

# ASPECTOS SOCIOECONOMICOS EN LA ELABORACION DE NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA\*

NICOLAS NYERGES V.

*Ingeniero Jefe de Proyectos de la División de Abastecimiento de Agua Rural, Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Caracas, Venezuela*

## I. INTRODUCCION

Si se quiere establecer un orden de importancia para el hombre de los beneficios de un acueducto, indudablemente debemos mencionar, en primer lugar, el aspecto sanitario. El acueducto es un conjunto de obras sanitarias, cuya función principal es la de reducir los índices de morbilidad y mortalidad de origen hídrico. De un lado se tiene un suministro de agua potable, libre de organismos patógenos y sustancias químicas objetables, y del otro, facilidades para la higiene y aseo personales.

En segundo lugar viene el aspecto socio-económico del acueducto. Por una parte, éste ejerce una influencia notable sobre el nivel social de un individuo o de una agrupación humana: eleva el nivel de vida; contribuye al bienestar del hombre; dignifica su existencia y representa uno de los escalones principales en la evolución social, desde lo que hoy en día llamamos primitivo, hacia lo moderno y civilizado. Por otra parte, el acueducto contribuye al progreso económico de una sociedad. Los servicios de agua como empresas, aumentan el producto nacional; incrementan la edad productiva del individuo, al reducir las tasas de mortalidad y morbilidad; liberan energías para efectuar actividades de rendimiento productivo; y, apartando por completo el aspecto sanitario, el agua potable transportada por los sistemas de abastecimiento, es materia prima o elemento indispensable para un sin número de procesos industriales.

Por último, el acueducto representa para las comunidades desarrolladas una como-

dididad y utilidad común, sin las cuales el vivir significaría un retroceso hacia aquellas condiciones bajo las cuales el alumbrado se hacía con lámparas de aceite, velas o antorchas y el transporte a pie o en animales.

Esta secuencia de los diferentes aspectos del acueducto, se verifica, no sólo en orden de importancia, sino también en orden cronológico, durante la evolución histórica de países o regiones, desde lo primitivo, a través de la etapa del "subdesarrollo", hasta alcanzar las alturas de las naciones llamadas "desarrolladas".

En la primera etapa de esta evolución, el saneamiento del agua y el acueducto se manifiestan principalmente por la elevación del hombre por encima de las inclemencias de un medio ambiente hostil, haciéndole vencedor en su lucha contra ciertas enfermedades que causaron y siguen causando estragos en forma directa o indirecta. Con lo que hoy en día se sabe y con la técnica moderna, la primera etapa es relativamente corta, sobre todo si se habla en términos de evolución histórica.

En la segunda etapa, el aspecto socio-económico del acueducto juega el papel principal. Liberada parte de las energías latentes de un conglomerado humano, reducidas las tasas de mortalidad y morbilidad de origen hídrico, el individuo puede dedicarse con mayor esfuerzo a actividades creadoras y el acueducto puede y debe contribuir a la formación de condiciones socio-económicas favorables a las mismas. Esta es la etapa más prolongada, ya que es largo y casi interminable el camino del hombre en su evolución socio-económica y el acueducto tiene que acompañarle, ajustándose a las condiciones y necesidades variables a lo largo de ese camino.

\* Trabajo presentado en el Seminario sobre Diseño de Sistemas de Agua, celebrado en Buenos Aires, Argentina, del 20 al 29 de septiembre de 1962.

Por último, llega una época en la cual el acueducto se convierte principalmente en un servicio común, como la luz eléctrica, el teléfono, el gas, el transporte mecánico, etc., cuando la presencia del agua abundante y de buena calidad, dentro de cada vivienda, se transforma simplemente en una de las muchas conveniencias de la civilización.

Si bien el acueducto imprime su sello sobre el medio ambiente, sobre las diferentes manifestaciones de la vida humana y sobre la evolución socio-económica e histórica de una comunidad, el efecto es recíproco. Las condiciones sanitarias, sociales y económicas de la comunidad, forzosamente tienen que reflejarse en las características de un sistema de abastecimiento de agua. Es objeto del presente trabajo, estudiar los factores sociales y económicos de América Latina que pueden afectar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, y la repercusión de los mismos sobre las normas de diseño de carácter continental.

## II. ASPECTO SOCIAL

### 1. *La sociedad y el acueducto*

Es un hecho aceptado por la gran mayoría de los sociólogos, que el interés de una sociedad en la salud, sólo llega hasta donde ésta ayude y contribuya a alcanzar los objetivos fundamentales de la sociedad. Si bien la mente evolucionada se resiste a aceptarlo, por lo primitivo que parece a primera vista, los objetivos realmente básicos del hombre son el alimento, el techo y la propagación, o sea la función sexual. Una vez alcanzados estos tres en una forma satisfactoria, aparecen muchas necesidades y objetivos adicionales, que tienen por finalidad el logro de una vida satisfactoria en todos sus aspectos. Entre éstos figura por cierto, el mejoramiento de la salud en general, como uno de los medios indispensables del bienestar y del desarrollo ulterior de la sociedad. Por consiguiente, los programas de salud pública recibirán el apoyo de una sociedad, hasta el grado que la misma los considere un paso hacia adelante

en su lucha para alcanzar una vida mejor. Es por eso que, por ejemplo, los programas de nutrición o de vivienda son invariablemente "populares", siempre y cuando se ajusten a las necesidades de la sociedad a que sirven. En cambio, otros programas, como por ejemplo el control de enfermedades venéreas, tropiezan casi siempre con dificultades, y hasta con la oposición manifiesta de los mismos interesados. Proscribiendo la prostitución y castigando con severidad el contacto sexual extramatrimonial, podría acabarse con el problema en unas cuantas décadas, pero medidas de esta índole no prosperarían debido a que restringen la función sexual, que es uno de los objetivos fundamentales de la sociedad.

