

# El enfoque sistémico: aplicación al subsector de agua potable y alcantarillado (A.P.A.)

**JORGE E. TRIVIÑO M.**  
Ingeniero - I.C. - Master en I.S.  
Profesor de T.C.  
Facultad de Ingeniería, U.N.

Los proyectos para el suministro de agua potable y saneamiento del medio requieren de una buena organización y administración para que sean eficientes y eficaces, no sólo durante las etapas primarias de diseño y construcción, sino en el transcurso de su vida de servicio a las comunidades.

La planificación de un proyecto entraña el análisis de la problemática existente, el establecimiento de las relaciones causa-efecto, la fijación de criterios y estrategias, la determinación de tecnología apropiada, la fijación de objetivos y metas reales, la preparación de planes, programas y actividades con alto grado de viabilidad y factibilidad, todo tendiente a la obtención de las mejores soluciones.

La experiencia ha demostrado que para poder planificar, organizar y desarrollar programas efectivos de intervención, se requiere tener una conceptualización bien clara y definida de todos los problemas que se presentan en el medio ambiente, así como de sus relaciones con el bienestar del hombre.

Por la gran variedad de los problemas y por el carácter multidisciplinario de las tecnologías que intervienen en su solución, se hace necesario abordarlos desde un punto de vista sectorial e intersectorial, así como estudiarlos y analizarlos en conjunto e integralmente como un **todo**, compuesto de partes interrelacionadas e interdependientes tanto interna como externamente ya que, la necesidad de colocar los sistemas de agua potable y saneamiento en una posición de autosuficiencia económica, conlleva la adopción de políticas y estrategias que permitan la mayor vinculación y participación de los usuarios en la institución.

Las necesidades de la higiene del medio y la evolución de la tecnología administrativa han destacado cada vez más las ventajas de la aplicación de la **Teoría General de los Sistemas**, al análisis y solución de los problemas.

El **Enfoque Sistémico** es un proceso general por el que se analizan y explican **elementos correlacionados** que constituyen **conjuntos sistémicos**, permitiendo resolver problemas operativos mediante diversas tecnologías y, comprender, cómo se componen y relacionan entre sí las estructuras y los procesos de un programa, de una organización, de un sector e incluso de un sistema de mayor magnitud.

Para efectos de estructura y función organizacional, la aplicación del enfoque sistémico permite agrupar en forma lógica y ordenada las ciencias, tecnologías, artes y normas utilizadas en el ejercicio de las actividades del sector a través de sus funciones sistémicas de **Producción** (de bienes y servicios), de **Paraproducción** (operación, mantenimiento, tecnología, etc.) y **Reguladoras** (planificación, administración, organización, dirección, etc.).

Como manera de pensar, la importancia de la teoría de los sistemas estriba en su facultad de describir, analizar y debatir la índole de las cosas, en pocos términos generales.

El mayor beneficio derivado del concepto de **Sistema**, es permitir el estudio y análisis de la problemática y sus soluciones, en forma global y en detalle, así como la modulación de actividades, procesos y acciones y, la identificación de todos sus componentes, variables y mecanismos de dependencia, interrelación y acción recíproca.

En una organización, permite su análisis en forma integral y la de cada uno de sus macrocomponentes, facilitando así el estudio de su estructuración y función organizacional.

Al presentar en este documento una síntesis de los principios básicos del análisis de sistemas y su aplicación al sector de agua potable y saneamiento, se desea contribuir en forma práctica a la divulgación y aplicación de una ciencia relativamente joven que permite mejorar cada vez más las organizaciones y su administración, sin causar traumatismos ni ocasionar resistencias al cambio deseado, en beneficio de la salud del hombre.

### Introducción

A medida que el hombre se ha desarrollado cultural, tecnológica y socialmente, ha tenido que establecer organizaciones complejas para así, enfrentar efectivamente los problemas que con frecuencia se le presentan. Se debe reconocer también, que la mayor parte de las actividades humanas se realizan en organizaciones multidisciplinarias, pues la tendencia en nuestras sociedades, es hacia una mayor integración de aquellas actividades que anteriormente eran independien-

tes dentro de un sector económico, político, financiero o social.

Por otra parte, la organización no puede estar aislada del medio que la rodea, y por tanto debe estar en continua acción en relación con otros sistemas del mismo ambiente.

La teoría administrativa tradicional se fundamenta en la división del trabajo y en su correspondiente coordinación, y presta poca atención a otros factores importantes como los humanos y los recursos.

Organizar consiste en especificar con detalle la situación y las interrelaciones de los miembros del personal y las vías y convenciones necesarias para establecer la comunicación entre ellos; la estructura resultante de esas relaciones constituye la organización.

La teoría tradicional hacía énfasis en los segmentos de la organización y también en la separación de las actividades en **tareas y unidades de operación**. No daba suficiente interés a los problemas de **interrelación o integración de actividades**.

Otra crítica a la teoría administrativa tradicional se refiere a la forma en que se concibe la autoridad y el poder de decisión, al concentrarla en una o pocas personas en una organización. Prevalece ahora la opinión de que hay redes de funciones a cuyo nivel se impone una decisión. A la forma **autocrática** de dirección de la teoría tradicional, se le oponen dos modelos: uno basado en la **democracia** y otro en la **participación**. Se afirma que el modelo basado en la participación tiene una serie de ventajas: se obtiene una aportación mayor de ideas y de información que influyen en la decisión.

La impugnación a los postulados de la teoría administrativa tradicional ha ocasionado la evolución hacia la llamada teoría administrativa neoclásica en la que, como su nombre lo indica, persisten las ideas fundamentales con adición de criterios nuevos. Esta evolución no se ha producido al mismo ritmo en todas partes y en todos los sectores socioeconómicos.

A medida que la ciencia se ha especializado y que a las organizaciones, especialmente las relacionadas con la salud, se vinculan personas de profesiones muy diversas, la gestión se hace más compleja y difícil y, con frecuencia se dificulta la comunicación entre los especialistas y dentro de la misma organización. Una de las funciones importantes de la administración es la de sintetizar los diversos elementos necesarios para preparar y ejecutar programas eficaces pero, el exceso de especialización, aumenta cada vez más las dificultades de los administradores y obstaculiza su labor de síntesis.

El punto de vista de la administración moderna tiende al trato de las organizaciones como **Sistemas**, cuyas partes son dependientes y variables. La empresa es un sistema social dentro del sistema complejo de la sociedad. Bajo éste concepto sistémico, la organización es una serie de subsistemas que incluyen al individuo, grupos informales de trabajo, estructura formal y sistemas ecológicos que tienen impacto directo sobre su estructura técnicoadministrativa.

Por otra parte, se deberán tener en cuenta los medios para relacionar y coordinar los varios subsistemas. Estos se integran a través de varios procesos importantes como **la información** y la **toma de decisiones**, mecanismos de balance que existen en toda organización. El análisis por sistemas, al parecer es útil porque permite definir las relaciones entre las distintas partes

**METODOLOGIA DEL ENFOQUE SISTEMICO**

**Definición**

El análisis de sistemas es un proceso general por el que se analizan y explican elementos correlacionados que constituyen conjuntos sistémicos, permitiendo resolver problemas operativos mediante diversas técnicas y comprender cómo se componen y relacionan entre sí las estructuras y los procesos de un programa, de una organización e, incluso, de un sistema de mayor magnitud. Se utiliza como un procedimiento de raciocinio que permite establecer interrelaciones entre las partes integrantes de un conjunto.

