

R, AFAEL ANGEL BOLAÑOS ESCOBAR

*Consideraciones generales sobre el
diseño y la ejecución de sistemas
de abastecimiento de agua potable*

R
08
T(728)
c. 2

Guatemala, septiembre de 1970

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, Centro América

**CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL DISEÑO Y
LA EJECUCION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE**

TESIS

Presentada a la Junta Directiva
de la
Facultad de Ingeniería
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

por

RAFAEL ANGEL BOLAÑOS E.

Al conferírsele el título de

INGENIERO CIVIL

Guatemala, Septiembre de 1970

**TESIS DE REFERENCIA
NO
SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
CENTRAL-USAC.**

DL
08
T(15)C

JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano:	Ing. Mauricio Castillo C.
Vocal Primero:	Ing. Marco Antonio Cuevas
Vocal Segundo:	Ing. Rodolfo González M.
Vocal Tercero:	Ing. Adolfo Behrens M.
Vocal Cuarto:	Br. Alfredo Bonatti
Vocal Quinto:	Br. Eliseo Osorio R.
Secretario:	Ing. Héctor Centeno B.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Amando Vides Tobar
Examinador:	Ing. Joaquín Lottmann E.
Examinador:	Ing. Rodolfo González M.
Examinador:	Ing. Carlos Marroquín Z.
Secretario:	Ing. Héctor Centeno B.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala establece, presento a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado:

**CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL DISEÑO Y
LA EJECUCION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE**

tema que me fue asignado por la Junta Directiva de la

Facultad de Ingeniería

RECONOCIMIENTO:

Quiero dejar patentizado mi agradecimiento a través de estas breves líneas, a todas las personas que con su generosa y espontánea colaboración hicieron posible la realización de este trabajo; en especial al Ingeniero Francisco Campos Q. quien me brindó toda su cooperación y amplia experiencia en la asesoría de esta Tesis.

DEDICO ESTE ACTO:

A la memoria de:

Vicenta de Bolaños

A mi padre:

Augusto Bolaños Figueroa

A mi esposa:

Flora Luz Ortiz de Bolaños

A mis hijitos:

**Rafael Angel, María Isabel
Luis Augusto, Flora Luz**

A mi tía:

Isabel Bolaños Figueroa

A mi suegro:

Luis Alfredo Ortiz Peralta

A mis hermanos:

**Irma, Florida, Alma,
José Augusto, Milton Rodolfo
Víctor Manuel**

A mis familiares y amigos

A la Facultad de Ingeniería

**Al Departamento de Acueductos y Alcantarillados de la
Dirección General de Obras Públicas**

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION.....	1
II. GENERALIDADES.....	3
III. DISEÑO.....	5
3.1. Estudio Económico.....	5
3.1.1. Necesidad de Elaborar los Estu- dios Económicos.....	7
3.1.2. Necesidad de Elaborar Antepro- yectos.....	8
3.2. Estudio de la Población.....	9
3.3. Estudio de las Demandas de Agua.....	10
3.4. Estudios Hidrológicos.....	12
3.5. Estudios de Campo.....	14
3.5.1. Fuente de Abastecimiento.....	15
3.5.2. Línea de Conducción.....	16
3.5.3. Condiciones del Subsuelo.....	17
3.5.4. Levantamientos Topográficos.....	18
3.6. Estudio de la Obra Civil.....	20
3.6.1. Fuga de Divisas.....	21

	Página
3.6.2. Mal Aprovechamiento de los Ma <u>teriales</u> del Lugar.....	22
3.6.3. Mano de Obra.....	22
3.7. Estudio del Presupuesto.....	24
3.8. Formas de Financiamiento.....	26
3.8.1. Contribución Financiera del Esta <u>do</u>	27
3.8.2. Contribución Financiera Externa	29
IV. EJECUCION.....	31
4.1. Generalidades.....	31
4.2. Formas de Construcción.....	31
4.2.1. Por Administración Directa.....	32
4.2.2. Por Contrato.....	33
4.3. Requisitos Básicos para la Ejecución.....	33
4.3.1. Experiencia.....	33
4.3.2. Conocimiento de Métodos y Nor <u>mas</u> de Construcción.....	35
4.3.3. Comunicación entre Diseñadores y Constructores.....	36

	Página
4.4. Supervisión.....	37
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. RECOMENDACIONES.....	45
BIBLIOGRAFIA.....	51

I. INTRODUCCION

El ideal que persigue toda obra de Ingeniería, es dotar al usuario de ésta, de una serie de servicios y beneficios que satisfagan en alto grado lo que se espera de ella; es por ello que para el Ingeniero encargado del diseño o de la ejecución será siempre una gran responsabilidad que la obra encargada a él, llene a cabalidad todos los requisitos y especificaciones que la técnica moderna pone a su alcance.

Como el punto bajo estudio es precisamente hacer un análisis comparativo entre el diseño y la ejecución de un sistema de abastecimiento de agua potable, es conveniente dejar claro que por lo general toda obra de Ingeniería de este tipo no es diseñada y ejecutada por una misma persona o entidad, razón por la cual, se espera que este estudio contribuya en parte a mejorar la relación existente entre el diseñador y el ejecutor de una obra de Ingeniería tan necesaria e indispensable para el desarrollo de la comunidad.

La suposición básica de una armonía entre el diseño y la ejecución, es lo que debe prevalecer en el criterio del Ingeniero o Ingenieros bajo cuya responsabilidad recae la construcción.

Se debe tener siempre presente que si al ejecutar una determinada obra, esta se ajusta en su totalidad al diseño y a las especificaciones propuestas —salvo en casos especiales— el éxito y la seguridad de estar prestando un servicio a la colectividad será la mejor recompensa que se ha de esperar.

Fundamentalmente este será el factor medular de este trabajo, porque consideramos que es una obligación de parte del sector profesional egresar con sentido de servicio y aceptar con responsabilidad la imagen que el pueblo se ha formado de él, dado que ha contribuido en gran parte a su formación, por medio del impuesto que llega al Estado y éste a su vez, propicia el funcionamiento de la máxima casa de estudios superiores, como lo es la Universidad de San Carlos de Guatemala; por lo tanto, debe ser una constante preocupación para el novel profesional superarse y contribuir en la disciplina que le corresponda, a la superación nacional.

II. GENERALIDADES

Vamos a tomar a grandes rasgos, la secuencia casi obligada que sigue una obra de Ingeniería como es, en nuestro caso especial, el de un proyecto de introducción de agua potable. Analizaremos en orden subsecuente primero, los pasos a dar para lograr un buen y cuidadoso diseño y luego en la etapa de construcción, trataremos de darnos una explicación racional del porqué en varios casos no se cumple con lo inicialmente propuesto.

Creemos que si logramos ubicar en forma analítica los puntos de conflicto por los cuales la ejecución dista de efectuarse como lo indica el diseño, podemos decir, que hemos dado un paso efectivo a la solución de un problema que ha estado latente durante mucho tiempo y que es necesario resolver en bien del desarrollo de la Ingeniería Sanitaria; como también para un mayor entendimiento entre las partes que forman el gran conjunto de oficinas o instituciones dedicadas a trabajar en el problema del agua; que no está por demás decirlo, es el agua un elemento necesario y vital para el desenvolvimiento y completo desarrollo evolutivo de los pueblos.

Analizando la aplicación general que se observa, del otorgamiento para la ejecución de las distintas obras sanitarias, o parte de ellas, en todas las dependencias que se preocupan de resolver este básico problema, vemos que entre el diseño y la ejecución, subsiste en potencia la interrogante medular de este trabajo, o sea que al otorgar la obra sanitaria bajo contrato, o por administración, surge una serie de problemas a los cuales trataremos de encontrarles solución.

Estamos seguros de la buena intención con que trabajan todas las oficinas dedicadas a estudiar problemas de abastecimiento de agua, y es nuestra aspiración contribuir con un pequeño aporte para que la relación diseño-ejecución se convierta en un cercano futuro en un baluarte efectivo para la consolidación de la Ingeniería sanitaria del país, y señalar que nuestra intención se limita exclusivamente a indicar cuáles son a nuestro criterio las partes que se han de corregir.

En la parte final de este trabajo en lo que corresponde a las conclusiones y recomendaciones, daremos ciertas sugerencias que consideremos sean de algún provecho para ligar efectivamente el diseño con la ejecución. Al superar estas facetas creemos que se pueden integrar muchas poblaciones al desarrollo creciente que exige la vida actual, coadyuvando a descargar la macro-concentración que se observa en la capital de la república y que es rémora para la superación general de la nación.

III. DISEÑO

Entrando en materia, tenemos que resaltar la importancia básica que debe otorgársele al diseño de un proyecto de introducción de agua potable, esta primera etapa requiere de una serie de estudios y análisis que deben elaborarse en forma sumamente cuidadosa, para que la obra en mención llene a cabalidad lo que el consumidor espera de ella.

Dentro del campo de acción que abarca el diseño de una obra de este tipo, tenemos necesariamente que hacer estudios, tales como:

- Estudio Económico
- Estudio de Población
- Estudio de las Demandas de Agua
- Estudios de Campo
- Estudio de la Obra Civil
- Estudio del Presupuesto.

En el curso del presente trabajo, analizaremos cada uno de éstos, y mencionaremos la importancia que revisten para la futura ejecución del sistema.