El acueducto, como uno de los programas de salud pública y de utilidad común, sin duda satisface una necesidad básica de la sociedad, en el sentido de suministrarle el agua potable indispensable para la alimentación. Sin embargo, con toda la objetividad del caso, hay que reconocer que este aspecto del acueducto, tiene mucho menos importancia para una sociedad, de lo que parece a primera vista. Ninguna sociedad ha perecido por la ausencia del acueducto, ya que relativamente muy pequeña es la cantidad de agua que puede considerarse como indispensable, y existen muchas maneras de conseguirla.

Puede afirmarse que una sociedad primitiva que lucha por alcanzar apenas los tres objetivos fundamentales definidos anteriormente, no está interesada en el acueducto. Pero también es cierto que una sociedad que ha superado la etapa primitiva, necesita el acueducto, como medio indispensable para alcanzar una vida mejor. Por consiguiente, en países en desarrollo, el acueducto representa una necesidad básica para la evolución social.

### 2. *Problemas sociales en la América Latina*

Los países de América Latina, representan un grupo etnológico homogéneo, en comparación con los habitantes de otras regiones

del mundo. Sin embargo, los problemas sociales varían de país a país, debido a la evolución histórica y cultural de sus habitantes, así como también a la considerable diferencia de sus condiciones económicas. Aun dentro del mismo país existen entre una sociedad y otra, diferencias considerablemente mayores que las variaciones internas de los países más desarrollados.

No es nuestro objeto, ni permite la extensión del presente trabajo, entrar en la discusión detallada de los problemas sociales de cada país latinoamericano. Sin embargo, en todos estos países existen linderos marcados entre los diferentes grupos de sociedades, que facilitan, a la vez que obligan, el establecimiento de varias categorías, en las normas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua.

Empleando términos relativos, aplicables a nuestra región, se tiene en primer lugar las sociedades primitivas, o casi primitivas, que apenas ahora empiezan su camino hacia la civilización. El problema principal de estas sociedades es la satisfacción de sus necesidades fundamentales, y transcurrirá cierto tiempo antes de que el acueducto pueda servir de escalón indispensable para su evolución. De muy poca utilidad social es el acueducto para una tribu de aborígenes en la región del Amazonas, en comparación con otros aspectos que en el plano social deben atenderse de preferencia.

En segundo lugar, se tiene el grupo de sociedades rurales, llamadas por algunos autores sociedades tradicionales. A este grupo pertenecen las sociedades que, de acuerdo con su evolución histórica, cultural y económica, ya han recorrido cierto camino desde lo primitivo hacia lo civilizado, y el acueducto representa una de las necesidades básicas para su evolución ulterior.

En tercer lugar, existen las llamadas sociedades urbanas que se encuentran en el período de surgimiento económico. Estas sociedades tienen un nivel de vida, real o aparente, por lo general más elevado, o en todo caso distinto que las anteriores. Aparte de la función económica, que se discutirá

más adelante, el acueducto debe crear las condiciones necesarias para una evolución social rápida y sana, conforme a las necesidades y exigencias de este sector.

Por último, en la parte más avanzada de las sociedades urbanas hay un grupo de gran potencialidad económica, nivel de vida alto, necesidades bien definidas y relativa madurez social. Este es el grupo más exigente en relación con el acueducto, no tanto por el valor intrínseco del mismo en el desarrollo social ulterior del grupo, sino para conservar y complementar un nivel de vida ya logrado. El acueducto para estas sociedades tiene que cumplir los requisitos más ambiciosos de los países desarrollados.

### 3. Factores sociales en el diseño del acueducto

La influencia de los factores sociales en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua es muy amplia. Empezando por la calidad de agua a ser suministrada, es evidente que los límites de potabilidad que se establezcan deben ser estrictos para los grupos de categoría superior, pero pueden serlo menos—cumpliendo los requisitos sanitarios mínimos—para los acueductos que sirven a sociedades de tipo rural.

La dotación *per capita* es uno de los aspectos, en los cuales las condiciones sociales tienen mayor influencia. Dichas condiciones representan una de las causas principales del fenómeno conocido, de que mientras mayor sea la cantidad de agua suministrada, mayor será la demanda. Son muchos los acueductos cuya dotación *per capita* originalmente supuesta como amplia, resulta insuficiente al cabo de algunos años, debido al aumento del nivel social de sus beneficiarios, siendo el propio acueducto una de las causas de dicho aumento.

Por consiguiente, por una parte, deben establecerse en las normas de diseño dotaciones mínimas, conforme a las condiciones sociales actuales de cada categoría. Por otra parte, deben hacerse provisiones para atender el aumento de la demanda, durante la vida útil del acueducto. Igualmente será

necesario tomar en cuenta este factor en la selección de la fuente, en lo referente a su producción o caudal mínimo disponible.

