónicos, por los filtros y demás ventajas ya descritas, es posible trabajarlos con algún tráfico y por consiguiente no es necesario hacerlo a estas horas.

En la Ciudad de Los Angeles, California, tienen que traer el agua desde 360 millas de distancia por un río artificial

7100 + 12



## GRAFICA



## ELEMENTOS DEL AGUA - SCOPE

- o AMPLIFICADOR
- b AURICULAR
- c SENSOR DE SUELO
- d MANOPLA DEL SENSOR DE SUELO
- e SENSOR DE CONTACTO
- f PIEZAS DE EXTENSION
- g EXTREMIDAD DE CONTACTO
- h SENSOR DE CONTACTO MAGNETICO
- i INDICADOR DE INTENSIDAD DE SONIDO
- j ZAPATA DE RESONANCIA

construido en 1909; el consumo de agua en dicha ciudad es muy racional, existiendo una conciencia de no malgasto debido a los altos costos y dificultad para su abastecimiento. Para el control permanente y eficiente de fugas la empresa de suministro utiliza cuatro aparatos electrónicos de la Empresa Heath Consultants Incorporated, manejados cada uno por una pareja de personas que a su vez, localiza las fugas internas en las residencias. El recorrido lo empiezan donde hay más porcentaje de agua no facturado y luego sigue a las zonas donde es más caro el suministro o sea, en alguna de las 43 zonas de bombeo, con un máximo de presión en la red de 60 psi.

Debe recordarse que una curva en la tubería principal, hace que el ruido mayor esté allí y no donde se produce la fuga como se aprecia en la Gráfica 4.6. Allí también se ilustra que una fuga en la incorporación a la red principal de una domiciliaria, el sonido mayor lo da el medidor y el segundo más fuerte sobre la fuga.

La gama de equipos eléctricos es muy amplia. En principio son aparatos que amplifican las ondas de una determinada longitud y filtran el resto de sonidos. Con la aparición de los equipos electrónicos, hay una guerra de precios entre ellos, fluctuando su costo entre US\$300 y US\$3.500,

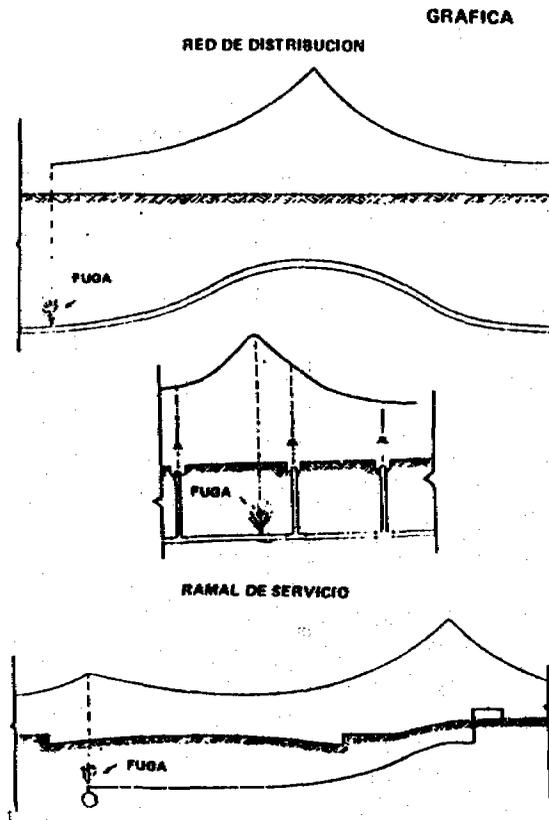
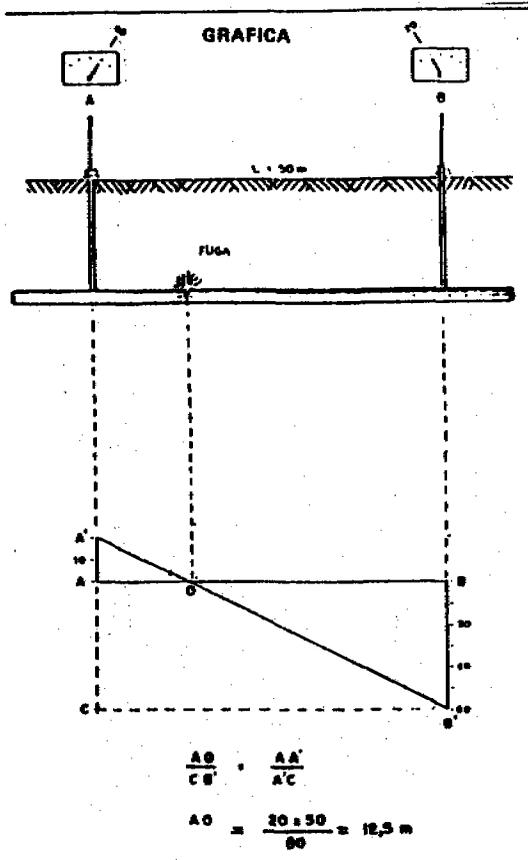
lo cual deja mucho que pensar, ya que están contruídos con el mismo principio y ya están "pasados de moda". Los equipos de actualidad son:

