

# MATERIALES Y EQUIPOS, SU EFECTO SOBRE NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA \*

CHARLES A. MORSE, JR.

*Ingeniero Sanitario de la Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud†*

Hoy nos encontramos con un mercado donde se consiguen más fácilmente que nunca, y en mayor proporción, nuevos materiales, equipos y métodos, de lo que resulta un estímulo a la selección y al uso inteligente de los productos en venta. Los criterios de diseño ya no están supeditados a las mismas limitaciones materiales y de procedimiento a que hemos estado acostumbrados.

No cabe la menor duda que no se está sacando de esos nuevos adelantos el máximo de ventaja. Y esto ocurre por muchas razones, entre las que se encuentran el desconocimiento de la existencia de tales adelantos, la poca familiaridad con sus características, el conservadorismo innato, barreras comerciales que impiden la venta de los nuevos productos, y, hasta a veces, las ideas preconcebidas. Todavía otra razón, quizá secundaria en casi todos los países, son las normas anticuadas que requieren el uso de ciertos materiales y excluyen los más recientes.

La construcción de la mayor parte de las instalaciones de abastecimiento de agua por cuenta del erario público, y hasta la concesión de subsidios para la operación de las mismas, ha tenido un efecto profundo en el diseño de los proyectos. En efecto, el proyecto nunca ha tenido que pasar por la prueba de su solvencia económica: ¿Se puede sostener por sí mismo? Esto ha significado que el ingeniero encargado del diseño sólo tenía que encontrar la solución técnica más evidente y aplicar las normas y prácticas habituales; no tenía porqué arriesgarse y

buscar algo nuevo que redujera el costo de la obra. La ingeniería cumple su cometido cuando el servicio de abastecimiento tiene que financiarse por sí mismo, y es necesario optar por las alternativas más económicas.

Hay que aclarar que este informe se refiere sobre todo a las miles de pequeñas ciudades y pueblos de América Latina. Las grandes ciudades, como Buenos Aires, por ejemplo, obtendrán la mejor asesoría de la ingeniería para sus planes, los que podrán ser fácilmente autofinanciables. La verdadera lucha está en los pequeños centros urbanos, los cuales, por su número y tamaño, contarán con una ingeniería mediocre. Los hombres más calificados, tales como los presentes en esta reunión, son muy pocos para hacer más que supervisar y establecer normas.

Desgraciadamente, es justo en tales pequeños centros urbanos en donde se necesitan más iniciativa y las ideas más audaces en materia de construcción de obras cuyo importe pueda pagar el vecindario. Pueden ser armas muy útiles en este empeño el uso mayor posible de nuevos materiales, nuevas aplicaciones de materiales conocidos, de equipo e instrumentos de tipo avanzado, y nuevos métodos de construcción.

## *Materiales*

Los materiales que más influirán en las instalaciones de agua y de alcantarillado, y en sus normas de diseño son los plásticos, en particular tubería y accesorios. Su poco peso, su elevado índice de flujo, su fácil manejo y su precio razonable, los hacen muy ventajosos en todos los casos, en especial fuera de los centros urbanos principales. Sus desventajas, entre ellas su sensibilidad a la temperatura, lo poco que se sabe sobre su durabilidad, las dificultades de sus

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

† Actualmente del Banco Mundial.

conexiones de servicio bajo presión, su pobre conductividad, son de escasa importancia en tales circunstancias. También hay muchos otros materiales, tanto nuevos como antiguos perfeccionados. Para los casos del elevado costo de transporte y de la falta de hormigón en las zonas selváticas, pueden ser indicadas tuberías de plástico y de arcilla vitrificada. Los medidores de diseño perfeccionado, incluso los de cojinetes de nilón, de transmisión magnética, de vidrio irrompible, etc., facilitan el mantenimiento y la prueba, y permiten más libertad en cuanto a su localización. Aceros de gran resistencia permiten construir depósitos a precios más ventajosos y fabricar tubos pretensados más livianos y mayores. Mejores coagulantes pueden modificar los períodos de retención y cambiar las tasas de dosificación. Un revestimiento más efectivo ampliará el uso de los varios materiales de tubería. Aditivos para concreto pueden al final evitar la corrosión del alcantarillado por los sulfuros. Pero para aprovecharse de estos adelantos, el proyectista ha de estar familiarizado con ellos y ser capaz de utilizarlos. Esto, a su vez, dependerá en gran medida de una cuidadosa evaluación y de especificaciones adecuadas.