3.1 Estudio Económico

El estudio de factibilidad económica de la población comprende el conocimiento de la capacidad tributaria del pueblo, de sus fuentes de ingreso, de sus egresos y de los recursos naturales aprovechables.

Es sabido que al estudio económico no se le da en nuestro medio la importancia que requiere. Una obra de introducción de agua potable, es relativamente costosa y la función del Ingeniero que va a diseñar es enmarcar su proyecto dentro de las limitantes económicas de la población. Debe agotar todos los recursos necesarios para establecer verdaderamente su potencial económico para no empezar sobre una base falsa y evitar de esa manera muchos problemas cuando la obra se esté ejecutando. Entre los problemas que pueden originarse, podemos mencionar:

1o.- El proyecto no se ejecuta como está diseñado, sino que se le introducen cambios no previstos anteriormente tratando de reducir su costo lo más posible; llegando en algunos casos a cambiar medularmente la concepción original.

2o.- El acueducto se construye como está diseñado, ya sea con la ayuda del estado o por medio de un préstamo otorgado por Instituciones encargadas de este tipo de servicio. En este último caso la obra se lleva a cabo bajo el concepto de que ha de ser autofinanciable y se fija un canon y un plazo para la cancelación de su deuda. La población al principio paga, pero a medida que avanza el tiempo empiezan a sentir oneroso dicho pago a su presupuesto familiar y la Municipalidad deja de percibir gradualmente los fondos necesarios para la cancelación de la deuda. Lo primero que sucede y que va directamente en contra del diseño de la obra, es que al no percibir fondos suficientes, la Municipalidad abandona el mantenimiento de ésta, cosa que repercute directamente en la calidad y servicio del abastecimiento, con detrimento aún mayor para la obra en cuestión.

Otro aspecto que hay que considerar y no con menor detenimiento, haciendo la salvedad de que se presenta en pocas ocasiones, es el caso de que la Municipalidad para cubrir la deuda que ha contraído, utiliza fondos que no es-

tán destinados precisamente para la cancelación del problema agua, dejando a un lado problemas también fundamentales para el desarrollo de una población, como son, escuelas, hospitales, parques, vías de comunicación, asfalto y todo tipo de infraestructura concebible.

Esto quiere decir que en el estudio económico que se haga de la población, siendo el agua un elemento vital y necesario para el desarrollo y supervivencia saludable e higiénica de una comunidad, no debe recargarse excesivamente su capacidad tributaria. Dado que son proyectos pagaderos en veinte o veinticinco años si se le incrementa mucho este renglón, se deja a las Municipalidades maniatadas para emprender otras obras de mejoramiento sumamente necesarias e indispensables.

3.1.1 Necesidad de elaborar los estudios económicos:

Hemos señalado dentro del campo del estudio económico, lo que es necesario e indispensable para poder determinar, sobre bases reales, los parámetros de cada proyecto. Esto es precisamente lo que no se hace, dando por resultado que se ha creado una gama enorme de problemas derivados exclusivamente del desconocimiento del factor económico de la población. Por eso el diseño del servicio de agua potable no se ajusta a la realidad, sino que en términos generales es un proyecto que podría adaptarse, bajo ciertas condiciones, a cualquier región que llene los requisitos básicos de población, dotación y clima, considerados en él.

Queremos señalar que los proyectos elaborados únicamente por el Estado a través de programas regulares, carecen absolutamente de estudios económicos, por lo que creemos que es una necesidad imperiosa que los organismos encargados, y que dentro de sus funciones potencialmente es

tá involucrada la solución de esta situación, se preocupen y proporcionen la facilidad de trabajar en forma más ordenada y técnica, porque de sobra está demostrado que el estudio económico debe anteceder a la realización de cualquier obra, no digamos a obras de tanta importancia como son los abastecimientos de agua potable.

Sin un estudio previo de factibilidad económica, no se puede llegar a resultados satisfactorios, porque siempre se tropezará con el espectro de la limitante económica que hará que muchas poblaciones urgidas de sistemas de abastecimiento de agua, se vean precisadas a esperar turno, hasta que el gobierno pueda hacer frente a los fuertes desembolsos que las obras en sí representan, y esto va en detrimento exclusivo de los moradores del lugar, que habrán de sufrir las consecuencias insalubres derivadas de esta espera en menoscabo de su vida y salud, pudiendo en muchos casos obviar esta penosa situación por medio de una colaboración conjunta.

3.1.2 Necesidad de elaborar anteproyectos

Dada la importancia y las características especiales que conlleva la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario e indispensable la elaboración de un anteproyecto que defina a grandes rasgos lo que va a ser la obra en sí, y de los requerimientos económicos, técnicos, humanos, de materiales, etc., que se necesitan para su buena ejecución.

Estamos convencidos de que este trabajo previo evitará un sinnúmero de inconvenientes derivados de la falta de presentación y análisis de un anteproyecto que defina las características y condiciones prevaletientes del lugar.

El objeto del anteproyecto en términos generales, es

tener una idea clara sobre que es lo que se va a efectuar y en esta forma poderlo presentar a las autoridades municipales, para que se enteren a priori del monto aproximado de la obra y puedan de antemano tratar de reducir ciertos renglones, ya sea por medio de que ellos construyan ciertas partes del sistema, claro está con una supervisión adecuada sujeta a la oficina interesada, o bien contribuyendo a bajar costos por medio de proporcionar corrientemente: materiales, mano de obra, equipo, etc. La aplicación de estos principios es urgente debido a la gran necesidad que se tiene de efectuar obras sanitarias a bajo costo y sobre todo, contribuye a despertar en el Ingeniero que diseña, como en el que construye, iniciativa técnica debido a que cada proyecto tendrá sus particulares problemas que habrán de resolverse apelando al ingenio y experiencia del técnico encargado de la obra.

3.2. Estudio de la Población:

La base fundamental de todo estudio de abastecimiento de agua potable, es conocer lo más profundamente posible la población que se ha de servir. Este problema hay que considerarlo con mucho cuidado porque de aquí partirá todo el andamiaje técnico del diseño. Deben agotarse todos los recursos posibles para llegar a establecer con cierta exactitud, el número de habitantes que tendrá una población al cabo del período de diseño, para que el proyecto considerado sea estructurado en forma tal, que se acerque lo más posible a la verdadera realidad. Conforme avanza el tiempo, el sistema debe ser capaz de proporcionar servicio a todas aquellas personas que lo soliciten, sin restringir la dotación considerada en el diseño.

Financiamiento
y a) Los pasos que deben observarse para un racional estudio de la población son:

En primer lugar recopilar toda la información posible sobre cultura, costumbres, principales medios de abastecimiento y producción, cultivos predominantes en la región, vías de comunicación, proximidad a centros industriales, turísticos y todo tipo de influencia que se crea pueda incidir en el movimiento humano.

En segundo lugar, debe practicarse un censo de población, para poder contejar los datos investigados, con los ya obtenidos y tabulados en oficinas estatales dedicadas a ese tipo de trabajo. Debe establecerse si existe una relación normal o si se presenta un cambio brusco que llame la atención. Decimos esto, porque en muchas ocasiones la población que se observa en el lugar, no es la que realmente allí habita. En muchas regiones los pobladores emigran para poder trabajar en zonas agrícolas, que demanda en época de recolección gran cantidad de mano de obra, abandonando por consiguiente sus poblados originales lo cual falsea la verdadera condición habitacional del lugar objeto del estudio. Esto se produce principalmente en la zona del altiplano guatemalteco, cuyos moradores bajan a la costa del pacífico en épocas de producción agrícola, retornando luego que el trabajo ha terminado.

Tenemos que considerar también que la predicción de población es un problema sumamente delicado y que nunca se puede llegar a establecer ciertamente, porque existe una serie de imponderables que sería humanamente imposible llegar a controlar.

3.3 Estudio de las Demandas de Agua:

Hemos estado analizando paso a paso los diferentes aspectos que unidos generan un noble servicio a la comunidad. Ellos en conjunto proporcionan en forma adecuada y

técnica la vía por la cual llega a sus manos el elemento vital, sin el cual es materialmente imposible la supervivencia. Pero, también es merecedora de estudio la cantidad de agua que por habitante se ha de servir. No queremos dejar pasar esta preocupación que actualmente se trata de llegar a establecer por medio de cuidadosos estudios

Hoy en día en la etapa de diseño, para adjudicar una demanda probable se siguen parámetros establecidos por la propia experiencia conforme datos tabulados en diferentes países y distintas regiones, llegándose a generalizar el número de litros por habitante y por día que puede consumir una comunidad.

En Guatemala a este respecto se siguen las "NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE" aprobadas por la sección guatemalteca de AIDIS (Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria) y en lo que se refiere a las demandas de agua dice literalmente: "Para adoptar un determinado consumo de cálculo por habitante por día deberá tenerse en cuenta los siguientes factores: gastos domésticos, industrial, comercial y público, pérdidas, desperdicios, condiciones climatológicas, condiciones económicas de la comunidad e importancia de la población, costumbres, etc."

Es de esperar, que si el Ingeniero encargado del diseño, se preocupa por establecer verdaderamente todas estas condiciones, de analizarlas y tratar de llegar a conclusiones lógicas de lo que es y se puede esperar del desarrollo de una comunidad, se podrá, unido a su experiencia, establecer con cierta exactitud la dotación que por servicio de agua deban recibir los pobladores del lugar objeto del estudio.