- Leak Noise Correlector- 3a. generación
- Metravib
- Fuji Noise Correlector
- Hydrotronic. 3a generación

Nuestra recomendación es: si la Empresa es grande debe tener un equipo de los más modernos o, asociarse varias empresas, pagar entre todas el equipo y los operarios y compartirlo entre las distintas entidades y aprovechar mejor y por más tiempo el aparato funcionando.

Para las fugas difíciles de localizar se recomienda el geófono de noche por ser más rápido y efectivo. Si la Empresa es de pequeño porte, menos de 50.000 instalaciones, lo indicado es un Son-y-Kit, Lt-15 o similar. Pero si no llega a 10.000 instalaciones, entonces con los geófonos puede llegar a ser suficiente para el propósito de localización de fugas.

Inglaterra a través de sus centros de investigaciones de agua, ha perfeccionado un sistema de localización de fugas (leak Noise Correlector), es un aparato electrónico



que localiza el sonido y marca el sitio donde se presenta la fuga: se instala en dos válvulas distantes unos 200 metros si hay fuga; habrá un sonido que es detectado por el aparato y según el tiempo que demore la señal en llegar, se puede establecer la distancia que hay de ambos extremos o válvulas a la fuga. Este sistema tiene problemas cuando las tuberías no son del mismo material en toda su extensión, ya que la transmisión del sonido es muy diferente si la tubería es de acero, de asbesto-cemento o de PVC, por consiguiente, se pueden presentar inexactitudes de localización si hay tuberías de dos o más materiales unidos.

En Francia se diseñó y construyó un aparato llamado Metra vib. Dicho aparato tiene una ventaja sobre el anterior, pues aunque está basado en el mismo principio de correlación de sonidos, tiene incluido en su sistema un microcomputador que puede dar una mejor aproximación y mejores resultados; sin embargo, el costo de estos aparatos está muy cerca de los 30.000 dólares, lo cual encarece bastante el sistema. La ciudad de Los Angeles, como ya vimos, que tiene un escasísimo recurso agua a su disposición, controla todo el sistema a base de equipos similares, al Son-y-Kit con muy buena posibilidad de éxito.

## LOCALIZACION DE FUGAS

La localización de fugas, ya no importando el número será de la siguiente forma: se recorre la tubería por encima localizando los distintos sonidos que en ella se producen en lugares como codos, accesorios, reducciones, etc. que puedan marcar fugas inexistentes; es necesario puntear o localizar el punto exacto en el cual se encuentra la fuga, para esta labor es muy recomendable la utilización del geófono más que cualesquiera de los otros instrumentos, por la facilidad de movimientos y por la exactitud garantizada del mismo. Los correlacionadores de sonidos, también son muy exactos siempre y cuando la tubería comprendida entre los sitios donde ha sido instalado cada uno de los sensores que generalmente son válvulas ubicadas a 200 y 300 metros de distancia sea de un mismo material.