Como manera de pensar, la importancia de la teoría de los sistemas estriba en su facultad de describir, analizar y debatir la índole de las cosas en pocos términos generales. El mayor beneficio

derivado del concepto de sistema es permitir una visión global de la problemática y como consecuencia, hacer énfasis en la misión de la organización.

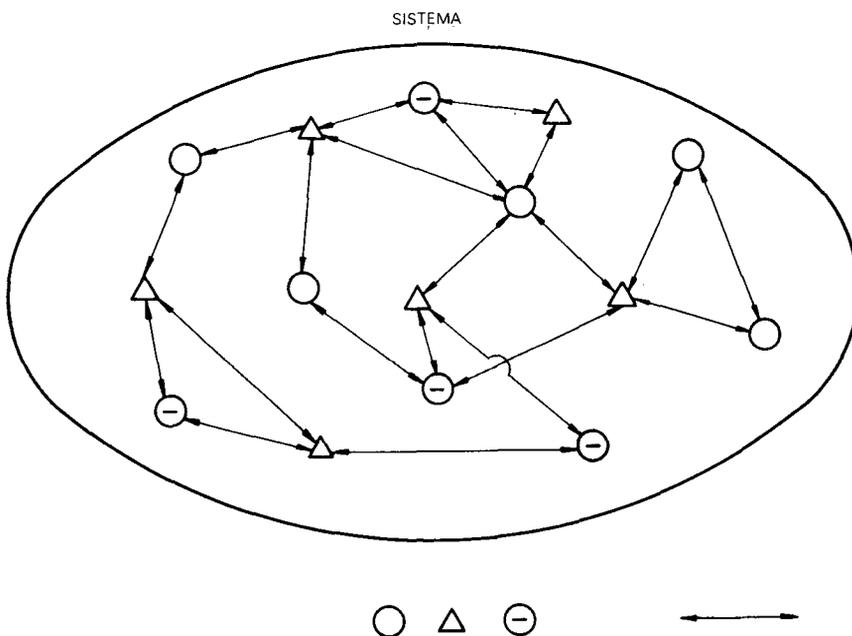
Como definición del término **Sistema** se presentan, entre otras, las siguientes:

- a) Un sistema se compone de elementos en estado de interacción. Lo anterior significa que todo elemento que no interactúa con los demás, no forma parte del sistema que se analiza (Bertalanffy).
- b) Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí de manera que un cambio en el estado de cualquiera de ellos altera el estado de los otros elementos.
- c) Es un conjunto de elementos interactuantes arreglados para obtener objetivos particulares según un plan.
- d) Todo lo que funciona como un "Todo" en virtud de la interdependencia de sus partes, es llamado un sistema (A. Rapoport).
- e) Es una entidad, conceptual o física, conformada por partes interdependientes (R.L. Ackoff).

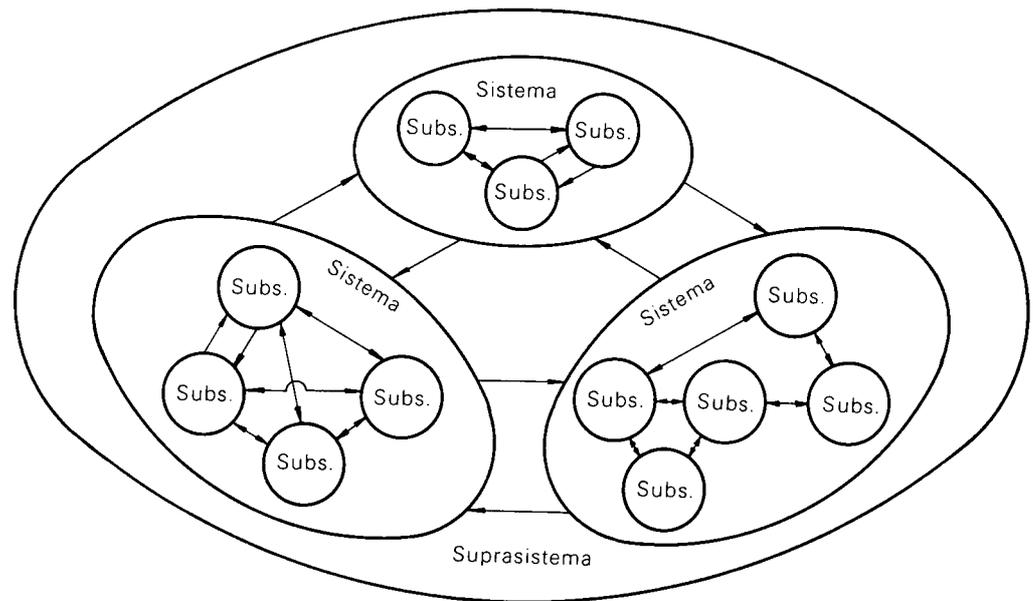
Las definiciones anteriores presuponen que el sistema (conjunto) está compuesto de partes; que esas partes guardan relación mutua (interacción), y que esa interacción (permanente) implica la existencia de normas y organizaciones. (Figura 1).

**Propiedades de los sistemas**

Los sistemas se pueden caracterizar fundamentalmente por las siguientes propiedades:



**FIGURA 1.**  
interacciones ←  
O Δ ⊖ Elementos



**FIGURA 2. Esquema de escalonamiento de sistemas.**

### 1. Interrelación e interdependencia

Cada teoría de sistemas debe tomar conocimiento de los elementos del sistema, de las interrelaciones existentes entre los varios elementos, de la acción recíproca o interdependencia de los componentes del sistema. Si un elemento no actúa recíprocamente con el resto del sistema no forma parte de éste y no guarda auténtica relación con él. Elementos que no interactúan no forman un **sistema**.

### 2. Indivisibilidad

El enfoque sistémico abarca el "Todo" con sus interacciones e interdependencia entre sus componentes; el **sistema** es indivisible y se deduce que el **sistema** es más que la simple suma de sus partes. El conjunto de elementos se convierte en **sistema** cuando las partes guardan un estado de acción recíproca.

Puede suceder que uno o varios elementos pertenezcan a más de un sistema (son comunes a dos o más sistemas) y en éste caso, el sistema puede ser menos que la suma de sus partes. Así, cada sistema de ésta índole parece más pequeño porque comparte algunos de sus elementos con otros sistemas.

### 3. Diferenciación

Los sistemas son complejos, de tipos diferentes y las unidades especializadas realizan funciones sistémicas especializadas. Esta diferenciación de funciones por componentes, es característico de todos los sistemas.

### 4. Jerarquía

Los sistemas son generalmente complejos, conformados por sistemas más pequeños. La localización de sistemas dentro de otros sistemas es lo que se denomina Jerarquía. (Figura 2).

### 5. Equifinalidad

En sistemas abiertos, el mismo estado final se puede alcanzar desde diferentes puntos de partida. Un resultado puede tener diferentes causas u orígenes.

### 6. Objetivización

La interacción de los componentes de un sistema resulta en algún estado final o posición de equilibrio donde las actividades conducen a la obtención de una meta u objetivo.

### 7. Insumos y resultados

Todos los sistemas dependen de insumos para generar actividades que resultan en la obtención de metas o productos. Todos los sistemas producen resultados, necesarios para otros sistemas. En sistemas cerrados los insumos están todos. En sistemas abiertos, pueden recibir insumos del ambiente que los rodea.