El propósito perseguido por nosotros es indicar cuáles

son los puntos principales en el diseño de un abastecimiento de agua potable, que si no se analizan con extremo cuidado, posteriormente afectan la ejecución y el servicio que supuestamente está por proporcionar el sistema.

En el caso que actualmente nos preocupa y que es la demanda de agua, citaremos los avances que en este sentido son de nuestro conocimiento. La Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria adscrita a la Facultad de Ingeniería, está llevando a cabo, un completo estudio a nivel nacional por medio de trabajos de tesis profesionales, sobre la realidad existente en este sentido. Se ha dividido la república por regiones y se están estudiando las demandas de agua de diferentes poblaciones, que según hemos podido establecer, reportan datos sumamente interesantes. En la gran mayoría de los casos, la dotación adjudicada en el diseño no corresponde a las necesidades de la población, ya sea por exceso o por defecto.

Esperamos que pronto sea divulgada toda esta valiosa información para que el diseñador tenga una base racional sobre la cual otorgar la demanda de agua de la obra que está bajo su responsabilidad, proporcionando así un adecuado diseño.

3.4 Estudios Hidrológicos:

Es indiscutible que siendo la hidrología una ciencia relativamente nueva, la generalidad de las personas no hayan comprendido su función y la urgente necesidad de su inmediata aplicación en todo problema concerniente al agua. Es por ello, que muchos jefes y encargados de dependencias no analizan la bondad de esta ciencia y no le dan la importancia que ella merece, importancia decisiva para todo trabajo en el cual aparezca fundamentalmente el factor agua.

Por lo anterior podemos colegir que existiendo varias dependencias dedicadas al estudio de servicios de agua potable, no cuenten entre sus secciones, una dedicada exclusivamente a estudios hidrológicos. Podría decirse en contraposición de esto, que para llevar a cabo un programa de análisis y computación hidrológica, se necesita gran cantidad de dinero que no está al alcance inmediato, o que no está considerado en el presupuesto general de gastos de la nación. Nosotros consideramos que no necesariamente se necesita instalar en cada oficina dedicada al estudio de abastecimientos de agua potable una sección hidrológica con un personal y equipo completo. Únicamente queremos señalar la necesidad urgente de iniciar este tipo de estudios en forma sistemática y en completa colaboración con otras instituciones que si cuentan con el personal y equipo necesario para este tipo de acción.

Para el diseño y ejecución de un abastecimiento de agua potable, es imprescindible toda esta información, y es el momento de desprenderse del espíritu individualista que nos caracteriza y tratar de entablar relaciones con instituciones que proporcionen estos datos colaborando con ellas de acuerdo a las particulares posibilidades de cada oficina o dependencia dedicada a resolver problemas de agua.

Consideramos que es perfectamente factible y que no ocasiona mayor desembolso, la instalación de ciertas estaciones hidrológicas en los puntos sobre los cuales no se tiene mayor información, o sea que no están considerados en ningún programa de otra dependencia, iniciando desde ya la tabulación de datos que serán de mucha utilidad en un futuro inmediato. Además no se cumple con una importante recomendación de AIDIS, la cual especifica claramente que cada dependencia debe llevar un registro de la totalidad de los aforos practicados y de ser posible, enviar copias del mismo a las demás dependencias estatales que trabajan con

el mismo fin.

Como se ve, la preocupación está latente. Únicamente falta decisión y verdadero concepto de cuáles son las funciones necesarias de una oficina dedicada a resolver problemas de tanta importancia como son todos aquellos relacionados con el agua.

3.5 Estudio de Campo:

Esta fase del trabajo es de suma importancia, porque es una de las bases sobre la cual se va a desarrollar el diseño. Un buen y cuidadoso estudio sobre las condiciones físicas y sanitarias del lugar nos proporciona elementos útiles que de bemos aprovechar. Como nuestra función es proveer a gua sana y abundante a la población, nuestra misión consistirá en escoger la fuente de aprovechamiento que más conviene para el estudio y para las necesidades del lugar. Puede ser manantial, pozo, río, embalse, etc.; pero lo principal de esta selección será la cantidad y calidad del agua que ha de servir a la población. La cantidad debe ser suficiente para cubrir todas las necesidades de higiene, desarrollo y posible industrialización. La calidad debe ser comprobada para que no perjudique la salud de los moradores del lugar.

Condición básica inherente al estudio de campo es la observación del lugar que hace el Ingeniero. Enmarcar en la población índices que definan zonas de posible desarrollo, ya sea, residencial, comercial o industrial es algo sumamente importante y deseable para un diseño funcional.

Como lo que nos proponemos es ir ubicando racionalmente las diferentes etapas que comprende el diseño de un abastecimiento de agua y encontrándonos en la etapa del estudio de campo, es obligado y conveniente anotar en for

ma concatenada los requisitos necesarios que debe llenar el Ingeniero encargado del diseño, si quiere evitar inconvenientes que en un futuro puedan perjudicar técnica y económicamente la obra en mención.

Una vez señalada la comunidad a la cual se va a dotar de agua potable, el primer paso que se debe dar desde el punto de vista estrictamente técnico, es visitarla, observar en ella todo lo que pueda ser utilizado para el diseño y tratar de tener una visión clara de los problemas más apremiantes que habrán de incidir fundamentalmente en el diseño de la obra. Trataremos de indicar adecuadamente cuáles son desde el aspecto del estudio de campo, los puntos sobre los cuales se debe poner mayor atención.

* 3.5.1 Fuente de abastecimiento:

Como hemos apuntado, la selección de la fuente debe ser hecha por un Ingeniero que posea suficiente experiencia en este aspecto. De las condiciones que reúna dicha fuente, dependerán una variedad de factores determinantes para el diseño como son: distancia a la población, caudal aprovechable, calidad física, química y bacteriológica del agua, clase de suelo, tipo de captación a construir, sistema por gravedad o bombeo, etc. La selección adecuada únicamente se consigue con la visita que efectúe el Ingeniero al propio lugar acompañado de las autoridades Municipales o representantes concededores de la región, quienes indicarán cuáles son las posibles fuentes de aprovechamiento de que disponen o que están a su alcance de adquirir.

Queremos insistir que lo anterior debe ser efectuado por un técnico idóneo, y no como en muchos casos se acostumbra, y es donarle esa responsabilidad al Topógrafo, quien ha de efectuar las medidas, levantamientos y datos básicos para iniciar el proyecto, además de ser la persona

que selecciona de antemano la que a su criterio es la mejor fuente de aprovechamiento. Esto crea indudablemente, ulteriores problemas que indiscutiblemente repercutirán en la futura ejecución.

3.5.2 Línea de conducción:

Esta sección del trabajo se acostumbra, en la generalidad de los casos, que la efectúe exclusivamente un Topógrafo y su equipo colaborador, quienes traen consigo a la oficina encargada del proyecto una serie de datos consignados en las libretas de campo y sobre los cuales ha de basarse el diseño del sistema. Es conocida la experiencia que tiene el personal de campo en este aspecto, pero ello en sí no basta. Consideramos que es necesaria la intervención del Ingeniero porque su preparación técnica y científica además de su experiencia le habrán de indicar cuál es el mejor camino a seguir, para evitar contratiempos futuros y hacer funcional el proyecto encargado a él, y no llegar al penoso caso de tener que dejar a un lado estudios detallados de una línea de conducción anterior, al darse cuenta de que no es la más apropiada, creando así pérdidas considerables tanto en tiempo como en dinero.

Básicamente del conocimiento que tenga de la línea de conducción, el diseñador podrá decidir que clase de tubería es la que se debe instalar, basando su decisión en las condiciones topográficas del lugar, tales como pasos sobre zanjones y ríos que se habrán de salvar, zonas donde puedan producirse excesos de presión, etc. Por lo apuntado anteriormente, es imprescindible que el Ingeniero encargado del diseño conozca perfectamente bien el curso que ha de tomar la línea de conducción, para que al llegar la obra a la etapa de ejecución, pueda llevarse a cabo en la forma más viable posible.

3.5.3 Condiciones del subsuelo:

Esta parte del diseño va íntimamente ligada a la futura ejecución, porque a medida que se avanza sobre el trazo debe hacerse el análisis de las condiciones prevalecientes en el subsuelo. Se aconseja que se hagan todas las perforaciones exploratorias que se consideren necesarias, con el fin de obtener una precisa información sobre las características del subsuelo y las posibles consecuencias que para el avance de la obra puedan traer.

El análisis de suelos es muy necesario para resolver algunos aspectos del proyecto. Entre éstos podemos mencionar:

1o.- Cuando el proyecto está en la etapa de presupuesto, en el renglón que se refiere a excavación, es preciso saber de antemano que clase de suelo es el que se va a excavar para instalar la tubería.

El desconocimiento de las condiciones del subsuelo provoca fluctuaciones tanto en tiempo de construcción como en costo de la obra.

Puede suceder que al llegar a la etapa de instalación de tubería se encuentren condiciones en el terreno, que hagan necesario adecuar la zanja al tipo de tubería disponible incrementando así el tiempo y el costo.