Después de localizada la fuga es conveniente identificarla con pintura ojalá amarilla, ya que este es el color elegido como advertencia, como prevención por los sistemas de seguridad; normalmente se hace un círculo con dicha pintura de unos 50 cms. de diámetro y en su interior se debe colocar una F que significa fuga para que sea allí donde se trabaje en la reparación de esta fuga. Generalmente el nicho o apique, tiene unas dimensiones mayores, pero no es problema detectar la fuga con dicho diámetro de 50

71100 + 9

CMS.

Es indispensable tener en cuenta el tipo de material en el cual se produjo la fuga, el sitio de la fuga que como dijimos anteriormente, se produce muy cerca a la unión de tuberías o a la unión de tuberías con accesorios y se procede a repararla con los elementos necesarios dependiendo del material.

Las grandes conducciones o la red principal de distribución, merece una atención mayor que las demás, ya que una fuga en una tubería de 20" puede ser mucho más importante que una fuga en una de 2 ó 3". Adicionalmente, estas tuberías generalmente llevan una mayor presión y por consiguiente, a mayor presión mucya más cantidad de agua se puede perder por una fuga y causar un daño mayor. Es recomendable tener instalados manómetros de presión que estén marcando permanentemente en cartas las variaciones instantáneas y diarias que se ocurren, se deben leer semanalmente, retirar la carta, analizarla en la oficina para verificar cualquier variación que éstas hayan sufrido, encontrarles explicación tales como usos de hidrantes, fugas en la red de distribución generalmente reparadas o sin explicación que esté indicando la presencia de una fuga en la red; adicionalmente como son varias las informaciones y son varios los registradores instalados, verificar entre cuales de ellas se

encuentra la fuga; si en un registrador encontramos una lectura de 120 psi o 75 metros de cabeza de agua y en la siguiente encontramos 100 psi, o sea unos 60 metros de columna de agua, se concluye que en su intermedio, o alguien está tomando agua sin ser controlado por la Empresa, o se presenta una fuga. Se debe utilizar cualesquiera de los equipos para la localización de la fuga en el sitio en el cual se está produciendo.

Es importante establecer políticas de control y detección de fugas, escoger el método más apropiado para cada una de las ciudades pues no necesariamente debe ser el mismo para todas, e implantarlo en la mejor forma posible, ya que podemos decir que exceptuando el primero, el de control pasivo, todos los otros son buenos y aplicables según la Empresa.

Es recomendable para Empresas que empiezan un control de fugas, el sistema de escuchar regularmente especialmente si se tiene medidores en las salidas de tanques o se puede fácilmente aislar tramos de tuberías entre 20 y 70 kms. para establecer los distritos de medida que ayudan en una forma muy importante, a la investigación, detección y reparación de fugas. La ciudad de Medellín, es privilegiada para adelantar ese tipo de trabajos ya que tiene 44 circuitos de los cuales 26 están regulados por separa

TABLA

FUGAS REPARADAS EN UN AÑO EN TOKIO WATERWORKS JAPAN					FUGAS REPARADAS EN LA EMPRESA DE AC Y ALC DE BOGOTA D.T.				
Red de distribución	principal		secundaria		1982	1983	1984		
	cant	%	Cant	%					
Juntas	246	73.9	691	16.1	Juntas	317	603	563	
Válvulas	62	18.6	1762	41.0	Válvulas	1323	964	1266	
Rajaduras	18	5.7	1106	25.7	Rajaduras	10502	11895	11050	
Corrosión	3	0.8	78	1.8	Corrosión				
Otros	3	0.8	134	3.1	Otros	350	319	510	
Hidrantes			528	12.3	Hidrantes	94	248	177	
TOTAL	333	100.0	4299	100.0	TOTAL	12586	14029	13567	
Domiciliarias	cant	%	Total reparac.		Domic. 10280				
Rajaduras	21410	36.9	Cant	%	Forma fuga				
Juntas	13162	22.7							
Corrosión	8607	14.8	Red ppal	333	92.6	Partidas	2547	2365	2323
Daños Externos	5669	9.8	Red sec.	4299	0.5	Estalladas	4125	5064	4814
Ll. Incorporac.	4996	8.6	Domic.	57970	6.9	Rajadas	868	634	647
Remiendos	2352	4.1	TOTAL	62602	100.0	Perf.	1315	1204	1266
Válvulas	504	0.9				Desalobj.	44	128	30
Grifos	1139	2.1				TOTAL	8899	9395	9080
Otros	131	0.2							
TOTAL	57970	100.0							

ción física lo cual lo hace ideal para adelantar ese tipo de trabajo de distritos de pérdidas, si a esto le agregamos que casi todos los tanques tienen medidor de salida, es la ciudad envidiable para adelantar dichas actividades.