La estimación de la población de diseño es otro de los aspectos de importancia desde el punto de vista social. Si bien hay una serie de factores primarios que determinan el crecimiento de una comunidad, el acueducto tiene un efecto notable en este campo, sobre todo en zonas rurales, mediante el estímulo de la agrupación de poblaciones dispersas. La experiencia habida en Venezuela en el programa de acueductos rurales, ha demostrado que el acueducto atrae a la gente que vive dispersa en los alrededores de la comunidad, y el aumento de las poblaciones es a veces muy superior a lo estimado mediante la evaluación de los otros factores.

Debido a que el acueducto impulsa el desarrollo social de una comunidad, y en vista de que las exigencias y necesidades de la sociedad respecto del acueducto varían según la fase de dicho desarrollo, es evidente que los factores sociales tendrán un efecto sobre los períodos de diseño de los diferentes componentes de un sistema de abastecimiento de agua. En sociedades dinámicas, cuyo desarrollo es impulsado y estimulado artificialmente por una serie de programas oficiales o de iniciativa privada, hay que aceptar como un hecho, que la actitud de la sociedad hacia el acueducto puede cambiar radicalmente en cuestión de una década. Esto es especialmente válido para la América Latina, sobre todo en sus zonas rurales en transición hacia sociedades más avanzadas, o en regiones de gran potencialidad industrial. Muchos de los cambios futuros de la sociedad en lo que respecta al acueducto pueden predecirse y preverse en el diseño. Habrá, sin embargo, otros que necesariamente convertirán ciertos componentes del sistema, o la totalidad del mismo, en transitorios o provisionales, para los cuales la fijación de períodos largos de diseño es inútil, o por lo menos antieconómico.

En el aspecto técnico de las instalaciones de un servicio de agua, la separación de los

factores sociales de los culturales o económicos, es más difícil. Los materiales que se utilicen, diámetros mínimos, velocidades máximas en tuberías, presiones residuales en las redes, gastos de diseño, número de llaves de paso, protección contra incendio, capacidad de almacenamiento, utilización de equipos, dispositivos automáticos de seguridad, facilidad de operación y mantenimiento, etc., son los aspectos en que las condiciones sociales, en combinación con los factores económicos y culturales, tienen mayor o menor grado de influencia. Más adelante se discutirán estos aspectos, enfocando el problema desde distintos puntos de vista.

### III. ASPECTO CULTURAL

#### 1. *La cultura y el acueducto*

No es posible discutir los aspectos socioeconómicos de un acueducto, sin analizar separadamente el aspecto cultural del problema.

Toda persona pertenece a una sociedad y toda sociedad tiene su propia cultura. Esta debe ser funcional, y servir, en una forma u otra, a la supervivencia de la sociedad misma, ajustándose a las necesidades de los individuos que la integran. De lo contrario, la cultura desaparece tarde o temprano, dejando el campo a otra nueva.

Si bien la cultura puede definirse como el conjunto de valores de que dispone el hombre, los objetivos que persigue y los medios que utiliza para la consecución de sus fines, su manifestación exterior es una serie de costumbres, formadas a través de décadas o siglos, como el resultado de una larga lucha de la sociedad por una vida mejor.

Todo programa de salud pública introduce necesariamente ciertos cambios en las costumbres de la sociedad. Teniendo éstos una estructuración propia, el cambio de una costumbre implica reajuste de mayor o menor envergadura de todo el sistema. Por consiguiente, para que un programa de salud pública sea constructivo, en cual-

quiera de sus aspectos, debe tomarse en cuenta la estructuración cultural de la sociedad que sirve. Esto es especialmente válido, por ejemplo, en programas de medicina preventiva, en los cuales el aspecto cultural (creencias religiosas, supersticiones, etc.) representa muchas veces uno de los mayores problemas. También es válido, hasta cierto punto, en el caso del acueducto, ya que éste introduce una serie de cambios de hábitos y requiere el aporte cultural de los beneficiarios para la buena aceptación de las instalaciones, la correcta operación, mantenimiento y administración de los servicios de agua.

## 2. Factores culturales en el diseño del acueducto

Si bien la influencia cultural se nota en mayor o menor grado en cualquier sociedad, su presencia se manifiesta y se aprecia más en caso de sociedades rurales. Son muchos los proyectistas de acueductos rurales que tropiezan con dificultades, por ejemplo, en la "simple" tarea de selección de la fuente, en la cual los aspectos sanitario, técnico y económico, deberían prevalecer sobre cualquier otra consideración. La preferencia de la gente por una u otra fuente superficial, o la animadversión hacia máquinas y mecanismos en caso de pozos, muchas veces obliga a adoptar soluciones que no son idóneas para el caso estudiado. De lo contrario, se expone a que la comunidad rechace el acueducto. La instalación de una planta de tratamiento puede ser deseable desde el punto de vista técnico y aceptable desde el punto de vista económico, pero representa mayores problemas que beneficios en aquellos casos en que el nivel intelectual de los posibles operadores no está a la altura necesaria. En algunas comunidades de nuestros países, el mecanismo más complicado que conoce la mayoría de la gente es la bicicleta o la palanca de cambio de velocidades de un camión. Es inútil diseñar para estas comunidades una estación de bombeo con controles complicados, aun cuando económicamente sea

posible "importar" un mecánico de primera clase para su operación. La comunidad no va a vivir y sentir con el acueducto; los problemas del operador serán ajenos a la gente; sus dificultades no encontrarán comprensión; y el acueducto será algo extraño a tal comunidad.