2o.- Señalaremos también la importancia que para la obra civil reviste el estudio del suelo. Efectivamente, todo abastecimiento de agua potable necesita de obra civil, en algunos casos esta es de pequeña escala, pero también existen obras civiles de considerable envergadura. Es imprescindible para un adecuado diseño, el reporte de suelos proporcionado con suficiente anterioridad, y con especial aten-

ción, en lo relacionado al estudio del valor soporte del suelo, fundamentalmente en todas aquellas zonas donde las estructuras por su misma naturaleza y tamaño necesitan de este tipo de información. Aparentemente esto no reviste mucha importancia, pero si se analiza con un sentido racional el perjuicio que un asentamiento produce en cualquier estructura de las que se efectúan dentro de la creación de un sistema de abastecimiento de agua potable, podemos comprender la necesidad de integrar todos los datos del estudio del suelo que estén a nuestro alcance y favorecer así en primer lugar al diseño y a la ejecución del sistema y en segundo lugar, evitar futuras complicaciones a los encargados del mantenimiento de las obras.

3o.- Otra necesaria información que se obtiene del estudio racional del suelo, y que comúnmente no se lleva a cabo, es precisar exactamente el nivel que alcanza el agua subterránea. Los problemas derivados del desconocimiento de este dato, repercuten más que en el diseño, en la ejecución de la obra y provocan entorpecimientos y retrasos que en muchas ocasiones llegan a deformar el proyecto original.

De lo anterior deducimos que la persona encargada del diseño de un abastecimiento de agua potable, debe conocer debidamente las condiciones sobre las cuales va a trabajar. Si no se tiene este cuidado, sucede que el diseñador establece un tipo de suelo y en función de éste, el pago que por concepto de excavación se ha de cubrir. Creando desde ya un problema para la futura ejecución al encontrarse que la realidad muestra diferentes tipos de suelos.

3.5.4 Levantamientos topográficos:

Dentro del conjunto de datos que debe contener un cuidadoso estudio de campo, está de manera principal y deter-

minante, todo tipo de trabajo topográfico a efectuar. Es precisamente por medio de esta útil técnica, que nosotros podemos conocer las condiciones físicas imperantes y obtener una visión completa de las determinantes topográficas de todas aquellas partes que nosotros vamos a necesitar para nuestro estudio y sin las cuales todo avance en el proyecto será imposible.

Cuando se está siguiendo una lógica secuencia de las partes integrantes de un estudio de campo, se incluye el trabajo topográfico en los primeros lugares, y así debe de ser; pero nosotros los incluimos en la parte última, para recalcar en forma precisa, que siendo tan importante y básico para iniciar el diseño, debe también concedérsele su verdadero valor y sentido.

No debe, como comúnmente se acostumbra, dejarse ciertas decisiones a cargo del Topógrafo, y basarse en ellas sin investigarlas. Si así se lleva a cabo, se está empezando sobre una base falsa. Es imprescindible que el Ingeniero haga inspecciones preliminares y se forme un criterio de cuáles van a ser las determinantes de su diseño, y los problemas que puedan surgir en la ejecución. Posteriormente debe acompañar a los Topógrafos y sus respectivas cuadrillas, e indicarles el trabajo que deben hacer y los datos que deben recabar para que más tarde no se tenga que lamentar la ausencia de algún dato necesario para un buen diseño.

Es incalculable el valor que tiene la observancia de esta sencilla práctica porque predecir y evitar futuros problemas será siempre la meta primordial del Ingeniero, basándose en el principio universal de proporcionar la mejor obra posible al más bajo costo permisible.

3.6 Estudio de la Obra Civil:

Vamos a incluir en esta sección todas aquéllas partes del diseño relacionadas con el aspecto estructural y que forman una parte importante de un abastecimiento de agua potable. Nos referimos en este caso, a obras tales como: captaciones, tanques de distribución, plantas de purificación y todo tipo de obra que amerite un especial estudio, en el curso de la conducción del líquido vital hasta llegar a su destino.

Queremos indicar que nuestro propósito no es entrar a analizar técnicamente el diseño de esta serie de obras, como no lo hemos hecho en las secciones anteriores. El objetivo de este trabajo es puntualizar cuáles han de ser a nuestro criterio, los caminos a seguir para integrar en forma analítica y racional el diseño con la ejecución.

Empezaremos señalando que de varias partes de un acueducto, existen patrones de diseño estructural, que, con ciertas y pequeñas modificaciones se pueden incluir en una serie de proyectos. Esto conduce necesariamente a la uniformización de estas obras, lo que consideramos contraproducente en la mayoría de los casos. Creemos que es función del Ingeniero analizar detenidamente las condiciones bajo las cuales se ha de desarrollar un proyecto de abastecimiento de agua, porque consideramos que cada uno arroja características propias.

Con esto queremos decir que la gran mayoría de proyectos se han uniformizado sobre todo en lo que concierne a su aspecto estructural: captaciones, tanques, filtros, sedimentadores, cajas, etc. Salen bajo un patrón establecido y no se efectúan estudios sobre qué tipo de estructura es la más barata y conveniente en el lugar.

La uniformización en el diseño es una consecuencia de la falta de datos y exámenes de campo, pero en la mayor parte de los casos es debida al diseñador en sí. El diseñador, cuando no tiene experiencia o deseos de trabajar, utiliza "Diseños típicos" y no trata de buscar soluciones que conduzcan a un mejor aprovechamiento de las condiciones físicas y humanas del lugar.

Anteriormente, señalamos que las determinantes bajo las cuales fue creado un diseño estructural, son función directa de las particulares condiciones imperantes en el sitio para el que fue diseñado, y de ningún modo representa la generalidad de los casos. Es natural, como citáramos antes, que con ciertos cambios un diseño se puede acomodar a otras situaciones, pero al no analizar cada caso en particular, se aumenta a veces el costo de la obra.

Es lógico suponer que nos referimos a obras de cierta personalidad y magnitud, dado que para obras pequeñas no es rentable tratar de buscar soluciones propias.

Dentro del estudio de la obra civil, el diseñador debe analizar que tipo de materiales son los más adecuados y utilizar preferentemente los fabricados en el país, impulsando en esta forma el desarrollo de la industria de la construcción.

3.6.1 Fuga de divisas:

Toda obra de abastecimiento de agua potable, necesariamente requiere la previsión de una serie de accesorios y materiales importados que se habrán de emplear en ella. Dentro de éstos existirán muchos que por no fabricarse en Guatemala, obligadamente tendrá que importárseles, pero existen otros que si se fabrican en el país y que reportan magníficos resultados. Aquí es donde el Ingeniero debe tra

tar en lo posible de ubicar su diseño a las condiciones que ofrezcan mejores beneficios al país, sobre todo si se emplean accesorios y materiales elaborados en Guatemala. Esto indudablemente contribuirá a impulsar la fabricación y mejoramiento de los mismos, además de que ayudará efectivamente a la economía del país evitando la fuga de divisas.

3.6.2 Mal aprovechamiento de los materiales del lugar:

Alguien dijo: el Ingeniero no debe pensar con una mente de concreto. Tenía sobrada razón porque en función de las condiciones imperantes, es perfectamente factible tratar de resolver la mayoría de los problemas utilizando los materiales que estén próximos al lugar. Al utilizar materiales locales se resuelven problemas tales como: transportes, almacenamiento, mano de obra especializada, construcción de bodegas, y sobre todo, seguramente se baja el costo de la obra. Además el material local podría ser la contribución directa de usuarios del sistema por construir.

De todos es conocido que el valor de un metro cúbico de concreto no es el mismo en toda la república, llegando a ser muy elevado en algunas regiones. Se recomienda que siempre se trate de utilizar materiales próximos al lugar de la obra y que sean factibles de aprovechar.

3.6.3 Mano de obra:

Un problema que se presenta muy a menudo, es la adquisición de mano de obra especializada, cuando el diseño así lo exige. Al no conseguirse, se recurre a la improvisación, bajando considerablemente la calidad de la obra. No sucede así, si se trata de trabajar con materiales del lugar que para los trabajadores son perfectamente conocidos, por lo que no se ocasiona ni retraso en la formación de los cua

dros de trabajo, ni improvisación, porque ellos están acostumbrados a trabajar con este tipo de materiales.

Si el diseño es concebido bajo estos aspectos, contribuirá decididamente a que la ejecución del sistema sea mucho más favorable, porque se está de antemano evitando una serie de problemas que repercuten directamente en la construcción del acueducto. Aquí es precisamente donde resalta la necesidad de una verdadera integración entre el diseño y la ejecución de un abastecimiento de agua potable. Si las personas encargadas de la ejecución no tienen la suficiente responsabilidad y experiencia, tratarán de solucionar estos problemas en la forma que mejor se acomode a ellos. Pero producirán un malestar en el sentir general del pueblo, al entregar una obra que no ha sido ejecutada conforme lo indica el diseño de la misma.

Por los anteriores conceptos vertidos, es aconsejable que la persona que diseña un acueducto medite sobre la serie de consecuencias derivadas de ello, ya que en la etapa de ejecución salen a luz una serie de inconvenientes que pueden evitarse, integrando como dijéramos antes, el diseño con la ejecución y sobre todo el deseo firme de colaborar estrechamente a mejorar esta relación que tanta falta hace en nuestro medio, y que actualmente es objeto de justificada preocupación.