Lo importante aquí es hacer el trabajo satisfactoriamente no importando mucho el método como si la eficiencia del mismo.

Combinar el "regular sounding" con el de los Distritos de Medida es el que más favorece en nuestras ciudades, teniendo en cuenta que los valores obtenidos por medición tanto en el tanque como en la estimación de consumo por habitante y por distritos, son índices y no valores absolutos. Lo más importante es que la fuga detectada sea reparada a la mayor brevedad posible.

La mejor forma para evitar fugas posteriores en la misma zona donde ocurrió la anterior depende de la causa: si la fuga es debida al material supongamos una zona donde el terreno es ácido, la tubería es de acero o de asbesto cemento, se presentan repetidas y continuas fugas, lo indicado es cambiar todo el tramo de tubería que está afectado por la corrosión antes de seguir reparando y reparando fugas en la zona. Si es por problemas de altas

presiones, superiores a 150 psi, o sea mts. de columna de agua, se debe corregir dicha anomalía, y no permitir que se repita de nuevo ese grave error de diseño. La solución puede ser:

Por último, hablemos de los contrabandos, o acometidas fraudulentas que se presentan en el sistema. Lo primero es localizar las zonas que tienen este problema. Si tienen redes por el frente, entrar a convencerlos del cobro del servicio del agua, que no es fácil traerla hasta las propiedades después de tratarla, que en ninguna forma se cobra el agua sino el servicio de llevarla desde la fuente hasta el usuario labor que requiere de muchos recursos.

El decreto 951/89 ya mencionado dice:

**ARTICULO 33. AMNISTIA PARA ACOMETIDAS CLANDESTINAS:** Con el objeto de regularizar la prestación del servicio a usuarios que se encuentren derivando agua a través de acometidas clandestinas, la Entidad podrá decretar amnistía en las condiciones que considere convenientes. No obstante, la amnistía solo se otorgará a aquellos usuarios que soliciten regularizar su situación, siempre y cuando la Entidad de oficio o por aviso de terceros, no haya indicado por escrito al usuario sobre la existencia

de la situación.

## CLASES DE FRAUDES

### Instalación de un By-pass

Muchas veces sucede que en aquellas instalaciones debidamente aprobadas y legalizadas por las empresas de suministro de agua, el usuario ha hecho un by-pass para obviar el contador. Generalmente en la línea del by-pass, se coloca una válvula para dejar pasar parte del consumo de la residencia por el medidor y así evadir los costos del servicio.

### Retiro del Registrador

Otro sistema de fraude consiste en retirar el registrador de aquellos medidores de transmisión magnética a los que se les puede retirar el registrador sin causar fuga, durante buena parte del mes.

### Reemplazo del Medidor por un Niple

Uno más consiste en retirar el medidor, reemplazándolo por un niple de igual longitud durante buena parte del mes.

Estos fraudes no son fáciles de localizar, para hacerlo, debe tener la Empresa un sistema de estadísticas en las cuales, aparezcan aquellas instalaciones con consumos inferiores a  $10\text{m}^3/\text{mes}$ , donde es de presumir que se encuentren estos usuarios fraudulentos, evadiendo por lo menos las dos terceras partes de su consumo por medio dolosos.

Para lograr un control efectivo de los fraudes, se elabora un listado preferiblemente por computador, de aquellas instalaciones con consumos inferiores a  $10\text{m}^3/\text{mes}$  y se procede a hacer una visita a cada una de ellas, investigando la cantidad de gente que vive en la residencia, la cantidad de gente que permanece en ella y si es explicable el uso del agua por  $10\text{m}^3$  o menos.