La falta de especificaciones puede ser una razón principal de que no se utilice un material dado. Sin duda, el uso en mayor escala de tuberías y accesorios de plástico ha estado pendiente de su aceptación general por los ingenieros de Estados Unidos y de Europa, y de la formulación de las especificaciones pertinentes. La insuficiencia de datos y especificaciones relativos a la tubería de concreto pretensado sin cilindro ha impedido su aplicación en mayor medida. Se ha reconocido, por supuesto, que las especificaciones difícilmente se pueden formular sin antes haber acumulado la experiencia suficiente sobre las características de las materias primas, los métodos de producción y los procedimientos de utilización del material correspondiente. Pero aun cuando haya experiencia suficiente para indicar que está prudentemente justificado el riesgo de usar el material, sólo se utiliza en cantidad cuando hay especificaciones adecuadas.

Esta actitud se debe en parte a que, al faltar las especificaciones, hay poco control posible de la calidad y puede ser que muchos fabricantes secundarios no sean capaces de producir, en forma regular, mercancías satisfactorias, y aun pueden a sabiendas adulterar su calidad. También hay la tendencia natural a precipitarse en la explotación de un nuevo producto antes de probarlo debidamente. La industria de los plásticos es un ejemplo reciente de ello, aunque lo mismo ha pasado con casi todo material nuevo, y hay que esperar que siga ocurriendo en el futuro.

En la práctica se nota que las especificaciones se originan en el extranjero y luego se importan, con o sin modificaciones. Estas normas, pues, deben ser aceptadas antes por los usuarios del material en cuestión en América del Norte o en Europa. El orientarse por el juicio de la industria hidráulica europea y norteamericana es recomendable por muchas razones, aunque implique alguna demora y que las normas y prácticas impuestas de acuerdo con determinadas condiciones deban aplicarse en otras completamente distintas.

Entre las muchas y diversas especificaciones de los mismos artículos se advierten muchas veces diferencias apreciables de la severidad de los requisitos. El proyectista y el comprador tienen que escoger entre distintos estándares o patrones—todos preparados por personas calificadas. Un requisito que uno encuentra esencial, otro lo ignora. De más está decir que, en estos casos el ingeniero ha de aplicar su criterio. Objetivamente hablando, la gran mayoría de los ingenieros no se sienten con la necesaria competencia para discrepar de una especificación técnica, y tampoco se cuenta por lo general con el consejo imparcial de un experto. Las razones en que se fundan las especificaciones rara vez se publican, y muchas veces se consideran confidenciales a fin de no poner en situaciones difíciles tanto a los productores como a ciertos compradores. Si bien esto es comprensible, sólo conduce a una aplicación un poco mecánica de los requisitos enumerados.

Las diferencias entre las especificaciones de Estados Unidos y de Europa son las más importantes, por ser estos los dos mayores productores y cuyos fabricantes cuentan con agentes de venta activos, vigorosos y competentes, que conocen bien los defectos de la competencia comercial. Resulta que el ingeniero comprador puede encontrarse en una situación difícil. Por extraño que parezca, es más fácil insistir por lo general en los requisitos más difíciles; raro es que una persona sea criticada por escoger lo mejor o lo más seguro. Sin embargo, puede ser que un requisito menos estricto sea suficiente y permita un precio más bajo.

Hay cierta justificación en la queja de que las especificaciones de Estados Unidos son innecesariamente rígidas a causa de la distinta escala de costos de este país, mientras que los procedimientos europeos cuadran mejor con las condiciones latino-americanas. En cambio, se puede sostener que las especificaciones de Estados Unidos están más influidas por el punto de vista del consumidor, mientras que las europeas lo están por el del productor.