### 8. Transformación

Los insumos que recibe el sistema, son modificados por él mismo, de manera que los resultados son diferentes de los elementos introducidos al sistema.

Un importante corolario es que no hay un nivel predeterminado para que un sistema se denomine "el sistema", llamándose "subsistema" a todo lo que encierre y "supersistema" a todo lo que sea mayor. Quien quiera que describa, analice o trabaje con un sistema, puede fijar su nivel de manera que corresponda al problema que pretende resolver.

Los elementos contenidos en el sistema tampoco están predeterminados. La composición del sistema depende del problema planteado, de los objetivos del análisis.

## 9. Sistemas abiertos y cerrados

Cuando un sistema se halla en condiciones de acción recíproca e interdependencia con factores de su ambiente, se le considera abierto. Cuando esas acciones y relaciones interdependientes no existen, se trata de un sistema cerrado.

A veces, para simplificar y estabilizar el análisis de un sistema conviene cerrarlo arbitrariamente, sentando hipótesis explícitas. El método de investigación experimental consiste, por lo general, en "cerrar" un sistema, suponiendo que todo lo demás permanece constante, salvo la variable que se estudia.

### Proceso de interacción

Previamente se ha dicho que las características primordiales de un sistema son la acción recíproca y la interdependencia de sus elementos. En la teoría moderna de la organización, que tiene su fundamento en la aplicación del análisis de sistemas, las preguntas claves que se pueden hacer son:

- ¿Cuáles son las partes estratégicas del sistema?
- ¿Cuál es la naturaleza de dependencia mutua entre las partes?
- Cuáles son los principales procesos en el sistema que permiten o facilitan la acción recíproca e interdependencia?
- ¿Cuáles son las metas de los sistemas?

### 1. Componentes de la organización

En forma resumida se puede decir que en una organización las partes básicas del sistema son:

- a) **El individuo y la personalidad estructural** que él ofrece a la organización, condicionada por el grado de motivación y actitudes que le ofrece el sistema para satisfacer sus expectativas y objetivos.
- b) **La organización formal**, que son los patrones de trabajo interrelacionados, los cuales conforman la estructura del sistema. En la teoría moderna de la organización se da considerable atención a las incongruencias y conflictos que surgen de la interacción entre la organización y las demandas individuales.
- c) **La organización informal**, que en sus interrelaciones con el individuo ocasionan modificaciones mutuas en sus expectativas. Esta acción recíproca origina modificaciones en el comportamiento del individuo según demandas del grupo, y éste a su vez, modificaciones esperadas por el individuo debido al impacto de su personalidad en las normas del grupo.
- d) Otra parte importante en el sistema organizacional corresponde a los patrones de comportamiento generados en el individuo por las demandas de la organización formal e infor-

mal, lo cual puede ser analizado bajo los conceptos de "status" y "rol" aplicados a las expectativas del individuo dentro del sistema.

- e) Finalmente otra componente importante del sistema es la **localización física** en la que se realiza el trabajo, lo cual significa que el trabajo no puede ser efectivamente organizado a menos que las características psicológicas, sociales y fisiológicas de las personas participantes, sean consideradas en el diseño de su ambiente de trabajo.

Los componentes mencionados anteriormente están, en una organización, en estado de interacción permanente, lo cual hace dinámica la entidad y la enmarca dentro del concepto de sistemas.

Los teóricos de la organización moderna señalan tres procesos que permiten la interacción, a saber:

- Comunicación
- Balance o equilibrio dinámico.
- Toma de decisiones.

Los anteriores procesos son esenciales para la administración, sin los cuales no es posible realizar funciones importantes como la planificación y la gestión.

### 2. La comunicación

La comunicación es tal vez el proceso más importante, y se define como el flujo de **información** entre los elementos de un sistema administrativo que permite la existencia de todos los demás procesos y, sin el cual, la acción común no podría realizarse.

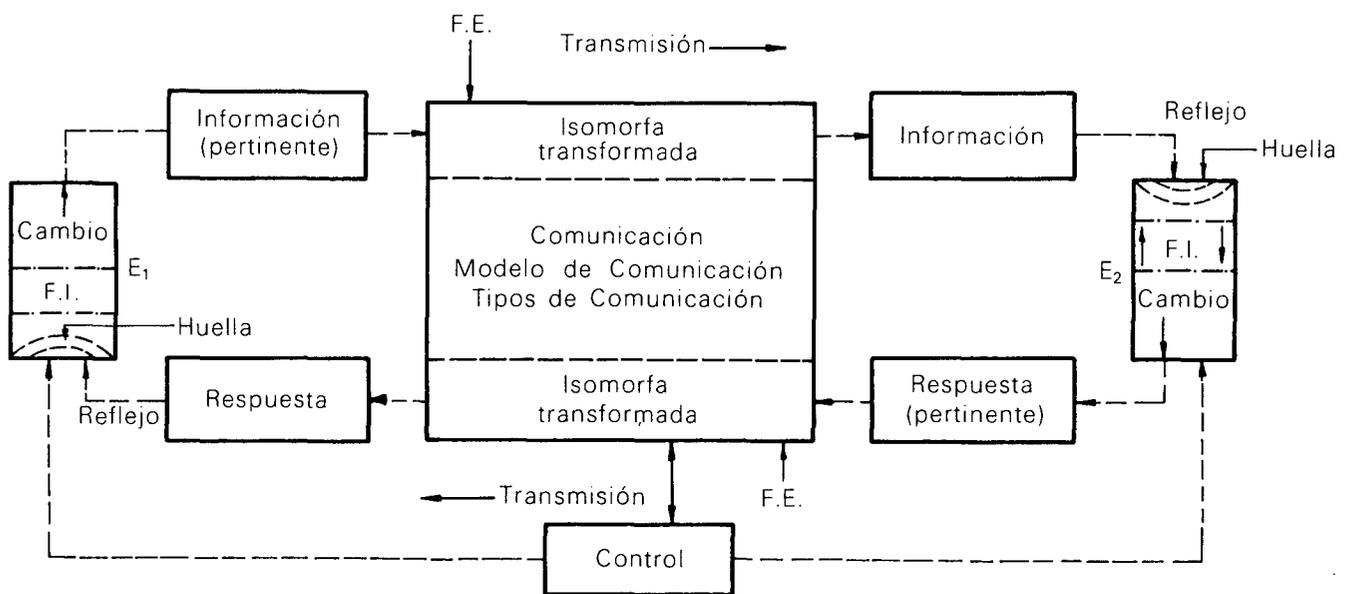
La comunicación actúa no sólo como estímulo para la acción, sino como mecanismo de **control y de coordinación** que permite la reunión de los centros de decisión del sistema dentro de un sistema sincronizado.

Las organizaciones están compuestas de las partes mencionadas anteriormente, las que se comunican unas con otras; reciben y mandan mensajes desde el ambiente; almacenan y recuperan **información**.

La interacción es una de las condiciones primordiales de la transmisión y transformación de la información. En el proceso de interacción es donde transcurre el intercambio de información.

### 3. El balance

Es necesario considerar también el proceso de balance, el cual se refiere a un mecanismo de equilibrio mediante el cual las diferentes partes del sistema se mantienen en un relación armoniosamente estructurada unas con otras. No es posible concebir una interrelación ordenada entre las partes de un sistema sin introducir el



$E_1$ ,  $E_2$ : Elementos o sistemas de interacción.  
 F.E.: Factores externos.  
 F.I.: Factores internos.