Un consumo de agua igual o menor a  $10\text{m}^3/\text{mes}$ , puede ser real en una propiedad donde los dos esposos trabajan, la ropa se lava fuera de casa y sólo vayan al apartamento a dormir y a bañarse; pero si viven allí 6 u 8 personas y hay niños viviendo permanentemente en la propiedad, no es lógico un consumo de estos; o el medidor se encuentra completamente descalibrado y defectuoso o se está haciendo cualquier tipo de engaño a la Empresa.

Puede cruzarse la información con el consumo de energía eléctrica para mayores de 250 KWH y menores de  $10\text{m}^3/\text{mes}$

ya que no es lógico dicho gasto. Una vez realizada la inspección de la vivienda, se debe proceder a verificar la exactitud del medidor llevándolo al taller de medidores y si éste se encuentra perfectamente calibrado se le debe notificar al usuario e informarle que se encuentra realizando algo doloso para la Empresa, que va a ser sancionado con una multa y se le va a cobrar el promedio de consumo normal para su estrato social y la cantidad de gente que vive en la propiedad, por un período de dos años si no lo retira inmediatamente.

Esto unido a una instrucción suficientemente completa sobre el costo del servicio de agua, puede ayudar al pago del agua por parte del usuario en la forma correcta.

#### Uso de las Redes de Incendio

Otro sistema de fraude que le hacen a la entidad, consiste en las redes de incendio que las Empresas Industriales solicitan a las Empresas de Servicio de agua, para rebajar la prima contra incendio que le impone la compañía de seguros correspondiente. Dicha instalación debe tener un medidor para que se mida cualquier consumo que ocurra en dicha red, sin embargo hay que advertir, que el consumo de agua por concepto de conato de incendio o del incendio mismo, por normas internacionales, no debe ser cobrado

al usuario, pero debe comprarse con una certificación de la Empresa de Bomberos de la respectiva ciudad, donde se informa el día, la hora y la cantidad de agua utilizada o el tiempo que estuvo conectado el hidrante, el que posteriormente se debe calibrar por parte de la Empresa de servicio para descontar el volumen usado en la red de incendio.

#### Instalación de Acometidas Clandestinas

Existe otro tipo de contrabando localizado preferencialmente en las residencias de estrato social muy elevado, que por no pagar los muy altos consumos, resuelven construir una acometida tomada de la red principal de distribución para alimentar la piscina, las porquerizas o el sistema de riego de jardines y huertas. No es muy frecuente.

#### Uso de Instalaciones Provisionales no Retiradas

Otro uso frecuentemente utilizado en las ciudades en forma fraudulenta, es el de los servicios provisionales para construcción. El agua usada en la construcción no es un uso residencial sino industrial, ya que la actividad constructora está clasificada como industria. Por consiguiente, se debe instalar medidores provisionales para

medir el agua que se utilice en la construcción de un edificio. Se dice que los medidores se dañan por el paso de volquetas, de carros, etc., que es muy difícil leerlos, que los tapan con arena, etc. pero si cada vez que ocurre un daño se cobra el valor de dicho medidor, los interesados van a evitar volver a dañar el contador de agua y a hacer mal uso del mismo.

Hay que agregar que este medidor, debe ser retirado cuando la empresa constructora solicite la instalación de los medidores definitivos. Es indispensable el retiro de dicho medidor cuando termine la construcción o se legalice la instalación nueva o en último caso, se debe dejar como ocurre muchas veces para atender zonas comunes en el edificio como riegos, lavado de carros, etc. con el medidor ya no provisional sino definitivo.

Otro tipo de fraude se presenta en las zonas comerciales de la ciudad, cuando los locales y bodegas, varían de tamaño de acuerdo al inquilino; por ejemplo, en un local funcionaba un depósito de manteca y grasas vegetales, la empresa construyó su propia bodega y desocupó el local, éste por su tamaño fue fraccionado en tres o cuatro locales, solicitando para cada uno de ellos su propio contador. Después de un tiempo, por falta de pago se les corta el suministro de agua. El propietario del inmueble

resuelve fusionarlos de nuevo en uno o máximo dos locales y solicita de nuevo la respectiva instalación; las instalaciones que fueron taponadas por no pago, en corto o mediano plazo resultan habilitadas sin que sea muy fácil su detección, favoreciendo la evasión del pago del servicio.