La gran mayoría de las especificaciones son bastantes satisfactorias para condiciones normales; lo que conduce a los fracasos son las condiciones excepcionalmente difíciles. Formular especificaciones para todas las variaciones probables sería aumentar innecesariamente el costo del producto de uso normal. La solución más evidente para el proyectista consiste en incluir los requisitos especiales que sean necesarios para las condiciones extremas, cuando éstas pueden proveerse. La dificultad principal aquí es que, por inexperiencia o por estudios apresurados, no se prevean los peligros excepcionales y como resultado se llegue al fracaso final. Es igualmente evidente, pues, que la solución se halla en un estudio más profundo y en las normas de diseño, y no en la aplicación general de especificaciones muy rigurosas.

Se reconoce que la aplicación de las especificaciones no se puede hacer a ciegas. Aunque dos especificaciones parezcan a veces tener usos finales casi idénticos, los

materiales básicos pueden tener características diferentes. El hierro fundido y el asbesto-cemento nos ofrecen un ejemplo notable de materiales que compiten entre sí en condiciones normales, en las que las ventajas de uno sobre el otro compensan, pero son estas ventajas especiales las que cuentan en condiciones extremas. En tales casos es cuando el proyectista ha de indicar específicamente el material que se requiere. Se ha sugerido la conveniencia de que en las especificaciones se discutan los usos finales y las limitaciones de los materiales en cuestión.

Además de las condiciones físicas de servicio tales como temperaturas extremas, movimientos de tierra, precipitación y propiedades del suelo, transporte, etc., la posible alternativa de otros materiales tendrá un efecto importante sobre las especificaciones. Las que permitan sección más delgada de pared de tubería de hierro fundido, con hierro de mayor resistencia a la tensión, han sido perfeccionadas en cierto grado como respuesta a la competencia del asbesto-cemento. La tubería de plástico tiene la tendencia a seguir una pauta similar a fin de poder hacer frente al precio de la tubería de acero galvanizado o de hierro.

A falta de especificaciones adecuadas, se puede recurrir a las marcas más acreditadas y al consejo de los vendedores autorizados. Este procedimiento se puede recomendar como último recurso, aunque, sin embargo, tiene sus ventajas. Hay algunas compañías que por mucho tiempo han operado en el terreno del abastecimiento de agua y cuyo nombre es garantía de calidad. Tales compañías, están interesadas en operaciones a largo plazo y deben conocer a fondo las aplicaciones y limitaciones de sus artículos.

La vida probable de los componentes de un proyecto no es suficientemente considerada. Muy a menudo se acepta un período de diseño de, digamos, 20 ó 30 años; y el proyecto basado en este período tal vez asuma una "saturación" de la población en ciertas zonas. La tubería en especial puede tener una duración útil de hasta cien años, y las estructuras, casi lo mismo; en realidad,

es más probable que lleguen a ser anticuadas antes de que se deterioren por el uso. Dada la carestía de fondos capitales y la dificultad de la imprevisión, es una proposición dudosa el construir para más de treinta años; al menos la alternativa de hacerlo, debe ser considerada con atención. En todo caso, subsiste el problema de la relación entre la durabilidad de los materiales y el período asignado al diseño.

Podemos examinar el uso de los materiales de calidad inferior a fin de hacer un proyecto económicamente posible. En una ciudad de algunos miles de habitantes, donde el sueldo diario de un jornalero inexperto es de \$1,00 (E.U.A.), cuando trabaja, ¿por qué no usar tubos de concreto sin refuerzo en las alcantarillas, que cuestan sólo dos tercios de lo que cuestan los tubos de concreto armado? ¿Por qué no usar tubería de asbesto-cemento de 45 libras por pulgada cuadrada de presión, y de 2 pulgadas de diámetro con conexiones a domicilio de media pulgada de acero galvanizado? Si la ciudad prospera de pronto por efecto del desarrollo económico, será imposible predecir en qué grado—y cualquier cosa hoy día parece razonable—será anticuada mañana; si no hay prosperidad de momento, se habrá instalado un servicio marginal de acuerdo con las condiciones y al nivel de la capacidad locales de pago. Por otra parte, se puede argumentar honradamente que cuesta un poco más instalar cañerías de diámetro mayor y de mejor clase, y que se tiene entonces más capital invertido para el futuro y un margen cómodo de seguridad. En ambos casos, el conocer bien el costo y los materiales es esencial para planificar a conciencia.