FIGURA 3. Proceso de interacción activo.

concepto de estabilización o equilibrio. Este concepto se estudiará más adelante.

#### 4. Modelo de comunicación

Los procesos de comunicación y de balance implican la existencia de mecanismos de retroalimentación y de control. Todo lo anterior es considerado dentro de una nueva ciencia llamada **Cibernética**, la cual estudia y analiza los procesos anteriores.

Por tanto, para establecer un modelo de comunicación se necesita conocer:

- Los componentes básicos del sistema y sus funciones para su autorregulación.
- La vinculación entre la comunicación y el control, que interviene durante la fase de las operaciones de gestión.

El acto central de la comunicación es la transmisión de un mensaje y su recepción por el destinatario. Esto implica que el mensaje debe ser recibido y su significado corresponder al que le quiso dar el remitente.

El **proceso de interacción activo** en el modelo de comunicación que se muestra en la Figura 3, se compone básicamente de:

- Los elementos o sistemas en estado de interacción  $E_1$  y  $E_2$ .
- El sistema de comunicación (modelos y tipos de comunicación).
- El control.
- Los factores internos y externos (FI y FE) que

actúan sobre los componentes principales del proceso.

Cualquier mensaje del elemento  $E_1$  es traducido a uno de los diferentes modelos de información que alimenta el sistema de transmisión, el cual capta la información por medio del modelo de comunicación existente y la envía al elemento  $E_2$ , que la recibe o refleja hacia otro elemento. Si la información es captada por  $E_2$ , deja una huella que ejerce influencia en las interacciones subsiguientes, y las fuerzas internas actúan ocasionando un cambio, el cual se traduce en una respuesta hacia el elemento  $E_1$ , a través del sistema de comunicación existente. El mensaje (respuesta) es recibido por  $E_1$  el que puede ser captado (dejando huella) o reflejado. El reflejo es el resultado de la interacción de dos sistemas, uno de ellos condiciona causalmente al otro.

Externamente están actuando también fuerzas o factores condicionantes, así como el mecanismo de control del sistema de comunicación. Por esa razón, la información no siempre es isomorfa, sino transformada, y el grado de adecuación puede ser diferente.

El control caracteriza a cualquier sistema autorregulado. El control involucra la comunicación de la información, entendiéndose aquí como un mensaje o dato capaz de influir en el comportamiento de otro elemento.

#### 5. Toma de decisiones

Finalmente el otro proceso de interacción es la toma de decisiones que pueden ser el resultado de una interacción entre las actitudes de los

individuos y las demandas de la organización. La toma de decisiones equivale a determinar las acciones presentes y futuras en el sistema administrativo.

**Metodología de análisis de un sistema**

**1. Macrocomponentes**

Los sistemas administrativos pueden concebirse compuestos por los siguientes macrocomponentes generales (Figura 4).

- Insumos
- Resultados o productos.
- Procesador (incluido el control).
- Mecanismo de retroalimentación (evaluación)
- Factores condicionantes (externos e internos)

Hay que distinguir entre componentes generales y elementos. Estos últimos son las partes que concretamente corresponden a determinado sistema. Los elementos de un sistema pueden ser de distinto tipo que los pertenecientes a otro sistema.

Un componente es una entidad en la que cabe agrupar y organizar ciertos elementos de un sistema.

Desde el punto de vista del comportamiento el sistema es una "Caja negra" caracterizada por un determinado número de insumos, resultados o productos. El adecuado conocimiento de un

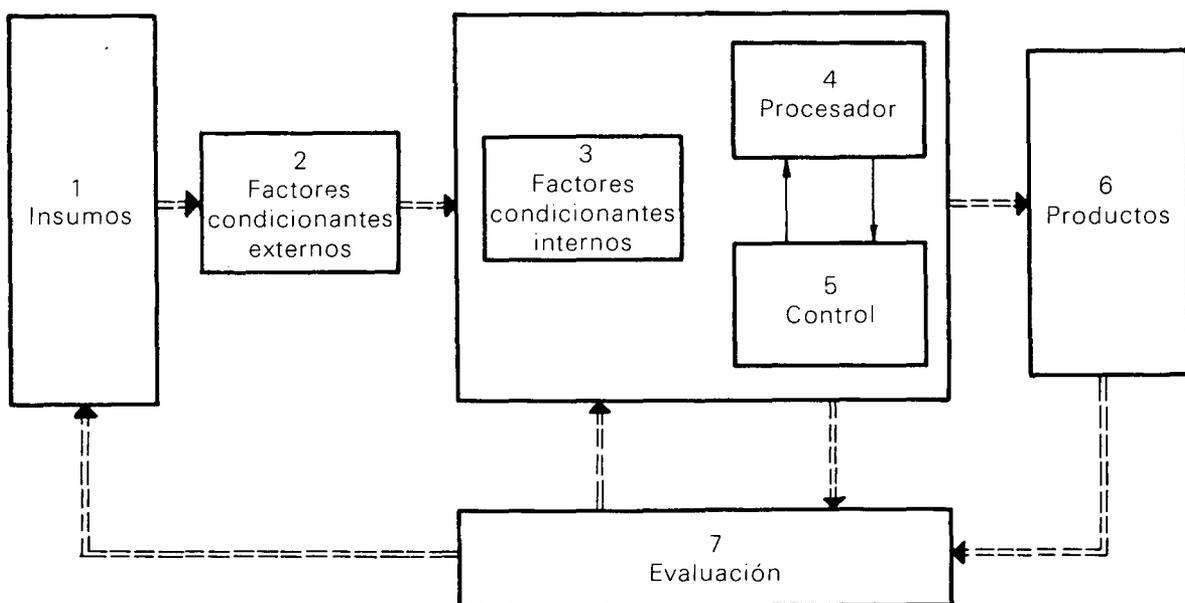
sistema requiere, además del análisis de su comportamiento, un análisis estructural y funcional.

Fundamentalmente, un modelo de autorregulación requiere hacer una distinción de tipo funcional entre la percepción, la toma de decisiones y la acción. Por medio de los elementos de percepción, el sistema recibe los **insumos** que se requieren para ser transformados por medio del **procesador**. En éste, una unidad de selección estudia la información y hace la selección (toma de decisiones) de las diferentes respuestas que son correspondientes con los **productos** que se desean obtener y, en tercer término, se procede a la gestión (acción) para producir **resultados**.

1. Insumos: los insumos de un sistema son los elementos que el sistema transforma en resultados o productos. Estos insumos se clasifican en grupos estructurales que permiten su estudio y análisis (p. ej. planes y programas; recursos; organización y administración; tecnologías). Los insumos establecen relaciones hacia el sistema, provenientes del exterior.

2. Los productos o resultados: implica la obtención de objetivos y metas asignadas al sistema y pueden representarse por la producción de bienes y servicios así como por efectos y consecuencias de aquellos que contribuyen a la finalidad del sistema.

Modulos de Agrupación



- (1), (2), (3), (4) y (5)
- Planes y programas.
  - Recursos.
  - Organización y administración.
  - Tecnología

- (7)
- Programática.
  - Operativa.
  - Estado de equilibrio dinámico del sistema.

- (6)
- Inmediatos (directos)
  - A mediano plazo (intermedios)
  - A largo plazo (finales).

**FIGURA 4. Macrocomponentes generales de un sistema**

Los productos son relaciones provenientes del sistema y pueden **convertirse en insumos** para otro sistema con el que interactúe. Los productos también deben agruparse por conveniencia (inmediatos, a mediano plazo y a largo plazo).