Queremos finalizar el estudio de la obra civil indicando que el Ingeniero proyectista debe adecuar su diseño en una forma tal, que su construcción sea la más práctica y funcional posible. Sobre todo si dentro de la concepción original de la obra y en relación a factores puramente financieros, se ha llegado a la determinación de que lo más conveniente sería la construcción por etapas. Lógicamente lo que se persigue es que, cuando se inicie de nuevo la obra, la ejecución de la nueva etapa sea perfectamente acopla-

da a la anterior ya construída. Con esto se logra una fuerte economía, un mejor servicio y se evitan una gama de pequeños y grandes inconvenientes.

Sólo nos resta indicar que, para que funcione adecuadamente la relación diseño-ejecución, debe ser preocupación del Ingeniero diseñador, incluir en el proyecto además de los planos y especificaciones para la construcción de la obra, todo lo que a su parecer ha de contribuir a aclarar los conceptos y facilitar su interpretación. Esto repercutirá favorablemente en la etapa de ejecución, porque evitará equivocadas interpretaciones que se podrían hacer del diseño.

3.7 Estudio del Presupuesto de la Obra:

En este estudio que podríamos decir, es la parte final del diseño, se establece todo lo relativo al costo que se espera tendrá la obra. De su cuidadosa elaboración depende un beneficio efectivo sobre todo en el aspecto económico. Llegar a establecer cuánto ha de costar una obra de abastecimiento de agua potable, es un problema sumamente delicado y que requiere personal especial dedicado a este tipo de trabajo. Comúnmente del monto de cualquier obra depende el hecho de que se construya o no, dado que la limitante económica es el factor que decide en última instancia si ésta será o no ejecutada. En el caso de un abastecimiento de agua potable, del presupuesto está pendiente no sólo una persona sino toda una población. Si la obra va a ser donada por el Estado y su valor es excesivo, tendrán los beneficiarios que esperar mejores condiciones financieras del Gobierno. Si la obra se construirá por medio de préstamos, serán los propios interesados quienes habrán de cubrir su valor en un determinado número de años y por ende, la cantidad que por concepto de interés, esa suma habrá de

requerir.

Por lo anterior, estamos plenamente conscientes del pa pel que desempeña el costo de la obra y de la sutileza y cuidado con que debe ser elaborado.

El propósito perseguido por nosotros es indicar que para llegar al verdadero valor de una obra de la importancia que reviste la que es objeto de nuestro estudio, es preciso conjugar una serie de factores que unidos den como resulta do una adecuada organización, y un completo conocimien to de las partes que habrán de calcularse.

Para aclarar los conceptos anteriores, diremos que por lo general, la persona que diseña un abastecimiento de agua potable, no es la misma que calcula su pretendido va lor, sino que es función de un personal especializado en es te trabajo.

Las personas que se encargan de calcular los costo de una obra deben estar bien informados sobre que es lo que se va a ejecutar, visitar el lugar donde se ha de efectuar la construcción e informarse de los costos y rendimientos que por concepto de trabajo se pueden esperar en esa región. Lógicamente también del costo de los materiales lo cales. Es de todos conocido, que el problema fundamental a este respecto, es el de establecer una tabla de costos y rendi mientos ajustada a la realidad y sin la cual todo intento de llegar a un verdadero valor será inútil.

Existen una serie de tablas de costos y rendi mientos, pero hay que pensar que dichas tablas fueron es tablecidas en otras condiciones, que es muy difícil que se puedan adap tar a la generalidad de los casos.

Si al calculista de costos le es imposible efectuar una

visita personal para conocer el lugar y recabar todos los datos necesarios, le queda el recurso de consultar a los Ingenieros que están encargados de la construcción de las obras.

En el caso de la Dirección General de Obras Públicas, las Jefaturas de las Zonas de trabajo en que se ha dividido la República tienen en su haber todos los records de rendimientos y costos que por concepto de mano de obra simple y especializada, son básicamente necesarios para calcular el costo de la obra ajustado a la realidad.

El calculista de costos además de que debe estar enterado de lo que efectivamente se va a hacer en el campo, debe conocer perfectamente los métodos de trabajo empleados en la construcción de las obras, porque en muchas circunstancias se requiere de trabajos adicionales no contemplados en los planos y debe ser el calculista quien prevea esta situación y la considere en su presupuesto, evitando sin lugar a dudas, futuros problemas en la etapa de ejecución.

No nos resta más que hacer notar que subsisten una serie de problemas, tanto en la etapa de diseño, como en la de la ejecución, que podrían ser subsanados si existiera un mejor intercambio y coordinación, entre diseñadores y constructores.

3.8 Formas de Financiamiento:

Hemos analizado todos los pasos necesarios para la elaboración de un proyecto de agua potable; nos queda únicamente analizar la parte que consideramos es de esencial importancia, o sea lo que se refiere al financiamiento de este tipo de obras.

Proporcionar agua sana y abundante a una población

es una empresa que requiere de un fuerte desembolso, siendo éste mayor o menor según sean las necesidades y grado de adelanto que presente la población. Es indiscutible que si se cuenta con un adecuado financiamiento, se eliminarán muchos inconvenientes, tanto en el diseño como en la ejecución de obras sanitarias que requieren especial atención técnica, económica y social y que son necesarias para el desarrollo de la nación. En nuestro medio podemos decir que el financiamiento se lleva a cabo fundamentalmente, mediante dos grandes sistemas: contribución financiera del Estado y contribución financiera externa.

3.8.1 Contribución financiera del Estado:

En América Latina ha sido la contribución estatal la fuente principal de recursos para obras sanitarias; el Estado cumpliendo una función paternalista, ayuda diseñando y construyendo obras de introducción de agua potable sin la colaboración financiera de las Municipalidades; consideramos contraproducente este sistema por las siguientes razones:

- a) Las obras que efectúa el Estado, por ser su mecanismo administrativo-financiero sumamente complicado, tardan en su construcción muchos años, lo que repercute directamente en el entusiasmo inicial de los pobladores de una región, que esperan ver pronto resuelto un problema vital. Además, si un servicio de este tipo es dado gratuitamente a una población, se está indirectamente deteniendo su iniciativa y deseo de superación con sus propios recursos.
- b) El costo de las obras emprendidas bajo el patrocinio financiero del Estado, podrían salir mucho más económicas si se agilizará el complejo administrativo del Gobierno en relación a obras de tipo sanitario como también a otra gama de obras de índole diferente. Es natural que lleguemos a es

ta conclusión pues en nuestro criterio toda institución dedicada a resolver problemas técnicos, necesita de una autodeterminación en sus funciones. Es de conocimiento general que todo proyecto debe seguir cronológicamente un programa previamente establecido y cualquier alteración en este sentido, repercutirá directamente en el costo global de la obra, dejándose de aprovechar recursos materiales y humanos, que son de suma utilidad en la condición actual de desarrollo imperante en el país.

c) La donación del Estado de obras sanitarias a las poblaciones, conlleva otro gran problema que podríamos enmarcarlo en un fenómeno económico-social. Es el impacto que reciben los pobladores de una comunidad que están contribuyendo monetaria y físicamente a la culminación de una obra de introducción de agua, con relación a los pobladores de otra región, que en frecuentes ocasiones, obedecen a una misma antropología cultural, y a quienes la obra sanitaria en mención les cuesta muy poco o prácticamente no les representa ningún desembolso. Esto crea en los primeros un conflicto económico cuyo primer impulso radica en exigir el mismo tratamiento, cosa que lógicamente es imposible de complacer; por lo que se traduce que el esfuerzo representado en el primer proyecto y la bondad del segundo, se pierden por el antagonismo que crea entre sus propios beneficiarios.

Queremos agregar, que en frecuentes ocasiones las poblaciones beneficiadas con un sistema de agua potable contribuyen a su ejecución en la medida que alcanzan sus posibilidades, pero si observamos cuales son los poblados que necesitan resolver urgentemente este problema y analizamos sus condiciones económicas, caemos en la conclusión de que por su propia iniciativa jamás contarían con servicios de este tipo. Consideramos que es obligación por parte del Estado, si no se quiere continuar con el paternalis-

mo, promover fuentes de trabajo y desarrollar muchas regiones en beneficio de ellos mismos y de la propia nación.

Existen varias instituciones y oficinas encargadas de resolver el problema de agua potable que laboran con fondos provenientes del Estado y cada una de ellas busca la mejor solución, para que los fondos empleados en estos proyectos sean aprovechados en mejor forma.

3.8.2 Contribución financiera externa:

Según la clasificación de pueblos en proceso de desarrollo que hacen de nosotros los países altamente desarrollados, existe en ellos la preocupación de colaborar. Una ayuda que ha sido decisiva, es la contribución financiera otorgada para resolver problemas sanitarios, a través de préstamos pagaderos en determinado tiempo y con la debida garantía que ofrece el Estado.

En esta parte, mencionaremos que han existido y que actualmente tienen vigencia, convenios entre el Estado y entidades Financieras dedicadas a este tipo de servicio, que por medio de organismos internacionales en colaboración con instituciones nacionales, canalizan recursos que son aprovechados en la construcción de obras sanitarias y que actualmente se habrán de emplear además en estudiar las necesidades de este tipo, que reporte el país.

El financiamiento externo dedicado a proyectos de introducción de agua potable, ha sido decisivo para emprender una serie de programas sanitarios necesarios, y beneficiar con éstos a gran cantidad de poblaciones. Como se comprenderá dichos fondos deben ser reembolsables, cubriendo el préstamo y el respectivo monto que por concepto de interés gana ese capital. Razón por la cual consideramos que debe estudiarse el camino para que la población

contribuya si no en un todo, en parte a reembolsar dichos fondos.