### *Equipo*

La utilidad de los equipos de tratamiento ha sido el tema de acalorados debates, si bien de pocos análisis objetivos de su importe. Sin duda, donde el terreno y la mano de obra cuestan mucho, las instalaciones equipadas en alto grado son ventajosas; pero los países latinoamericanos tienen

superabundancia de tierras y de mano de obra. La instrumentación merece más atención de la que ha venido recibiendo, cuando, en vez de reemplazar el esfuerzo humano, lo complementa.

El constante progreso técnico puede muy pronto convertir en no económico el equipo con que se cuenta, y puede también convertir en anticuadas las estructuras correspondientes. Los generadores y los motores eléctricos y los de combustión interna han llegado a ser más compactos; los cloradores, mucho más sencillos y más seguros, y las bombas centrífugas para desagües pueden adaptarse ahora a cualesquiera condiciones de bombeo.

Tal vez en ningún otro caso se haya hablado tanto y se haya prestado tan poca atención al rendimiento de las bombas. Las unidades de bombeo se aumentan por etapas basándose en un consumo teórico; se obtienen bombas para pozos en base a un presunto rendimiento de los pozos, y es muy raro que se revisen las eficiencias de bombeo con el objeto de reemplazar las unidades por otras más eficientes.

El equipo para mantenimiento puede afectar directamente las normas establecidas; un ejemplo sobresaliente es el espacio entre pozos de visita en las líneas del alcantarillado. El hecho de contar con equipo en este terreno no es tanto una cuestión de ahorro de mano de obra, sino de hacer o no hacer el trabajo. La base del éxito de cualquier proyecto, es el mantenimiento adecuado; pero, con alegre despreocupación se da por descontado que lo hay, o ni siquiera se tiene en cuenta, si bien, de hecho, casi siempre resulta deficientísimo. De todo proyecto deben formar parte los planes de mantenimiento y las recomendaciones al respecto; y al estimar el presupuesto de la construcción, hay que tener en cuenta también las especificaciones y el importe del equipo y de las herramientas que el mantenimiento requiere.

Los detalles de la operación del sistema deben estar siempre presentes en la mente del proyectista. Si bien esto es válido en general para todas las fases, tiene singular

importancia en la de evaluación del equipo. Son numerosos los casos de operación defectuosa y de mantenimiento mediocre. Las normas deben anticipar el posible problema y exigir cuantas seguridades sean prácticas para evitar su ocurrencia. Las comparaciones de precios, los programas de adiestramiento, y el presupuesto funcional, deben formar parte de un proyecto completo con igual razón que los cálculos del gasto de las tuberías.

Se encuentra considerable dificultad en la especificación de los equipos, por ser éstos, en su mayoría, producidos en serie y patentados. A causa de su naturaleza especial son los menos sujetos al control inteligente del comprador, quien debe depender en gran medida de la capacidad y de las buenas intenciones del proveedor. La mayor parte del equipo sólo se especifica en función de lo que se espera que haga—requisito que, a veces, sólo tiene valor mientras dura el plazo de la garantía.

### *Construcción*

A causa de los diferentes elementos a considerar en el costo de construcción, las prácticas de llevar ésta a cabo están menos sujetas a la importación directa. La concentración de las obras en la empresa privada, significa que dichas prácticas serán más flexibles y conformes con las condiciones locales. En América Latina la mano de obra cuesta menos y el capital mucho más aún que en Europa. Esto, combinado con una actividad de construcción más errática y limitada, impone un mínimo de inversión en equipo especializado. Ciertas técnicas especiales, como el pretensado, no estarán por lo tanto tan al alcance de dichos países.