3. El procesador: es el mecanismo que transforma en resultados la materia prima (insumos) en cumplimiento de los objetivos y metas del sistema. En el procesador se desarrollan interacciones entre sus grupos estructurales (planes y programas; recursos; organización y administración; y tecnología) para convertir, total o parcialmente, los insumos en productos.

Dentro del procesador se cumplen "Funciones sistémicas" que implican interacción.

4. El control: para que el sistema pueda funcionar se necesita el componente que **evalúe la información, estudie las alternativas, analice y tome las decisiones**.

Este se denomina el "Control" del sistema y constituye su cerebro, estando por consiguiente, en permanente interacción con el procesador para lo cual se facilita su gestión agrupando los elementos en iguales categorías (planes y programas; recursos; organización y administración y tecnología). El control ejerce por consiguiente funciones sistémicas reguladoras que sirven para organizar, dirigir, evaluar, fijar normas y procedimientos, planificar, etc., y tomar medidas de ajuste y corrección con base en la información suministrada por la aplicación del proceso **evaluación**.

5. Evaluación y retroalimentación: la componente evaluación permite realizar la valoración analítica periférica del funcionamiento global del sistema.

La evaluación es un proceso continuo encaminado a corregir y mejorar todas las acciones del sistema mediante el estudio de su **planificación programática y operativa y del estado de equilibrio dinámico del sistema**.

La evaluación utiliza indicadores, parámetros y criterios para hacer la valoración correspondiente y retroalimentar el sistema. El sistema aprende de su propia experiencia.

Los componentes principales de la evaluación son:

- a) Pertenencia.
- b) Progreso.
- c) Eficiencia.
- d) Eficacia.
- e) Efectos.

Como tipos de evaluación se pueden citar:

- a) De la hipótesis de intervención.
- b) De los planes y programas.
- c) De las técnicas utilizadas.

- d) De los medios utilizados.
- e) De la gestión administrativa.
- f) De la ejecución.
- g) De los resultados.
- h) Del rendimiento.
- i) De la eficacia.

La evaluación es el acopio, el análisis y la interpretación, con carácter sistémico, de la información que se requiere para identificar las opciones que se ofrecen y entre las cuales habrá que elegir.

La evaluación es un proceso continuo que sirve de **base informativa para tomar decisiones**.

6. Factores condicionantes: en la práctica y dada su complejidad, no existen sistemas en perfecto estado de funcionamiento tanto interno como en relación con su ambiente. Es decir, que en cada uno de sus macrocomponentes pueden existir desequilibrios que hacen necesario introducir el concepto de balance o estabilización en el sistema.

Indudablemente existen fuerzas externas, naturales o artificiales; condiciones; estados; situaciones; procesos; etc., dentro del ambiente, que influyen de manera **positiva o negativa** en el sistema, especialmente sobre los insumos en cuanto a su **oportunidad y adecuación**.

Internamente, en el sistema existen fuerzas endógenas que, o bien limitan el grado en que el sistema puede responder a los cambios que su "cerebro" desea, o bien plantean exigencias que han de atenderse. Estas fuerzas, internas y externas, se conocen o identifican como "Factores condicionantes", los cuales son necesarios y convenientes, identificar, medir su influencia en el sistema, cambiar su condición desfavorable en favorable, o eliminarlos definitivamente.

En la medida en que los factores condicionantes, se identifiquen y adecúen al sistema, éste entrará en su fase de balance o de "equilibrio", haciendo cada vez más perfecto su funcionamiento y por consiguiente, eficiente en la obtención de los resultados. El sistema se dice que alcanza un "**estado constante**" o de **homeostasis**. Si no se puede mantener ese "estado constante", el sistema se descompone, se deteriora o perece.

## 2. Módulos de agrupación de macrocomponentes

Con el objeto de facilitar el análisis de un sistema a través de cada uno de sus componentes mayores desde su concepción macro hasta el nivel micro, se hace necesario establecer **a priori** algún sistema de agrupación de los elementos en módulos perfectamente definidos, y que comprendan, dada su complejidad, todas las actividades; factores físicos, químicos, biológicos, sociales, económicos, culturales, métodos, técnicas, recursos, etc., que se requieren, desde su calidad

de insumos hasta su conversión en productos terminados, metas, resultados o efectos. Así mismo se facilitará el proceso de evaluación, retroalimentación y balance del sistema total.

Teniendo en cuenta que el análisis de problemas lleva a la identificación de las relaciones de causa-efecto, al establecimiento de metas y objetivos; a la formulación de estrategias e hipótesis de intervención; y a la formulación de acciones, todo lo cual está comprendido en un proceso de planificación racionalizado, es lo más conveniente que un primer módulo de clasificación sea el de **planes** y por consiguiente de programas.

En términos de definición se puede decir que: **Plan (proyecto)** es el enunciado de las hipótesis, normas, objetivos, macroactividades, instrumentos y recursos requeridos para la obtención de uno o varios objetivos. Como corolario de esta definición se tiene que, para obtener esos objetivos se requiere contar con todo tipo de recursos (humanos, materiales, económicos, etc.) y que, para la solución de los problemas es necesario usar algún tipo de **tecnología**, o un conjunto de ellas.

Por otra parte, el desarrollo de las actividades en el tiempo y en el espacio y el uso ordenado de los recursos y de tecnologías apropiadas, exigen, en primer término, que la planificación operativa se apoye en un sistema bien estructurado de relaciones interpersonales que se define como la **organización**, y que las diferentes fases de la planificación para la solución de problemas se definan en una serie encadenada de subprocesos que partan de lo general y conjetural hacia lo específico y determinado, que se conoce como el proceso **Administrativo**.

En consecuencia, se adoptan los siguientes módulos de agrupación (Figura 4) para los macrocomponentes denominados **insumos, procesador, control y factores condicionantes**, a saber:

- a) Planes y programas.
- b) Recursos.
- c) Organización y administración.
- d) Tecnología.

Para los **resultados o productos**, se sigue la clasificación usada universalmente, a saber:

- e) Inmediatos o directos.
- f) A corto plazo o efectos intermedios.
- g) A largo plazo o efectos finales.

Para el proceso de **evaluación** se utiliza la misma modulación establecida para el proceso de planificación, o sea:

- h) Evaluación programática.
- i) Evaluación operativa.

En la evaluación programática se analizarán: las

hipótesis usadas para la planificación; la participación de la comunidad; las tecnologías propuestas y los planes y programas formulados.

En la operativa, se evaluará: la ejecución; los resultados obtenidos, el rendimiento; la gestión administrativa; la eficacia; los recursos utilizados; la organización y la tecnología aplicada.