Es evidente que la inclusión de los aspectos anteriores en las normas de diseño es algo difícil, por lo menos en forma de párrafos o artículos. Sin embargo, en conjunto representan un argumento más a favor del establecimiento de categorías separadas y un motivo adicional para una flexibilidad suficiente dentro de las categorías.

## IV. ASPECTO ECONOMICO

### 1. La economía y los programas de salud pública en la América Latina

Es bien conocido el desacuerdo entre los economistas en cuanto a la importancia de la salud en la economía. Un extremo es la tesis de que el mejoramiento de la salud en general es indeseable desde el punto de vista del crecimiento económico, debido a que desequilibra la relación entre el aumento de producción y la población, al disminuir las tasas de mortalidad. En el extremo opuesto se encuentra el razonamiento de que el mejoramiento de la salud es indispensable para la economía, ya que un hombre enfermo no puede trabajar y se vuelve pobre; el pobre no tiene medios para curarse y se vuelve más enfermo, formándose un círculo vicioso de la enfermedad y pobreza, sin posibilidad de desenlace favorable, a menos que se mejore la salud.

La primera tesis puede ser verdad en aquellas regiones cuyos recursos transformables en producto nacional son tan limitados que el estímulo artificial del crecimiento de la población trae como consecuencia irremediable una economía del tipo regresivo, es decir, que la tasa del crecimiento de la población supera el crecimiento del producto nacional. En América Latina, sin embargo, aun en los países de bienes de capital sumamente

limitados, no existe plena utilización de la fuerza del trabajo y de los recursos naturales. Las potencialidades de nuestros países aseguran un amplio campo para un aumento considerable de la población, sin que esto resulte necesariamente en una economía regresiva. Enfocando el problema desde otro punto de vista, se tiene que cerca del 40% de la población de Latinoamérica se encuentra en la edad improductiva, absorbiendo recursos, en comparación con un 25 a 30% en las regiones desarrolladas. En estas regiones la expectativa de vida al nacer sobrepasa los 60-65 años, mientras que en nuestros países es del orden de 30 a 40 años. Por consiguiente, la probabilidad de capitalizar la inversión de los recursos durante la edad improductiva de una parte considerable de nuestra población, es muchísimo menor que en los países desarrollados. Esta situación puede remediarse únicamente mediante programas ambiciosos de salud pública, aumentando las posibilidades de llegar a la edad productiva y prolongando la misma.

Bajo estas condiciones debe aceptarse que el mejoramiento de la salud en nuestros países, es esencial para el desarrollo económico.

Es evidente que los diferentes programas de salud pública, tienen mayor o menor importancia para la economía, así como también que ésta tiene efectos distintos sobre cada uno de dichos programas. En algunos casos el desarrollo económico trae un alivio automático de ciertos problemas sanitarios y causa un cambio de enfoque del mismo, notándose un desplazamiento gradual desde el plano sanitario hacia el plano socio-económico y educativo, como por ejemplo en el caso del control de la tuberculosis. En cambio, otros programas son requisitos esenciales previos a un crecimiento económico sano. El programa de acueductos es uno de ellos.

## 2. *Función del acueducto en la economía*

El papel del acueducto en la economía es múltiple. Primero que todo, debe con-

tribuirse al desarrollo económico a través de su función sanitaria, o sea que debe dar como resultado una reducción de las tasas de mortalidad y morbilidad de origen hídrico. El Ministerio de Sanidad y Asistencia Social de Venezuela, por ejemplo, piensa medir esa eficiencia sanitaria de su programa de acueductos rurales a través de estadísticas vitales.

En segundo término, el acueducto debe cumplir su función social, discutida con anterioridad, ya que es un criterio aceptado por los economistas que el impulso simultáneo del desarrollo económico con el desarrollo social no sólo favorece a ambos, sino que es un requisito indispensable para lograr los resultados óptimos.

Por otra parte, los servicios de agua potable tienen todas las características de empresas, excepción hecha de que no dan utilidad por su carácter de servicio público, pero sí dan trabajo, representan inversión y movilización de capital, y hacen posible el establecimiento de otras empresas de producción.

Por último, la función del acueducto en la industrialización de un país es indiscutible. Dificilmente puede concebirse el desarrollo industrial, o sea la transición de una economía tradicional (tipo rural) a la economía madura, sin el aporte del acueducto. El papel de éste es más importante en la etapa de surgimiento económico, cuando el tamaño de las empresas de producción es relativamente pequeño y el agua transportada por el acueducto en forma económica es tan indispensable para el desarrollo industrial como lo es la energía eléctrica, o las vías de comunicación. Hacia la fase final de una economía madura, o sea en la etapa de producción masiva, las industrias grandes normalmente se independizan del acueducto, desarrollando su propio sistema de abastecimiento de agua. Sin embargo, aún en esa etapa, el suministro de agua por un acueducto, en cantidades suficientes y a precios razonables, representa una de las atracciones principales para la ubicación de muchas empresas de producción.

La América Latina, donde todos los países se encuentran en la etapa de transición, con mayor o menor avance logrado hasta la fecha, es el campo ideal para aprovechar todos los beneficios de un acueducto en el desarrollo económico. El efecto indirecto del acueducto sobre la economía en el plano sanitario y social ya ha sido discutido con anterioridad; por consiguiente, vamos a analizar su función directa como empresa de servicios y su papel en la industrialización de un país.