#### Uso Ilegal de Hidrantes

Otro uso ilegal o indebido que ocurre muy frecuentemente en los sistemas de agua es el debido a carrotanques que llenan en los hidrantes con múltiples propósitos como son la compactación de vías, la venta en barrios donde no llega el suministro de agua en forma normal o eficiente, para llevarlos a poblaciones vecinas que tampoco tienen servicio de agua o que por efectos de verano se encuentran en graves racionamientos. Se debe exigir a las Empresas dedicadas al transporte de agua con cualesquiera de los fines ya enumerados, a pagar con anticipación en la Empresa de servicio la cantidad de agua que vayan a transportar. El agua tomada por los carrotanques puede ser controlada por un revisor, quien debe exigir que haya pago, de lo contrario se procedera a aplicarle sanciones por intermedio del Departamento de Transportes y Tránsito de la ciudad respectiva, quien debe suspender por ocho días o más, la licencia de funcionamiento de dicho vehículo.

Así, se ejerce control para que no se utilicen indebidamente los hidrantes.

También en el uso de hidrantes ocurre frecuentemente, que algunas fábricas conectan al hidrante ubicado fuera de la planta mangueras, con el fin de lavar bodegas o para otros usos. Esto debe ser sancionado con posterioridad. Este hecho ocurre con más frecuencia en días festivos donde hay muy poco control de parte de la Empresa de suministro de agua.

#### FORMAS DE COMBATIR LOS FRAUDES

El control de los contrabandos en los barrios marginados, sólo se puede realizar con ayuda de las Acciones Comunitarias, responsabilizando a sus directivos de los cobros a que dé lugar la legalización de la instalación y sus respectivos consumos. En estas comunidades, hay que mantener el espíritu cívico para que sus integrantes permanezcan como usuarios del servicio y más adelante, cuando las humildes viviendas pasen a ser construcciones sólidas, establecer mecanismos especiales, como por ejemplo, no instalar teléfono o energía eléctrica individual, si no se tiene legalizado el servicio de agua. En las Empresas Públicas de Medellín esto resulta muy fácil, ya que se manejan los tres servicios, en otras ciudades, las

empresas de servicio deben trabajar unidas, apoyándose unas a otras.

Los contrabandos debidos a servicios provisionales, proliferan por descuido de la misma Empresa de Abastecimiento de agua, ya que debe existir un control permanente de dicho servicio y la mejor manera de llevarlo a cabo, es colocando un medidor y facturarle como a cualquier otra instalación definitiva, y cuando la obra esté terminando, se debe proceder a su retiro, antes de colocar las instalaciones definitivas o simultáneamente.

En caso tal de no colocar medidor, lo cual no está bien pero ocurre, deben hacerse visitas periódicas y cobrar dicho servicio con una relativa periodicidad hasta tanto quede terminada la obra y proceder a taponar la toma.

En cuanto a las zonas comerciales descritas el único programa efectivo es el de investigación en el terreno, solicitando la factura del servicio, haciendo un estimado del consumo posible del local y si resulta alguna duda, proceder a cerrar la llave del contador y chequear si queda con agua la instalación. Si esto ocurre, con equipos localizadores de tuberías buscar la toma fraudulenta para ordenar taponarla y cobrar por lo menos dos años. el consumo que no se facturó como indemnización

por pérdida y notificar que otro fraude se sancionará más drásticamente.

El contrabando de tipo residencial, es todavía más difícil de detectar y sólo es posible hacerlo por inspección casa a casa, tal como se habló hace un momento, para la zona comercial.

El control en el uso de la red de incendio que se encuentra sin registro, se soluciona colocando un contador apropiado y cobrando como un usuario más, no importa si consume mucho o poco por dicha acometida. Es muy fácil conocer cuando se tiene dicha instalación, porque debió ser aprobada por la Empresa de Suministro de Agua, y se debe tener planos de su ubicación correcta.