### **Aplicación del enfoque sistémico a las actividades del subsector agua potable y alcantarillado**

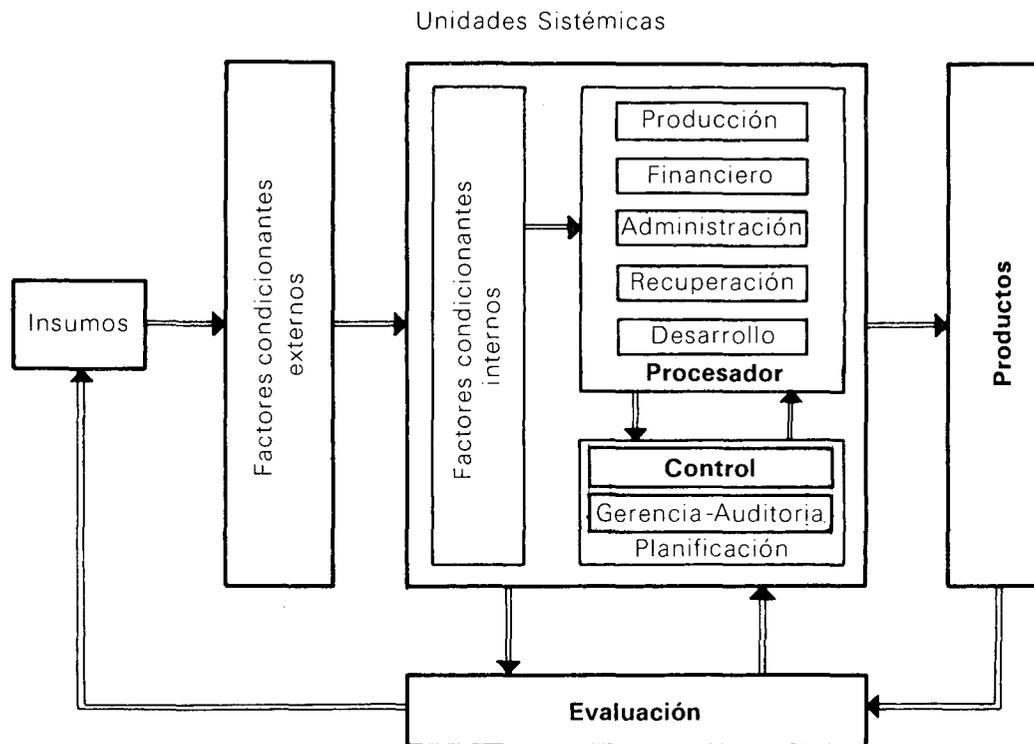
En los países en vías de desarrollo se comprende cada vez más, la estrecha interdependencia entre el avance socio-económico y el mejoramiento del nivel de salud de la población. En consecuencia, se concede un alto grado de importancia a los planes de mejoramiento de la higiene del medio y de protección de la ecología, dentro de los cuales se destacan el relacionado con el suministro de agua potable para consumo humano en cantidad y calidad, y la conveniente y adecuada disposición de las excretas. Lo anterior se considera una infraestructura básica para mejorar el nivel de vida, proteger la salud y apoyar el desarrollo de las comunidades.

La experiencia ha demostrado que para poder planificar, organizar y desarrollar programas efectivos de intervención, se requiere tener una conceptualización bien clara y definida de todos los problemas que se presentan en el medio ambiente, y de sus relaciones con el bienestar del hombre.

Por la gran variedad de los problemas y por el carácter multidisciplinario de las tecnologías que intervienen en su solución, es necesario abordarlos desde el punto de vista sectorial e intersectorial, así como estudiarlos y analizarlos en conjunto e integralmente como un **todo**, y no en forma fragmentaria o aislada como generalmente se realiza.

Para el análisis de la problemática del Sector Agua Potable y Saneamiento, y el diseño de las posibles soluciones, se necesita considerar al Sector, como un todo compuesto de partes interrelacionadas e interdependientes tanto internamente como con el medio ambiente. En el Sector se realizan actividades multidisciplinarias, que hacen a veces difícil la solución de los problemas por el poco o ningún estado de acción recíproca entre sus partes. Existe la creencia de que las actividades de ingeniería poca relación tienen con las de contabilidad, y ésta con las de planificación y así sucesivamente. No se cuenta con un lenguaje común que facilite la comunicación entre las diferentes disciplinas y entre los diferentes niveles.

Por otra parte, la interacción entre la Institución y la Comunidad es poca o insuficiente. La necesi-



**FIGURA 5. Macrosistema subsector A.P.A.**

dad de colocar un sistema de agua potable y alcantarillado en una posición de autosuficiencia económica, conlleva la adopción de un mecanismo (político), que permita la mayor vinculación y participación posible de los usuarios a la Institución.

Para efectos de estructuración y función organizacional, la aplicación del enfoque sistémico permite agrupar en forma lógica y ordenada las ciencias, tecnologías, artes y normas utilizadas en el ejercicio de las actividades del Sector a través de sus funciones sistémicas de producción (de servicios y bienes), de paraproducción (operación, mantenimiento, tecnología, etc.) y reguladoras (planificación, organización, dirección y control).

La misma agrupación del Sector a nivel central se refleja regional y localmente, lo cual permite y facilita su análisis y síntesis para la solución de los problemas. La diferencia estriba en relación a la importancia de los sistemas.

Un estudio a fondo de todas las macroactividades del Sector agua potable y saneamiento permite definir con bastante aproximación, las unidades sistémicas reseñadas en la Figura 5.

### 1. Sistema de planificación

La planificación es el proceso ordenado de definición de un problema mediante análisis: identificando las necesidades y demandas no satisfechas que constituyen el problema; fijando metas realistas y viables; estableciendo priorida-

des; calculando los recursos; formulando planes y programas; organizando las acciones y haciendo uso de tecnología apropiada.

La planificación estará conformada por la planificación "programática" y por la planificación "operativa".

### 2. Sistema de producción.

En este sistema se originan los productos directos del sector, y constituyen su columna vertebral: suministro de agua potable y alcantarillado y mejoramiento y conservación del medio ambiente.

El sistema de producción está conformado por los subsistemas de: diseño, construcción, y operación y mantenimiento. El éxito del sistema radica en considerarlos todos en conjunto y en establecer correctamente sus interacciones e interdependencias. Por lo general, esto no sucede en las Instituciones de agua potable y alcantarillado, lo que se traduce en servicios deficientes, costosos y de corta duración.

### 3. Sistema financiero.

Los productos de éste sistema se relacionan con: la formación y ejecución de presupuestos; la adaptación de metodologías y normas para la preparación de estados financieros; la información contable; el financiamiento de los bienes y servicios; la rentabilidad de las inversiones; los créditos internos y externos, etc. A través del sistema se manejan los presupuestos por pro-

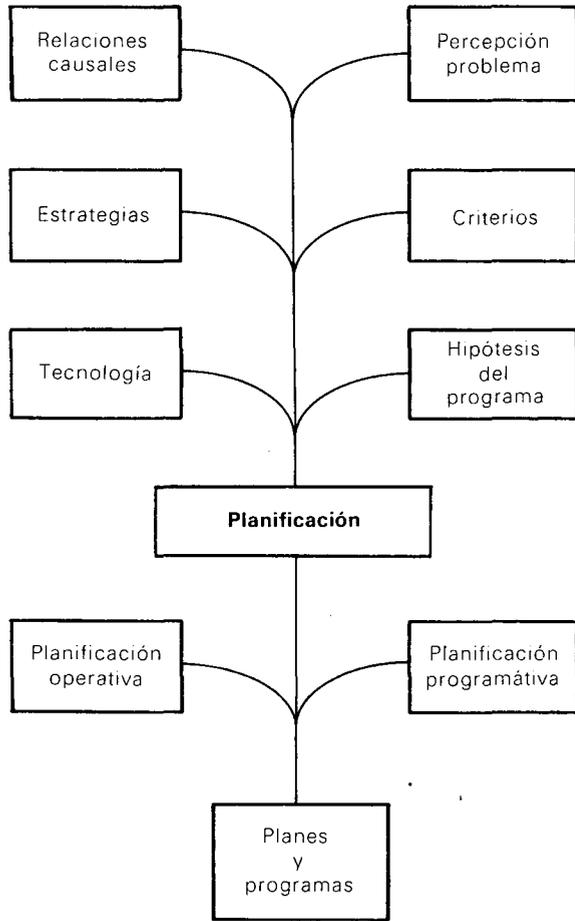


FIGURA 6. Conceptos básicos para la planificación

gramas de todos los otros sistemas del sector; se evaluarán los planes y programas con base en los indicadores de costo-beneficio; costos normalizados mínimos; costos operativos, etc., y se fijarán prioridades de inversión según la capacidad socio-económica de las comunidades.