Las empresas de servicios públicos representan normalmente la excepción de la ley de oferta y demanda de una economía libre. El agua, la electricidad, el gas, son elementos indispensables, cuyo suministro adecuado o deficiente no depende principalmente de las exigencias de los consumidores, sino de la organización y responsabilidad de la empresa misma. Solamente en los países más desarrollados, en los cuales el principal promotor de la economía es la libre iniciativa privada, puede notarse cierta obediencia a la ley de oferta y la demanda, en el sector de empresas de servicios públicos.

Una economía sana puede crear espontáneamente empresas de cualquier índole que sean necesarias para su desenvolvimiento, así como también puede hacer desaparecer aquellas que le son dañinas por medio de la ley de la oferta y la demanda. Sin embargo, esa auto-selección de la economía no puede actuar libremente sobre las empresas de servicios públicos. Por consiguiente dependerá de los organismos que controlan la creación y funcionamiento de esas empresas que éstas ayuden y promuevan el desarrollo económico, o de lo contrario, le sirvan de freno u obstáculo.

Es un fenómeno curioso en muchos países, principalmente en los de la América Latina, que de todas las empresas de utilidad pública, son los servicios de agua los que menos cumplen la función económica de las empresas. Un estudio rápido demuestra que en nuestros países son muy pocos los acueductos que cubren la inversión representada por la amortización del costo inicial,

costo de operación y mantenimiento e interés sobre el capital, condición indispensable para el funcionamiento sano de cualquier empresa. Aún más; no son muchos los acueductos que prestan un servicio realmente eficiente y contribuyen al desarrollo industrial del sector que sirven. Podrán cumplir su cometido en el plano sanitario y social, pero normalmente significan una carga económica a la comunidad o al Estado y en muchos casos representan un freno al desarrollo industrial rápido. Por consiguiente, uno de los aspectos de mayor importancia, desde el punto de vista económico, es convertir los servicios de agua en empresas, en el sentido estricto de la expresión.

### 3. *Clasificación de los acueductos como empresas de servicios*

Las cuatro partidas principales de la inversión en un acueducto son el costo inicial, el costo de operación y mantenimiento, el costo de administración y los intereses sobre el capital. La suma de éstas determinará el costo del servicio a los consumidores, mientras que la calidad del servicio, conjuntamente con la capacidad económica de los beneficiarios, determinarán la disposición de éstos a pagar dicho servicio. Por consiguiente, la inversión realizada en un acueducto debe estar de acuerdo con la capacidad económica de los consumidores, y la calidad del servicio prestado debe guardar relación con las necesidades y exigencias de los mismos. De aquí se deduce que es conveniente y necesario establecer diferentes categorías en las normas de diseño, ya que el proyectista, guiado por dichas normas, desempeñará un papel importante en la definición de las dos mayores partidas de la inversión total en los servicios de agua.

En la clasificación intervienen evidentemente, de un lado, la capacidad económica de los consumidores, puesto que ésta definirá lo que el público puede pagar por los servicios, y limitará las características económicas de las instalaciones. Por otro lado, el aspecto social y cultural definirá las exigencias y

necesidades de los consumidores, así como también lo que los mismos estarán dispuestos a pagar por el servicio prestado.

Es necesario comentar en forma un poco más amplia la influencia de los factores sociales y culturales en un aspecto, al parecer, de carácter exclusivamente económico, como lo es el costo de las instalaciones y servicios de agua.

El desarrollo económico de una sociedad, trae normalmente como consecuencia el mejoramiento del nivel de vida, y ésta a su vez tiende a elevar el nivel cultural de la gente. En los países donde la evolución ocurre en forma gradual, los tres aspectos guardan una relación más o menos estrecha. En cambio, en regiones donde el desarrollo es rápido, o sea donde hay que recorrer un camino largo en el menor tiempo posible, para alcanzar la altura privilegiada de las naciones desarrolladas, se observa muchas veces un desplazamiento notable entre lo social, económico y cultural. En las sociedades urbanas de Venezuela, por ejemplo, un chofer de plaza hábil gana mucho más que la mayoría de los oficinistas sin especialidad. En cambio, su nivel social es normalmente inferior que el de los últimos, y su nivel cultural tampoco está en relación con su capacidad económica. Por otra parte, en las sociedades rurales se presentan ciertos fenómenos netamente de origen cultural, en cualquier nivel social o económico. Uno de ellos es la mentalidad prevalente de algunos sectores, de que siendo el agua un don de la naturaleza, el servicio del acueducto debe ser gratuito; cualquier tarifa, por razonable que sea, parece exagerada aun cuando la gente tenga medios económicos para pagarla.

De lo anterior se deduce que las condiciones económicas por sí solas no ofrecen en nuestros países, límites de separación de las distintas categorías de normas. Es la sociedad, con cultura propia y economía característica, la que parece ser la base óptima para el establecimiento de categorías.