Cómo hacer que el consumo de agua por hidrante sea racional? Hay que establecer contactos con la Empresa encargada del aseo de la ciudad para evitar a toda costa el lavado de las calles, con esta agua. Debe colocarse una red de manómetros registradores en toda la ciudad con el fin de detectar el uso no autorizado de hidrantes y adicionalmente, de fugas de gran tamaño que hagan descender la presión. Esto se hace en Cali, Colombia con excelentes resultados.

La red de manómetros puede en un futuro, estar comunicada con el centro de despacho del sistema de telemetría que es hacia donde va el mundo moderno y en esta forma, será inmediato el registro del consumo de un hidrante; ya que por el sistema de manómetros registradores, cuya carta de registro dura una semana, sólo se conoce dicho consumo con una periodicidad muchísimo mayor.

La empresa debe cobrar toda el agua que se tome de hidrantes para incendio y cuyo uso sea diferente a ello. Deben sancionar a los que toman el agua sin pagar, suspendiendo la matrícula de funcionamiento del vehículo por ocho días y colocando una multa elevada para evitar que se repita el abuso.

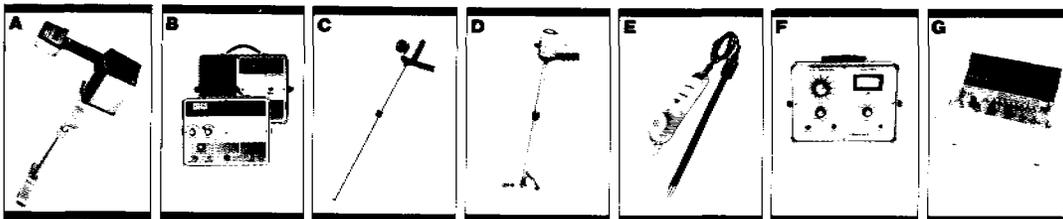
El mantener en perfecto estado las válvulas de compuertas de la red de distribución, hará que el consumo de agua por la descarga de tuberías en caso de reparaciones, sea muchísimo menor que si se encuentra en mal estado, ya que la aislada será muchísimo más grande en este caso y el agua a descargar, mucho mayor.

Estos experimentos presentados aquí son los que conocemos como efectivos, que ya dieron resultados en alguna parte por tanto, manos a la obra para hacer la OPTIMIZACION DE SU EMPRESA que su población se lo agradecerá y si no lo

hace le quedará la satisfacción del deber cumplido, que  
debe ser el mejor premio a todo esfuerzo.



# METROTECH®



## LOCALIZADOR DE TUBERIAS Y VALVULAS

- A** Trazador Automático de Líneas MODELO 810
- B** Localizador de Tuberías MODELO 480
- C** Localizador Magnético MODELO 880
- D** Localizador de Cajas de Válvulas MODELO 220

**Representante Exclusivo Para Exportación:**



EXPORT MANAGEMENT INTERNATIONAL, INC.

220 E., Madison St., Suite 1010  
Tampa, Florida 33602, U.S.A.

Tel.: (813) 229 - 7744      Télex: 756211 AQUA UD  
Fax: (813) 229 - 7157

## LOCALIZADOR DE FUGAS

- E** Detector de Fugas Electrónico Manual MODELO EE-64
- F** Detector de Fugas Electrónico Profesional MODELO 200L
- G** Detector de Fugas - Analizador de Frecuencia Con Memoria MODELO HL2000

**Distribuidor Exclusivo Para Colombia:**

*Jorge Triana & Cia*  
LIMITADA

CARRERA 7a. A Nº 69 - 53  
BOGOTA - COLOMBIA  
SUR AMERICA

TELEFONOS:  
2493525 - 2114045 - 2110955  
TELEX: 45798 JOTRI CO  
FAX: 2171966



**EMCALI**  
Empresas Municipales de Cali



**Energía**  
**Teléfonos**  
**Acueducto**  
**Alcantarillado**

- 1- Prestamos mejores servicios
- 2- Preparamos la ciudad del futuro
- 3- Deseamos ciudadanos satisfechos
- 4- Impulsamos permanentemente la vida en la ciudad