**4. Sistema de recuperación.**

Por intermedio de este sistema se sustentan y aplican las políticas, criterios, normas y procedimientos tendientes a conseguir la autosuficiencia económica de los bienes y servicios obtenidos por intermedio del sistema de producción y, a la recuperación de las inversiones, especialmente las provenientes de créditos internos y externos. Se apoya en políticas tarifarias sociales o de rentabilidad, y en un adecuado control de los consumos.

**5. Sistema de administración**

Se define la administración como un proceso en el que se aúnan sistemáticamente los conocimientos, las energías y las estructuras sociales para conseguir las metas propuestas. Para ésto realiza dos funciones sistémicas importantes: **Planificación y Gestión.**

El proceso administrativo puede considerarse también como una serie de subprocesos encadenados, que parten de lo general y conjetural hacia lo específico y determinado. Se identifican también dos fases principales: análisis del problema y de la solución, y plan de acción.

A nivel central, se refiere a las actividades necesarias para la preparación y ejecución de los programas que respondan a las políticas, estrategias, metas y objetivos adoptados en el

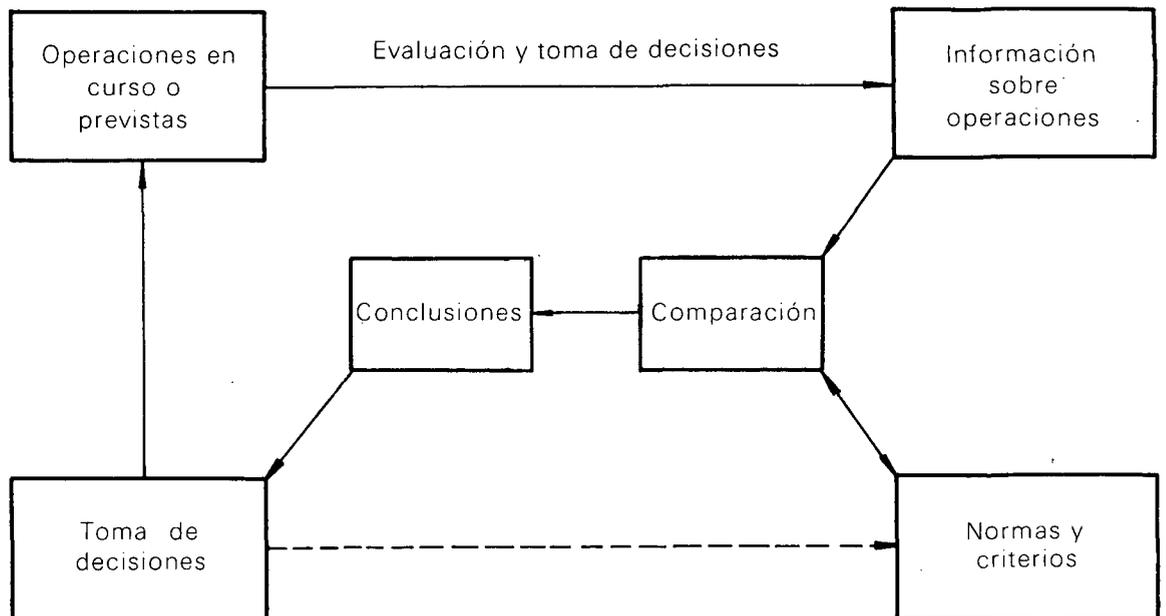


FIGURA 7. Sistema de Gerencia

proceso de planificación y provea además, el apoyo y organización necesarios para su ejecución.

A nivel regional apoya y supervisa el cumplimiento de dichos programas. A nivel local se reflejan las funciones sistémicas de los niveles anteriores, dependiendo de la magnitud y complejidad del sistema de agua potable y alcantarillado de que se trate.

## 6. Sistema de gerencia y auditoría

La esencia de una organización eficaz es asignar autonomía a los elementos pertinentes del sistema para tomar decisiones requeridas para su funcionamiento normal, con base en políticas, normas y programas. La dirección o gerencia es una de las funciones más complejas en una organización, siendo su función más importante la de "Toma de decisiones", y la cual incumbe al "Órgano ejecutivo" o funcionarios del más alto nivel en la jerarquía de la organización.

Para una efectiva gerencia se requiere contar con otros procesos básicos como son la comunicación y la evaluación. Una efectiva comunicación entre los diversos componentes del Sector y, la permanente evaluación de sus actividades, permitirán la realización de las actividades contempladas en la planificación operativa. La evaluación de ésta, junto con la de la planificación programática, permitirá la toma de decisiones efectiva y oportunamente.

Dentro de la concepción sistémica de la organización, se ha localizado a nivel de gerencia, la función de auditoría, por ser un "Control" de los recursos económicos-financieros de la institución, sin que esto signifique que debe ser realizada por la dirección, pero si por una unidad a apoyo de ésta, como es la auditoría.

## 7. Sistema de desarrollo

Una institución de agua potable y alcantarillado es una organización eminentemente técnica y la tecnología es uno de los factores determinantes en todo proceso de desarrollo. Para alcanzar resultados positivos en su desempeño profesional, el ingeniero debe emplear métodos científicos de análisis y de síntesis, así como aplicar tecnología moderna por cuanto la creatividad, base para el desarrollo y la autorrealización del hombre (cuerpo social de la organización), está unido con el análisis científico y la toma de decisiones para acometer la solución de problemas, desarrollar los recursos y producir obras y servicios.

Además del aspecto sanitario del agua dirigido a la conservación y mejoramiento de la salud del hombre, el agua potable es importante para el desarrollo socioeconómico de las comunidades

y de los países. Este desarrollo trae normalmente como consecuencia el mejoramiento del nivel de vida, el que a su vez tiende a elevar el nivel cultural de la gente. Los servicios de agua, como empresas, aumentan el producto nacional; incrementan la edad productiva del hombre, por la prevención de enfermedades; liberan energías y son materia prima para un gran número de procesos industriales.

Internamente en la organización, por ser ésta de carácter dinámico, desarrolla tecnología apropiada en todos los campos de su actividad; consolida su infraestructura organizacional, financiera, administrativa y social; desarrolla sus recursos humanos y busca parámetros óptimos de eficiencia y eficacia en los procesos operativos. Este es un sistema al que poca o ninguna atención se le presta en el sector público, pero que sí es vital en el sector privado.

## Metodología de programación de actividades

El proceso de planificación exige la preparación detallada y ordenada de planes, programas, subprogramas y actividades, con la adecuada asignación de recursos y responsabilidades.

La preparación de planes y programas de intervención debe realizarse sobre la base de un conocimiento y análisis integral de los problemas para poder establecer las interrelaciones que existen entre causa y efecto, y formular objetivos y metas, así como estrategias factibles para la reducción o eliminación de los problemas.