Creemos que si se trabaja en esta forma, se cumplirá con un doble propósito; se dotará de agua potable a muchas poblaciones y se creará en ellos el incentivo de colaboración y ayuda mutua, para que contribuyendo en parte a la realización del sistema, lo aprecien y se preocupen por su adecuado mantenimiento y funcionamiento y como resultante una cuidadosa administración.

IV. EJECUCION

4.1 Generalidades:

Llegamos en este trabajo a la segunda parte fundamental de nuestro estudio y es precisamente la ejecución de un sistema de abastecimiento de agua potable. No es nuestra finalidad indicar como ha de hacerse técnicamente la construcción de un acueducto, sino que cuales han de ser a nuestro criterio las observancias básicas que se han de respetar para que sea fiel representativa del diseño.

Desgraciadamente ocurre, que en la etapa de ejecución se cambian sustancialmente ciertas partes que distorsionan el criterio con el que fue diseñado el sistema, llegando en ciertas ocasiones a mutilarlo de tal manera que sin temor a equivocarnos podríamos decir que lo ejecutado, en ninguna manera es lo que se pretendió que fuera, dañando la personalidad del diseño que debe ser a toda costa respetada. Si fuera necesario hacer cambios, el constructor debe comunicarse con la oficina encargada del diseño y de común acuerdo planearlos, a fin de no ocasionar mayores problemas a la ejecución y a las personas que esperan con ansiedad la llegada feliz de un líquido, sin el cual todo intento de desarrollo se ve indefectiblemente detenido.

4.2 Formas de Construcción:

En nuestro medio podemos decir que la ejecución de obras de abastecimiento de agua potable, se llevan a cabo mediante dos únicos caminos a saber: por administración di

recta y por Contrato.

4.2.1 Por administración directa:

Este sistema de construcción, tradicionalmente empleado, consiste básicamente en que el avance y control de la obra es dirigido desde la misma institución donde se elaboró el diseño, lógicamente todo el sistema administrativo de la misma incide en mayor o menor parte en el progreso de la obra.

En Guatemala esta forma de construir abastecimientos de agua potable es la que tiene en su haber más obras construidas, si se le compara con la otra forma que más adelante veremos y que es de reciente aplicación. Actualmente la construcción por administración cuenta con gratuitos de tractores. Si una obra es emprendida bajo el sistema de administración, por lo general no cuenta con cierta libertad de acción, sobre todo en lo referente al abastecimiento de materiales. Si esto no se cumple adecuadamente, indudablemente se caerá en problemas y retrasos que harán fracasar el normal desenvolvimiento de la misma, pero esto no es consecuencia directa del sistema de construcción, sino de la falta de preocupación del personal técnico y administrativo encargado de su funcionalidad.

Creemos que construir por administración es una buena solución, en particular en obras sanitarias del tipo que nos preocupa, porque se llega a tener personal técnico y administrativo con suficiente experiencia, que es una condición básica en obras de abastecimiento de agua potable. Con buena organización y agilidad en sus funciones, creemos que las obras emprendidas por administración directa, reportarían menos problemas y otorgarían economías al eliminarse la ganancia normal del contratista.

4.2.2 Por Contrato:

Este sistema de construcción consiste en el otorgamiento que se hace de la ejecución de la obra, a entidades u oficinas encargadas de este tipo de trabajo. La selección de quien ha de ejecutar la obra, lo hace la oficina encargada del diseño, por medio de una licitación pública en la que participan todos los interesados; pudiendo a su vez el ganador de la licitación sub-contratar la construcción de partes del sistema a otras oficinas dedicadas a este tipo de servicio.

Creemos que una obra construída por el sistema de contrato, puede llenar a cabalidad los objetivos de ella esperados, siempre y cuando las personas o entidades dedicadas a este servicio, posean la suficiente experiencia y responsabilidad que exige la construcción de obras de ingeniería sanitaria. Para la oficina responsable del proyecto representa mantener un equipo de supervisión, con personal suficientemente calificado y con la experiencia necesaria para actuar en cualquier situación que se presente a lo largo de la ejecución.

4.3 Requisitos Básicos para la Ejecución:

Dentro de los requisitos que obligada y necesariamente deberán llenar las personas o entidades que se dedican a ejecutar obras de abastecimiento de agua potable, están en orden de importancia:

4.3.1 Experiencia:

Es natural que la experiencia adquirida al ejecutar en repetidas ocasiones un mismo tipo de trabajo y haberse encontrado con una serie de problemas, hace que el grupo de personas que han colaborado continúa y eficientemente en

este sentido, sean las más adecuadas para continuar ejecutando las obras que tienen relación directa con el trabajo al cual ellos están permanentemente familiarizados.

Hemos mencionado lo anterior, porque la costumbre generalizada de que las oficinas encargadas de los estudios de abastecimiento de agua, construyan los mismos, permitió que se llegara a poseer, como consecuencia lógica, personal con suficiente experiencia y capacidad en la ejecución de las obras.

Al otorgar por contrato la construcción de los acueductos, o parte de ellos, a personas o entidades técnica y jurídicamente autorizadas, han surgido problemas que únicamente con el curso del tiempo y en relación a los resultados obtenidos, pueden dar lineamientos básicos que determinarán el éxito que podrá esperarse en la etapa de ejecución de un servicio de agua potable.

Todas aquellas personas que elaboran las especificaciones de licitación y estudian y califican las ofertas relacionadas con la ejecución de acueductos, deben exigir, como requisito básico y primordial, que las personas o entidades licitantes tengan experiencia en la realización de obras de este tipo. Si se cumple con esta simple condición, se eliminará una cadena de problemas, inconvenientes y retrasos en la obra, que sin el factor determinante de la experiencia necesariamente habrán de surgir, ocasionando el entorpecimiento de la misma y obligando a una mayor supervisión.

La forma de construir acueductos por medio de licitación y contrato, es relativamente nueva en Guatemala, y se ha observado que las personas encargadas de su ejecución carecen de experiencia, por lo que el Ingeniero supervisor es quien prácticamente resuelve una serie de proble-

mas que surgen en la construcción y que el contratista debería resolver.

Por todo lo anterior, queremos recalcar sobre la importancia que tiene el análisis y estudio de la carta de experiencia que deben presentar los licitantes como documento básico para poder aspirar a ganar una licitación. Además deben adjudicarse éstas, no basándose exclusivamente en el precio de la oferta sino también estudiar cual ofrece mejores perspectivas, aunque sea un poco más cara que las otras, pero que en cambio ofrezca un consciente trabajo que será factor decisivo en la ejecución y en el funcionamiento futuro del sistema.

4.3.2 Conocimiento de métodos y normas de construcción:

Es indispensable que las personas dedicadas a la construcción de acueductos, conozcan debidamente los métodos y normas de construcción de los mismos. Actualmente las oficinas que resuelven el problema agua cuentan con normas propias pero incompletas.

Existen normas tentativas que han sido publicadas a través de trabajos de tesis profesionales y que pueden ser de utilidad para la correcta ejecución de un sistema de agua potable. Es conveniente que el sector dedicado a la construcción de acueductos, los conozca y estudie en provecho mismo y de la buena ejecución que merece el sistema que está bajo su cargo.

Además es de suma importancia que los constructores conozcan las especificaciones sobre materiales y equipos que habrán necesariamente de emplear en la construcción de un acueducto.

Las compañías fabricantes proporcionan catálogos, es-

pecificaciones y folletos explicativos de los métodos de instalación de sus productos y es obligación de los constructores conocerlos y aplicarlos según su caso particular.

Cuando no se conocen las especificaciones de materiales que se están usando, se ocasionan pérdidas de tiempo y lo que es más grave, por una mala instalación puede reducirse la resistencia de los materiales y el período de trabajo de los mismos.

Queremos agregar que es conveniente que el personal encargado de la construcción de acueductos conozca perfectamente la gama de accesorios que existen para su posible utilización, en donde por olvido, o por cualquier otra circunstancia, no se especificó en los planos, o también el caso de que no existiendo en el mercado el accesorio indicado, hay que sustituirlo por otros que proporcionen el mísmo funcionamiento.

4.3.3 Comunicación entre diseñadores y constructores:

Es indiscutible que mientras mayor información e intercambio exista entre el diseñador de una obra y su ulterior ejecutor, mayores serán las probabilidades de éxito.

Al no existir armonía en la relación diseño-ejecución no se puede trabajar integralmente ni conseguir que las obras sanitarias de este tipo proporcionen el servicio y funcionalidad de ellas esperado. Por lo tanto, es conveniente insistir en la necesaria comunicación entre el diseño y la ejecución de un abastecimiento de agua, y en el mutuo respeto que ambas funciones se deben.

Anteriormente se habló de las condiciones que debe reunir un adecuado diseño y ahora analizamos los aspectos propios de una buena ejecución. Esta debe ajustarse en to-

do lo posible a la concepción original, y que no ocurra, como ha sucedido en varias ocasiones, que el diseño al llegar a la etapa de ejecución, es mutilado o cambiado radicalmente sin consulta previa a la oficina respectiva, mucho menos a su autor.