#### 4. *Problemas económicos en el medio rural de la América Latina*

Analizando los dos grandes sectores discutidos con anterioridad desde el punto de vista social, se tiene que los recursos de las sociedades rurales con economía tradicional, son normalmente muy limitados en la mayoría de nuestros países. La función del acueducto en este sector es sanitaria ante todo, social en segundo término y económica por último. Por una parte, la poca capacidad económica de los beneficiarios impone serias limitaciones al diseño de todo aquello que pueda influir en el costo de operación, mantenimiento y administración del acueducto. Por la otra, las condiciones económicas del estado o de los organismos oficiales que normalmente promueven el programa de construcción en nuestros países para este sector, obligan a mantener el costo inicial lo más bajo posible. Por consiguiente, las normas referentes a la calidad físico-química del agua, métodos y unidades de tratamiento, empleo de ciertos materiales de construcción, máquinas, equipo y dispositivos, diámetros mínimos de la tubería, número de llaves de paso, etc., deben ser bastante elásticas.

La presión residual mínima exigida en las redes de distribución puede ser bastante más baja que en las categorías superiores, debido a que, normalmente, no hay edificios altos en las zonas rurales de nuestros países, así como tampoco hay dispositivos domésticos que requieran presiones altas para su funcionamiento. La previsión de gastos de incendio es muy dudosa, ya que, por un lado, no se dispone en general de cuerpo de bomberos organizado, y, por el otro, el valor material que se protege es pequeño en comparación con el costo de protección. La presión máxima en las redes debe ser baja, principalmente por la pobre calidad de las instalaciones internas en las casas.

Desde el punto de vista de la operación y mantenimiento de los servicios de agua, los métodos costosos de tratamiento, equipos cuyo manejo es complicado, sistemas cuyo



control requiera el empleo de personal especializado y bien remunerado, etc., llevan casi invariablemente al fracaso en el medio rural.

Por otra parte, es justamente en el medio rural latinoamericano donde cabe esperar un desarrollo rápido, debido a lo apremiante de la situación, tanto en el plano sanitario, como en el socio-económico y político. Por consiguiente, a fin de que el acueducto pueda desempeñar su función en la evolución propulsada por diferentes programas oficiales de mayor o menor envergadura, deben preverse en el diseño amplias facilidades para el desarrollo gradual de los servicios de agua. Sería un error grave basar las normas de diseño para esta categoría en el afán de presentar lo más sencillo y económico posible, rayando en lo primitivo, por razones netamente económicas.

##### 5. *El medio urbano de la América Latina*

Existe en Latinoamérica un sector muy amplio de la sociedad urbana cuya economía se encuentra en el período de surgimiento. En el extremo inferior de este sector se encuentra la sociedad cuya transición de la economía tradicional está en proceso. El extremo superior lo representa la sociedad que está acercándose a la economía madura, vislumbrándose ésta en un futuro más o menos cercano.

Es un error común de muchos organismos oficiales en nuestros países, debido a la rigidez de las normas, ignorar la transición de la economía tradicional a la madura, y hasta adoptar las normas ambiciosas de países desarrollados. Si bien esto es aceptable, hasta deseable, desde el punto de vista técnico, puede conducir a graves problemas desde el punto de vista económico. Los requisitos de potabilidad, límites óptimos de la calidad del agua tratada, detalles técnicos de las instalaciones, establecidos para los países de economía madura o de producción en gran escala, representan para los países en desarrollo una carga considerable, desde el punto de vista de costo inicial y un probable fracaso parcial de los

propósitos, durante la operación, mantenimiento y administración de los servicios de agua. La fabricación en escala nacional de los materiales y equipos necesarios para la construcción de un acueducto moderno, está en la edad de la niñez en la América Latina. Ninguno de nuestros países es capaz de abastecer su propio mercado con todo lo que requiere un sistema de abastecimiento de agua, trátase de tuberías, accesorios, equipos o maquinarias. La importación de estos materiales representa una carga económica, no sólo por su valor intrínseco de adquisición y transporte, sino también por el balance, a veces precario, del comercio exterior del país. Por consiguiente es indispensable establecer una categoría separada y dedicarle una atención especial, para este sector intermedio entre lo más sencillo y lo más avanzado.

Desde el punto de vista técnico, las características generales del acueducto de esta categoría, deben estar siempre un paso más allá del desarrollo previsto, a fin de permitir las condiciones óptimas de la evolución socio-económica. Consecuentemente, debe aspirarse a las metas más ambiciosas de los países desarrollados en todos aquellos aspectos que podrían limitar esa evolución. El consumo *per capita*, su aumento gradual o escalonado, la selección y posible desarrollo por etapas de fuentes adecuadas a las necesidades futuras, las características de las obras de captación, capacidad de transporte de tuberías principales, presiones en las redes, medidores, durabilidad de los componentes principales del sistema, etc., son aspectos que merecen igual atención que en la categoría más avanzada. En cambio, deben aceptarse límites menos ambiciosos y más flexibles en otros aspectos, cuyo costo de realización, ya sea inicial o de operación y mantenimiento, esté restringido por las condiciones inherentes a la economía en desarrollo de nuestros países. La calidad físico-química del agua tratada, especificaciones de las unidades de la planta, controles del proceso de tratamiento, equipos y accesorios a

emplearse, protección contra incendios, número de llaves de paso en las redes, etc., son factores que pueden inclinar la balanza a favor de una empresa sana de servicios de agua, en contraposición con las máximas aspiraciones técnicas del proyectista.