En un proceso racionalizado de planificación, el análisis de la problemática lleva a la identificación, al establecimiento y a la especificación de los objetivos y metas del programa de intervención, los cuales no son simplemente resultados finales que se pretenden conseguir, sino más bien una multiplicidad de situaciones que se deben alcanzar como primer paso (metas) para el logro de los verdaderos fines del programa.

En su fase programática, a continuación se relacionan los componentes más importantes del **plan (proyecto)** de un programa:

- a) La edificación detallada del problema y de las relaciones causa-efecto.
- b) La especificación de los objetivos y metas cuantificadas para la solución del o los problemas.
- c) Los criterios de selección de las estrategias que se adopten.
- d) El enunciado de la hipótesis del programa de intervención.
- e) Los detalles de las estrategias seleccionadas para la obtención de las metas y objetivos.
- f) Las normas y criterios técnicos, esenciales para la evaluación y el control del programa.

- g) Los factores condicionantes identificados.
- h) Las interrelaciones establecidas.
- i) Los instrumentos, tecnologías y recursos para la obtención de los objetivos.
- j) La organización prevista.

### 1. Planes específicos

En la planificación de la gestión (fase operativa), se determina cómo se va a efectuar el o los programas.

En esta fase se formulan los planes de ejecución (**planes específicos**) que reúnen los programas afines y que se interrelacionan para la obtención de objetivos definidos. Su preparación requiere de una cuidadosa labor de análisis y de síntesis por cuanto se trata de identificar (especificar) dentro del "Todo" y dentro de cada sistema y subsistema, aquellas macroactividades que, en acción recíproca, permitan la consecución de objetivos.

### 2. Programas

Continuado del nivel general o "macro" al detallado o "micro" a fin de poder identificar con mayor precisión las acciones, los recursos, las estructuras y la tecnología, así como para ir asignando responsabilidades en unidades de ejecución y en personas, el siguiente módulo de agrupación de macroactividades, es el de "**Programas**".

Un **Programa** se define como un conjunto sistémico organizado de intervenciones que exigen la movilización de recursos bien definidos y que se establecen para alcanzar un objetivo en un **tiempo determinado**.

Como se dijo anteriormente, la preparación de planes y programas se debe basar sobre el reconocimiento y análisis integral de los problemas para poder definir bien la interacción o relación entre causa y efecto y entre los diferentes elementos constitutivos del sistema.

### 3. Subprogramas

En la siguiente fase de la escala es conveniente y necesaria la formulación de planes operativos más específicos: estos se identifican como **los subprogramas**.

Un **Subprograma** es por tanto un conjunto organizado de **actividades afines e interrelacionadas** que se ejecutan para obtener un **producto integrado, específico, definido y completo**, en un tiempo determinado. Obsérvese que solamente hasta este nivel de detalle, se hace uso de la palabra actividad, como tal, y el producto está más calificado.

El conjunto de subprogramas con interacción, conforma un programa.

### 4. Actividades

Finalmente, a nivel micro, se encuentra la **Actividad**, la cual se define como la ejecución de un trabajo o conjunto de tareas, en tiempo, y espacio, que da como resultado la obtención de un producto, o parte de él, necesario o requerido, directa o indirectamente, para el logro de un producto integrado, para los propósitos del proyecto y la ejecución de una o más estrategias.

La actividad debe responder a las preguntas:

- ¿Qué se va a hacer?
- ¿Quién lo va a hacer?
- ¿Cuándo se va a hacer?
- ¿Dónde se va a hacer?
- ¿Cómo se va a hacer?

De ser necesario, **para un mejor control y evaluación del trabajo**, podría llegar a detallarse la **tarea**, a base de formularios bien diseñados.

La anterior forma de agrupación y la definición de sus componentes pueden diferir en la literatura administrativa, pero lo importante es establecer un ordenamiento racional de agrupación de elementos para poder planificar la gestión, hacer su evaluación y control y tomar las decisiones correspondientes.

La metodología enunciada debe complementarse con la preparación de "procedimientos" y éstos a su vez agruparlos en "manuales de operación". Así mismo, para el control y evaluación en los diferentes niveles, se requiere el establecimiento de un bien estructurado "sistema de información". La información ha de estar normalizada, resumida, organizada y utilizada de manera que se reduzcan las posibilidades de pérdida y deformación. La información es la materia prima con la que trabajan el planificador y el administrador y es básica para una eficiente comunicación la cual, a su vez, es el principal mecanismo para el establecimiento de las interacciones entre los elementos de un sistema.

### Ventajas de la aplicación del enfoque sistémico

1. Permite el estudio y análisis global y en detalle así como su modulación, de actividades, procesos y acciones y, la identificación de todos sus componentes, variables, mecanismos de dependencia, interrelación y acción recíproca.
2. En una organización, permite su análisis en forma integral y, la de cada uno de los macrocomponentes, facilitando así el estudio de su estructura y función organizacional.
3. Permite al planificador-administrador analizar sistemáticamente los elementos de un problema; establecer las relaciones causa-efecto; formular estrategias convenientes

para la solución de los problemas; identificar deficiencias actuales y futuras; seleccionar tecnología, etc., a fin de realizar una adecuada planificación programática.

Permite, así mismo, una ordenada y racional planificación de la gestión, con sus mecanismos de control y evaluación, necesarios para la toma de decisiones, que conduzcan a un equilibrio dinámico de la organización.

4. Facilita el proceso de comunicación entre personas y dependencias, y establece una terminología clara, sencilla y apropiada.
5. Facilita y acelera la coordinación de esfuerzos, recursos, tecnologías y acciones, para lograr alta eficiencia y eficacia en la solución de los problemas.
6. Permite planificar procesos de transición entre situaciones existentes y condiciones futuras deseadas sin crear traumatismos o resistencias al cambio.
7. Permite desarrollar las actividades con mayor precisión y amplitud.
8. Facilita la definición y asignación de responsabilidades a todo nivel y permite así desarrollar políticas de descentralización y desconcentración.
9. Proporciona una metodología más flexible para el manejo de la información.
10. Permite descubrir, analizar y debatir las índoles de las cosas en pocos términos generales.
11. El enfoque sistémico permite tomar decisiones racionales para el diseño, selección y operación de un Sistema. Idealmente, el análisis busca una identificación clara del mejor Sistema, conjuntamente con la manera más eficiente de operarlo. Permite el proceso de optimización de acciones y resultados.

## REFERENCIAS

1. Schaffer Morris: Administración de Programas de Higiene del Medio. Cuadernos de Salud Pública No. 59. OMS, Ginebra, 1975.
2. Schoderbek Peter P.: Management Systems. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1971.
3. Triviño Jorge E.: Conceptos Básicos y Estrategias para el Desarrollo Continuo e Integral de los Recursos Humanos del Sector Agua Potable y Alcantarillado. Primer Congreso Mundial de Educación continua para Ingenieros. México D.F., 1979.
4. O.M.S.: Evaluación de Programas de Higiene del Medio. Serie Informes Técnicos No. 528. Ginebra, 1973.
5. Kazmier Leonard J.: Principles of Management. Mc. Graw-Hill Book Company, New York, 1969.
6. Correal Hernando y cols.: Plan Básico de Acción para Institucionalizar el Desarrollo Integral del Subsector Agua Potable y Alcantarillado de México, D.F., 1978.
7. Triviño Jorge E.: Proceso de Interacción Activo. México, 1979.