Creemos que la responsabilidad de esta situación recae en gran parte en el personal encargado de la supervisión. Los supervisores deben comunicar a la oficina de diseño de cualquier cambio que se produzca en la obra y que no está autorizado por ésta.

Para finalizar, queremos recalcar que la supervisión puede proporcionar satisfactoria y eficientemente el enlace y comunicación que debe existir entre el diseño y la ejecución.

4.4 Supervisión:

Hemos llegado a la sección que según nuestra manera de pensar, es la que más incidencia directa tiene con la relación diseño-ejecución, porque precisamente es función del equipo supervisor, comprobar que lo que se dispuso en el diseño, sea fielmente ejecutado en el campo.

De una buena supervisión dependerá en gran parte que el objetivo perseguido sea alcanzado favorablemente, ya que el supervisor, es la persona que debe conocer perfectamente las normas de construcción, formas de instalación, de tubería y equipo, especificaciones, etc., mucho mejor si es posible que el contratista.

Vamos a integrar las actividades que se pueden lograr de una eficiente supervisión y que analizándolas subsecuentemente deberán partir desde la etapa de diseño y no circun-

cunscribirse exclusivamente a la ejecución. Es necesario y conveniente, como anteriormente citáramos, que el diseñador tenga directa comunicación con el supervisor, para poder conjugar los lineamientos conducentes a un buen diseño, y a una buena ejecución. Todo basado en la experiencia y capacidad que han adquirido, al estudiar ambos el desenvolvimiento y avance de los proyectos.

Creemos que es necesaria la comunicación constante, entre el personal de campo y de gabinete, y nadie mejor para servir de enlace que el personal de supervisión. Esto puede hacerse por medio de mesas redondas, comunicación directa y visitas a diferentes lugares en donde se produzcan fenómenos que necesitan ser analizados tanto por los diseñadores, como por los ejecutores de una obra de abastecimiento de agua. El beneficio de esto será sacar conclusiones conjuntas y con la continua práctica de esta comunicación, podrá decirse que el trabajo se ha emprendido con criterio de grupo y respondiendo exclusivamente a estímulos de mutua superación.

Estamos conscientes de que la supervisión es tal vez el sector más difícil, dentro del conjunto de factores necesarios para llevar a cabo una obra de la importancia de un servicio de agua, porque podrá existir un buen diseño, pero si en la construcción no se cumple estrictamente con lo indicado en planos y especificaciones, todo el trabajo se desvirtúa por que la ejecución es la que en última instancia da forma a la obra.

Un buen supervisor debe estar atento y permeable a todo lo que es inherente a la ejecución de la obra, desde su inicio hasta su entrega. Deberá reportar la forma como se efectuó la instalación de la tubería y sus respectivos accesorios, si se respetaron los lineamientos indicados en los planos o si fue preciso hacer pequeños cambios.

Respecto a los cambios que posteriormente se puedan presentar en la ejecución de un abastecimiento de agua potable queremos indicar que si no afectan fundamentalmente el diseño, queda a criterio del supervisor si se hacen; pero cuando si lo afectan, debe consultarse inmediatamente a la oficina responsable del diseño, procurándose también que la solución se produzca dentro de los límites de tiempo normales y no ocasione molestias al personal y equipo ejecutante de la obra.

Solamente resta señalar algo que merece especial atención sobre todo porque es un aspecto básico para la estética de la obra, y es el acabado final que se ha de efectuar en las diferentes partes de ella (tanques, sedimentadores, cajas, etc.). Esto técnicamente no reviste mayor importancia, pero si la tiene en relación al criterio que se forman los habitantes de la población a la cual se le está proporcionando el servicio. Ellos analizan y critican la obra conforme la ven dado que para ellos es más importante la apariencia exterior que el funcionamiento interno.

En la parte final de la construcción, hay aspectos técnicos que requieren una cuidadosa supervisión. Nos referimos en este caso a las pruebas de presión a que debe ser sometido el sistema, para detectar las fugas y compararlas con las tolerancias permisibles. La debida observancia de esto contribuirá definitivamente a que la obra quede perfectamente bien construida y también obligará a superarse al personal encargado de la ejecución quien tendrá la seguridad de que el servicio que ha estado bajo su responsabilidad es entregado adecuadamente para garantía propia y satisfacción de los usuarios.

Queda finalmente, supervisar la desinfección de todo el sistema, teniendo especial cuidado en que la dosificación y aplicación de los desinfectantes sea la correcta y

conforme a las normas y especificaciones para esta clase de trabajo.

Como epílogo queremos hacer una obligada aclaración sobre la motivación que nos impulsó a su estudio.

Lo primero que tuvimos en mente al iniciarlo, fueron las diferencias que comúnmente se observan entre lo que se especifica en el diseño de una obra de abastecimiento de agua potable y lo que sucede a su ulterior ejecución.

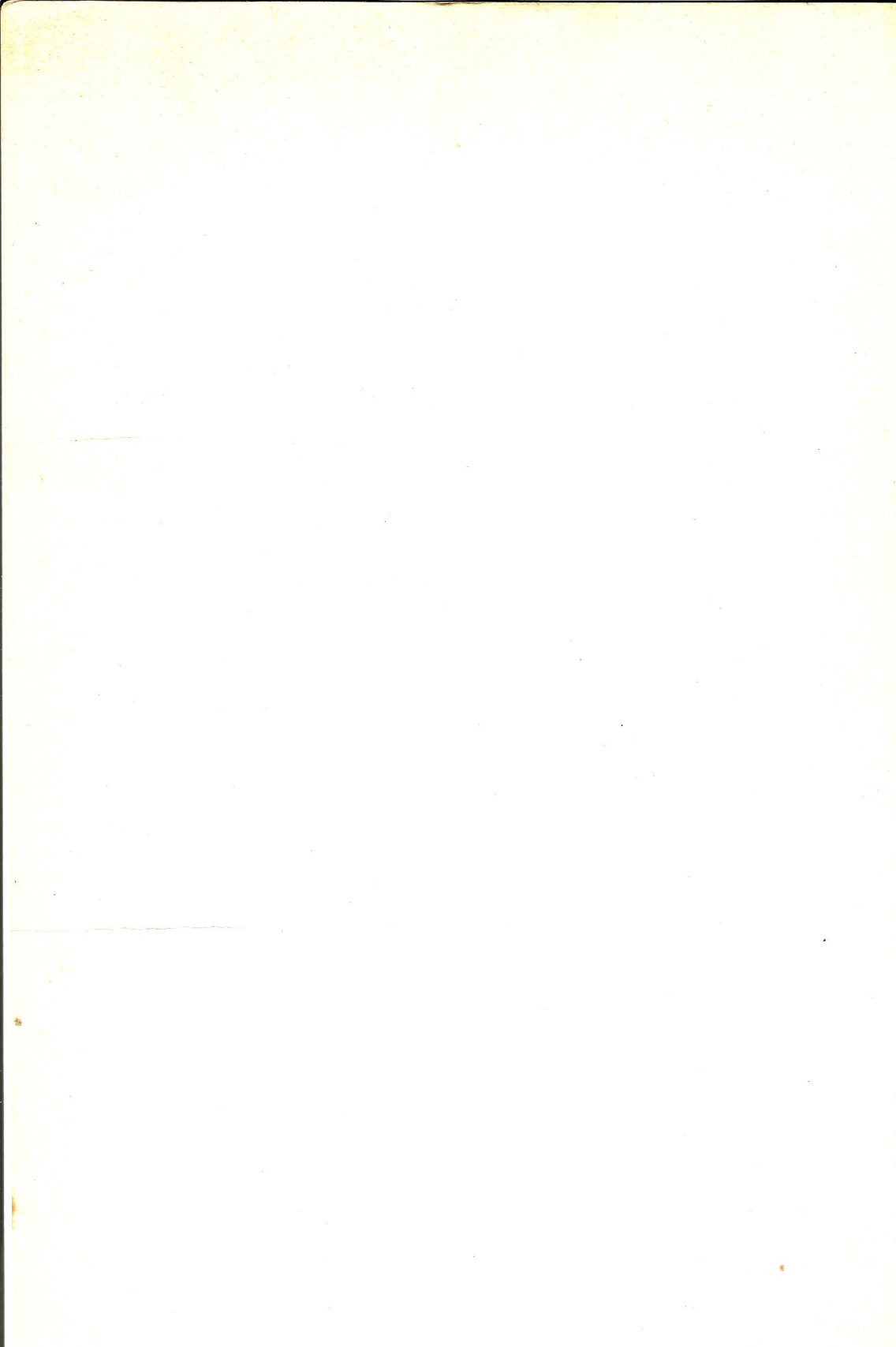
Al hacer investigaciones entre el personal encargado del diseño así como de la supervisión y construcción de las obras, pudimos averiguar que los problemas señalados por nosotros son sumamente generales, y se presentan debido a la serie de factores que dejamos apuntados en nuestro estudio. Lógicamente nuestra misión era analizar ciertas obras ya ejecutadas y establecer en el campo toda la serie de defectos y omisiones que por falta de cumplimiento en lo que indicaba el diseño de las mismas se habían producido, pero no pudimos analizar ninguna obra por las razones siguientes:

1o.- Por la falta de una debida información respecto a lo actuado y efectuado en cada proyecto. No existiendo esta necesaria información tendríamos nosotros que recurrir a las versiones que nos proporcionarían por ejemplo, el Ingeniero constructor, el fontanero del lugar, el encargado de la obra, el Alcalde en ese entonces en funciones, etc. Como se podrá observar, se tropezaba con una seria dificultad, además de que la información obtenida en esa forma, no tendría la confiabilidad por nosotros esperada.