El otro aspecto de importancia en la categoría intermedia es el desarrollo relativamente rápido, en comparación con el desarrollo de los países de economía madura. El aprovechamiento de los recursos humanos y naturales en la América Latina apenas se está iniciando y es de esperar un ritmo acelerado de evolución socio-económica en las próximas décadas. Las dificultades de la predicción de las condiciones de diseño son evidentes si se considera el desarrollo de carácter explosivo de algunas regiones y ciudades, en el mismo comienzo de esa evolución. Períodos excesivamente largos de diseño para ciertos componentes de un sistema de abastecimiento de agua, no sólo representan un costo inicial elevado, sino que pueden conducir a fracasos técnicos, debido a la inseguridad de las predicciones. Una ciudad latinoamericana de economía fuerte puede cambiar, parcial o totalmente, sus características en corto tiempo; se abren nuevas vías de comunicación; se cambia el centro de gravedad de las actividades comerciales; se modifica notablemente la densidad de población de los barrios; y se expanden los límites, tanto horizontal como verticalmente, en cuestión de una década. Esta ciudad necesitará fuentes de abastecimiento, obras de captación, líneas de aducción y tuberías matrices diseñadas para un período largo, pero las mallas secundarias y tuberías de relleno de sus redes de distribución necesariamente deberán considerarse provisionales o de carácter transitorio, hasta tanto el desarrollo urbano haya tomado forma. Sería de mucha utilidad práctica el establecimiento en las normas de períodos diferenciales de diseño, conjuntamente con la elaboración de especificaciones mínimas para instalaciones de carácter provisional o transitorio. Esto permitiría una clasificación continental de

los acueductos, sin que el carácter provisional de ciertos componentes signifique un descenso de categoría.

Por último, hay en nuestros países un sector relativamente pequeño, que abarca las sociedades urbanas de economía madura o muy cerca de ella, con necesidades bien definidas y ambiciones elevadas. La diferencia entre esta categoría y la anterior es la relativa estabilidad en todos los aspectos; una madurez en cuanto a la demanda de la vida económica; un desarrollo más lento, si bien mejor organizado y previsible con mayor seguridad desde el punto de vista del acueducto; y elevada potencialidad económica. Pertenecen a este grupo algunas ciudades grandes, que por su ubicación geográfica y sus condiciones topográficas, llegaron antes de tiempo a una edad madura; las urbanizaciones modernas que sirven de área de expansión a las ciudades; algunas zonas industriales cuyo desarrollo organizado y potencialidad económica permite establecer límites superiores de expansión, etc. En el diseño del acueducto de esta categoría habrá, evidentemente, limitaciones de tipo económico, pero se podrán aprovechar todos los adelantos de la técnica moderna, para ofrecer lo óptimo tanto en la calidad de las obras, como del servicio prestado, conforme al estándar de vida de la sociedad que sirven. Las normas de diseño correspondientes podrán asimilarse a los requisitos más ambiciosos de los países desarrollados, con ligeras modificaciones en aquellos aspectos que están influidos por los factores sociales y culturales de la América Latina.

#### V. CONCLUSIONES

En los apartes anteriores se establecen las bases teóricas de una serie de aspectos que, desde el punto de vista social, cultural y económico, influyen en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua.

De acuerdo con lo discutido, puede llegarse a las conclusiones siguientes:

- 1) Los programas de salud pública repercuten en forma definida en la sociedad y en su economía característica.

2) La función del acueducto, como uno de los programas de salud pública es múltiple, siendo la primera la sanitaria, tanto por la evolución histórica de un país, como por su carácter de factor contribuyente al desarrollo socio-económico del mismo.

3) Los factores sociales, culturales y económicos prevaecientes en la América Latina, hacen necesario establecer diferentes categorías en las normas de diseño.

4) Si bien los factores sociales, culturales y económicos suelen guardar una relación estrecha, existen en los países latinoamericanos ciertos campos donde se observa un desplazamiento sensible entre los tres aspectos. Esto dificulta la selección de uno de ellos, como patrón para trazar los límites entre las categorías.

5) Debido a que las condiciones socio-económicas y culturales de la América Latina varían de un país a otro y hasta de una región a la otra del mismo país, no es práctico ni operante establecer límites de carácter continental para las diferentes categorías, empleando como criterio el tamaño de las localidades, o límites provinciales y estatales.

6) Los mayores problemas económicos, sociales y culturales, desde el punto de vista del acueducto, se presentan en dos grandes sectores. Uno de ellos se encuentra en el comienzo de su desarrollo socio-económico y está representado por un número grande de localidades, en general pequeñas, de recursos financieros muy limitados y de economía tradicional, o sea tipo rural. El acueducto para este sector tiene una función sanitaria y social, en este mismo orden de importancia, manifestándose su función económica principalmente en forma indirecta. Este sector se denominará en adelante "Categoría I".

7) El otro sector está representado por localidades urbanas en desarrollo, que ya han pasado las primeras fases de su evolución socio-económica. La función del acueducto en este sector es económica y social, habiéndose superado el aspecto sanitario con mayor

o menor éxito. Este sector se denominará en adelante "Categoría II".

8) Por debajo de la Categoría I existe un grupo formado de sociedades primitivas cuyas necesidades básicas están por satisfacer. No se justifica el establecimiento de una categoría separada para este grupo.

9) Por encima de la Categoría II se tiene un grupo constituido por sociedades avanzadas, de economía madura o muy cerca a ella. Es conveniente, por razones de orden económico, la diferenciación de este grupo de la Categoría II, ya que sus necesidades y exigencias, así como también su capacidad financiera, admiten y hacen conveniente la adopción de las normas ambiciosas de los países más avanzados. Este grupo se denominará en adelante "Categoría III".

10) El examen de las necesidades y posibilidades de la Categoría I apoya un sistema de abastecimiento de agua formado por obras sencillas y económicas, tanto desde el punto de vista de la inversión inicial, como de operación y mantenimiento, cumpliendo primero la función sanitaria del acueducto, así como también su función social, de acuerdo con los estándares de la comunidad que sirve. Las facilidades de expansión del acueducto deben permitir el libre desarrollo socio-económico y asegurar un paso gradual hacia la Categoría II.

11) La Categoría II se caracteriza por el amplio uso de los recursos de la técnica moderna, en beneficio de un diseño óptimo, con las limitaciones inherentes a una economía en desarrollo. El costo de las instalaciones permanentes suele ser mayor que la capacidad financiera actual de la comunidad, pero dicho costo puede ser compensado con los beneficios futuros durante una evolución socio-económica sana. Para crear las condiciones favorables de esa evolución, el acueducto debe adelantarse a la misma, previendo las necesidades futuras en la forma más amplia. A fin de mantener el costo inicial bajo, la mejor forma para realizar un avance desde el extremo inferior

al superior de esta Categoría, parece ser el desarrollo por etapas.

12) Las necesidades y exigencias de las sociedades de la Categoría III pueden satisfacerse mediante un diseño basado en las normas más ambiciosas de los países avanzados.

#### VI. RECOMENDACIONES

Las conclusiones arriba anotadas, conjuntamente con los diferentes aspectos discutidos en el presente trabajo, permiten hacer las siguientes recomendaciones:

1) Establecer tres categorías de normas de diseño, de carácter continental.

2) Identificar las distintas categorías con letras o números, sin establecer límites de aplicación de carácter continental, a fin de que cada uno de los países latinoamericanos emplee las denominaciones, títulos y límites de separación que mejor se ajusten a sus condiciones sociales, económicas y culturales, conforme al contenido y requisitos establecidos en cada categoría.

3) Adoptar en su totalidad para la Categoría III, los estándares internacionales, con ligeras modificaciones en lo que se refiere a las condiciones sociales y culturales de la América Latina.

4) Tomar en cuenta, en la elaboración de las normas de diseño para las Categorías I y II, los siguientes aspectos generales de importancia:

a) Períodos de diseño: Cortos para la Categoría I; largos para las obras de captación, líneas de aducción, obras de arte y tuberías matrices de la Categoría II; de medianos a cortos para las partes menos importantes del sistema en la misma Categoría.

b) Población de diseño: Aumento considerable, debido, entre otras cosas, a la propia existencia del acueducto, en la Categoría I; aumento normalmente rápido en la Categoría II, debido al desarrollo socio-económico.

c) Calidad bacteriológica del agua: Sanitariamente segura para la primera Categoría;

óptima para la segunda; tratamiento mínimo de cloración para ambas.

d) Calidad físico-química del agua: Requisitos muy elásticos, en algunos casos llegando hasta los límites de tolerancia para la Categoría I; flexibilidad suficiente para ajustar el diseño a las condiciones económicas, en la Categoría II.

e) Planta de tratamiento: Diseño en la forma más sencilla de operación y más económica de mantenimiento para la primera Categoría; flexibilidad en las especificaciones, selección de métodos o procesos de tratamiento, maquinaria, equipo y compuestos químicos en la Categoría II.

f) Dotaciones: Dotación inicial reducida de orden del 100 a 200 lt/cap/día en la Categoría I, con facilidades para absorber el aumento de la demanda en este rango; dotación mínima de 200 a 250 lt/cap/día con previsiones para su aumento gradual, conforme al desarrollo socio-económico, en la Categoría II; poco o ningún consumo industrial para la primera; consumo industrial potencialmente grande para la segunda.

g) Protección contra incendio: mínima o ninguna protección en la Categoría I; flexibilidad amplia para seleccionar, a criterio del proyectista, el gasto de incendio, espaciado de hidrantes, duración del incendio, etc., en la Categoría II.

h) Materiales de construcción a emplearse: Previsión en la primera Categoría, para seleccionar materiales económicos y de preferencia de fabricación local; materiales óptimos para los componentes de carácter permanente del sistema en la segunda Categoría; flexibilidad de empleo de sustitutos en casos especiales.

i) Maquinaria, equipos y dispositivos especiales: Evitar en la primera Categoría cualquier mecanismo de operación difícil y de mantenimiento costoso; flexibilidad en el diseño de alternativas o sustitutos en la segunda Categoría.

j) Número de llaves de paso en las redes: Un mínimo de dos zonas aisladas para la

Categoría I; sin límites rígidos para la Categoría II.

k) Presiones residuales mínimas en la red: del orden de 7 a 10 m. en la Categoría I; de 15 a 20 m. en la Categoría II.

l) Presiones máximas estáticas en la red: del orden de 40 a 55 m. para la primera Categoría; de 60 a 75 m. para la segunda.

m) Medidores de consumo: opcional para la Categoría I; obligatorio para la Categoría II.

n) Requisitos referentes a la realización de

estudios, levantamientos y cálculos topográficos: Elásticos en la Categoría I; estrictos en la Categoría II.

o) Presentación del proyecto: sencilla y económica en la primera Categoría; con todo el lujo de detalles en la segunda.

Estos son los aspectos principales que se presentan como punto de partida para una discusión detallada, y como base teórica para la elaboración eventual de normas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua, de carácter continental.