2o.- Porque podría creerse que la intención nuestra era partidista y que obedecía a un especial prejuicio contra determinada institución o grupo de personas encargadas de la

ejecución de las obras de abastecimiento de agua potable, dado que hubiera sido necesario practicar exámenes a lo largo de todo el sistema que hubieran sembrado cierta desconfianza en ellos, y a su vez en los pobladores del lugar seccionado.

Tratamos entonces de emprender el estudio en forma totalmente genérica, para contribuir así a dar un paso efectivo entre lo que consideramos que es de urgente aplicación. Si próximamente se logra establecer una adecuada colaboración y comunicación entre el diseño y la ejecución de un abastecimiento de agua potable, se podrá decir que el trabajo en este determinado sector y en general la práctica de la ingeniería en el país, ha recibido un decisivo impulso hacia su merecida superación.



V. CONCLUSIONES

Después de haber efectuado el análisis básico de las partes fundamentales que deben reunir tanto el aspecto de diseño, como lo relacionado con la ejecución de un sistema de abastecimiento de agua potable, llegamos a las conclusiones siguientes, que enumeraremos, no en orden de importancia, sino que correlativamente conforme efectuamos el estudio:

- 1o.- Actualmente no se efectúa un estudio de factibilidad económica, previo a la elaboración de un proyecto.
- 2o.- No se efectúa ningún tipo de estudios Hidrológicos.
- 3o.- No se aprovechan en todo lo posible los materiales locales.
- 4o.- Es contraproducente el espíritu paternalista que observa el Estado, al construir obras de abastecimiento de agua potable sin costo alguno para los habitantes del lugar.
- 5o.- Las obras por administración, se ejecutan lentamente, debido al engranaje burocrático, al que le falta agilidad en sus funciones y decisiones.
- 6o.- Existe poca preocupación, por el mantenimiento futuro de las obras, y por la capacitación de un personal encargado de su buen funcionamiento.
- 7o.- En ciertas ocasiones, no existe colaboración de parte

de los pueblos beneficiados con la ejecución de las obras.

- 8o.- Falta experiencia y conocimiento de Métodos y Normas de construcción en el personal que ejecuta las obras por contrato.
- 9o.- En algunos casos, no se respeta lo indicado en el diseño y se ejecutan las obras según el criterio particular de las personas encargadas de ellas.
- 10o.- Cuando existen cambios, por lo general no se reportan todos a la oficina responsable del diseño, ni tampoco quedan anotados, en un plano final para guía posterior.
- 11o.- Se observa por lo general, la ausencia de personal de supervisión en obras sanitarias y restringidas facilidades para su mejor desenvolvimiento.

VI. RECOMENDACIONES

Creemos conveniente deslindar por sectores en particular, las recomendaciones que a nuestro criterio son las que merecen pronta y adecuada atención.

Al Diseñador:

- 1o.- Se hace necesaria la recopilación de tablas de rendi
mientos en relación a la construcción de obras sanita
rias.
- 2o.- Deben tabularse por regiones, los costos de los mate-
riales locales, para calcular con mayor precisión el
presupuesto.
- 3o.- Se deben buscar y analizar siempre, varias solucio-
nes para un determinado problema, y desarrollar con
todo detalle la solución que se considere la más con
veniente.
- 4o.- Deben agotarse todos los medios al alcance, para ob
tener de otras dependencias mayor información y coo
peración.
- 5o.- Debe tratarse de utilizar, siempre que sea posible, ma
teriales locales.
- 6o.- Se deben buscar en cada obra, soluciones que se adap-
ten al medio, tratando de usar lo menos posible las
soluciones standard.

- 7o.- Antes de entregar el proyecto para su construcción, debe ser cuidadosamente revisado, para que no falten detalles de construcción u omisiones en los planos que provoquen problemas al constructor.

Al Constructor:

- 1o.- Debe existir continua comunicación con el responsable del diseño, al inicio y durante todo el tiempo que dure la construcción de la obra.
- 2o.- Debe mantenerse constantemente en la obra, por lo menos un auxiliar de Ingeniero que conozca debidamente de construcción de obras sanitarias.
- 3o.- Debe preocuparse por conocer a conciencia los métodos de trabajo, normas de construcción, especificaciones, y toda clase de información que proporcionan tanto la oficina de diseño, como las casas productoras de materiales y equipo.
- 4o.- Todo cambio que se necesite efectuar, debe ser consultado debidamente con el supervisor o el diseñador de la obra.

Al Supervisor:

- 1o.- La supervisión, debe ser adecuada, constante y enérgica en la construcción de las obras.
- 2o.- El Ingeniero supervisor debe distribuir su trabajo a pocas construcciones, para identificarse mejor con las obras y facilitar su propio desenvolvimiento.

- 3o.- Debe estar permeable a todas las sugerencias que se le hagan, siempre y cuando éstas no contradigan los principios básicos del diseño.
- 4o.- Debe conocer perfectamente los métodos de trabajo y normas de construcción de obras sanitarias, así como sus respectivas especificaciones.
- 5o.- Debe reportar inmediatamente a la oficina respectiva, toda anomalía que se produzca en la construcción de las obras.

A las Oficinas Relacionadas con Abastecimientos de Agua:

- 1o.- Se debe propiciar el acercamiento del personal de campo y de diseño, para conocer conjuntamente todos los problemas que se presenten.
- 2o.- Es imprescindible hacer la adecuada divulgación y promoción entre los pobladores del lugar que va a ser abastecido de agua potable, para la debida comprensión por ellos de la bondad de la obra.
- 3o.- Se deben integrar lo más pronto posible los estudios hidrológicos en sus respectivas dependencias, e intercambiar éstos con otras oficinas.
- 4o.- Debe agilizarse el complejo administrativo-financiero del Estado en todo lo relacionado con las obras sanitarias.
- 5o.- Debe estudiarse en cada caso particular el sistema de tarifas para los servicios de abastecimiento de agua.

- 6o.- Debe estudiarse la posible integración en una sola institución, de todas las dependencias que actualmente se dedican a resolver problemas de abastecimientos de agua, con el fin de contar con un fuerte caudal económico y emprender estudios que las dependencias existentes no alcanzan a cubrir, evitando la duplicidad de esfuerzos y agilizando todo el sistema burocrático.
- 7o.- Debe legislarse por una protección y conservación de los recursos hidrológicos, sobre todo en las zonas de los nacimientos de agua.
- 8o.- Se deben efectuar periódicamente aforos de las fuentes y exámenes de muestras de agua en los sistemas construídos, llevando de esto un estricto control.
- 9o.- Debe existir comunicación inmediata y constante con la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria para elaborar conjuntamente normas oficiales de construcción de abastecimientos de agua.
- 10o.- Deben promover que visiten las obras en construcción, tanto el personal de diseño, como el de presupuestos, para que conozcan debidamente los métodos de trabajo en la ejecución.

A la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria:

- 1o.- Debe continuar con los estudios de demandas de agua, y divulgar toda esta necesaria información.
- 2o.- Colaborar con las Instituciones que diseñan y construyen servicios de agua, para la elaboración y revisión de normas de diseño y de construcción de abaste

cimientos de agua.

- 3o.- Dentro de sus programas de simposios, seminarios y cursos cortos, deben incluir los temas de **Diseño, Construcción y Supervisión de Obras Sanitarias.**

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Bonilla, Ing. Luis C. "Normas para el estudio, diseño y construcción de acueductos en localidades pequeñas". VII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria. Uruguay, Octubre de 1960.
- 2.- Velasco Curiel, Lic. Francisco. "Cooperación y coordinación para resolver el problema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en México". Simposio sobre agua potable y alcantarillado, México, Abril de 1966.
- 3.- Olivero h., Ing. Humberto. "Financiamiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado". Simposio sobre agua potable y alcantarillado, México, Abril de 1966.
- 4.- Araneda Castillo, José Gilberto. "Normas tentativas para la construcción de obras de introducción de agua potable", Tesis, Guatemala, Agosto de 1968.
- 5.- Calderón de Ordóñez, María Antonieta; José Eduardo Ordóñez Marcucci. "Aprovechamiento integral de esfuerzos para la introducción de agua potable en la comunidad de San Carlos y Mesillas", Tesis, Guatemala, Julio de 1969.
- 6.- Organización Panamericana de la Salud. "Seminario sobre diseño de abastecimientos de agua", Buenos Aires, Argentina, Septiembre de 1962.

- 7.- Organización Panamericana de la Salud. "Agua, conferencia regional sobre abastecimiento de agua en las Américas", Washington, D. C., Marzo de 1966.
- 8.- Ingeniería Sanitaria, Organó Oficial, Publicaciones: (Vol) 16, (Vol) 17, (Vol) 18, (Vol) 19; años: 1963, 1964 y 1965.


RAFAEL ANGEL BOLANOS E.


ING. FRANCISCO CAMPOS Q.
Asesor

Vo. Bo.


ING. RODOLFO GONZALEZ M.
Director Escuela Regional de
Ingeniería Sanitaria

IMPRIMASE:


ING. MAURICIO CASTILLO C.
Decario