El proyectista ordinario no siempre toma en cuenta lo bastante los métodos y problemas de construcción. Es sabido que muchos proyectistas, entusiasmados en hacer diseño puro, acaban con algo casi imposible de construir. En muchos organismos gubernamentales parece que hay barreras entre el departamento de construcción y la oficina de proyectos, a tal extremo que el proyectista

no puede ni siquiera estar al corriente de las limitaciones de la construcción. Es precisamente en ese molde de las realidades de la construcción y del proyecto donde las firmas consultoras pueden hacer una mayor contribución.

Los proyectistas debieran tener a su disposición todos los datos sobre el costo de construcción. Con la debida atención a las distintas combinaciones de los mismos, se puede obtener un sistema considerablemente más económico que con la aplicación de normas mínimas y cálculos de proyectos teóricos. No es ésta una idea nueva, ni tampoco muy utilizada en la práctica actual, quizás a causa de las muchas variables en juego. Los calculadores electrónicos pueden ser de gran ayuda, pero aun sin ellos, es posible hacer por lo menos refinamientos aproximados. Pueden mencionarse como ejemplos el costo del bombeo en comparación con el diámetro de la cañería, la pendiente del alcantarillado comparada con los diámetros, y la localización y dimensión de los tanques de almacenamiento.

Las normas deberían exigir suficientes datos fundamentales obtenidos sobre el terreno, de tal modo que los problemas que se presenten en la construcción sean conocidos de antemano. Hay que considerar desde el principio las características del suelo, aguas subterráneas, los datos meteorológicos sobre precipitación, las condiciones extremas del clima, las estructuras especiales que ya existan y factores similares. Además, son necesarios para un adecuado planeamiento de la construcción y presupuesto factores tales como oferta de mano de obra, especializada o no, escala de salarios, efecto de la estación del año en la oferta de mano de obra, los subcontratistas locales, etc.

### *Especificaciones e importaciones*

Una gran parte de la América Latina sigue siendo todavía un consumidor de productos manufacturados. Las especificaciones deben considerarse a la luz de la protección para el comprador, pero esta protección depende del grado en que se cumplan

las especificaciones requeridas. Si bien las especificaciones se mencionan muy a menudo, poco esfuerzo se ha hecho para asegurar su cumplimiento. Numerosos compradores creen que no pueden hacer mucho en el caso de deficiencias de menor cuantía, pues una vez llegada y probada la mercancía es impráctico devolverla o insistir en corregirla. Los servicios de firmas que inspeccionan y prueban los equipos en el país de origen, se conocen muy poco al parecer en América Latina.

El solo hecho de ser un importador de mercancías manufacturadas tiende a forzar la aceptación de las especificaciones extranjeras. Mientras que los productores puedan diversificar sus mercancías a tenor de las variaciones de todo un continente, no es probable que país alguno en particular pueda obtener, a precios razonables, un producto cuyas normas no sean las aceptadas en general.

Las limitaciones de las organizaciones internacionales de préstamo en lo que se refiere a la procedencia de los materiales, equipo y servicios, son generalmente de menor cuantía, aunque se indique preferencia por la compra en las Américas caso de tratarse de fondos de desarrollo social. Las organizaciones de préstamo pueden ayudar a mejorar las normas de materiales y equipos insistiendo en especificaciones adecuadas y procurando que haya la mayor concurrencia de subastadores. También pueden servir como una defensa contra presiones comerciales exageradas y contra abastecedores locales de ínfima calidad.

La apelación al mercado mundial es la más ventajosa al comprador a causa de la mayor oferta y de permitir una selección más variada. Hasta ha sido posible en ciertos casos obtener artículos por menos de su costo o ligeramente mayor por impaciencia del vendedor. Asumiendo que se cumplan los requisitos de calidad y que no se depende de una fuente particular para obtener productos adicionales, no hay excusa para no aprovechar tales ofertas.

Hay gobiernos que hacen empréstitos a

fin de facilitar sus exportaciones. La idea fundamental es, o era, estimular la exportación de los productos y de los servicios facilitando las condiciones de pago. Estos empréstitos restringen, naturalmente, la compra en países extranjeros al país prestario. Ocurre a veces que estos empréstitos están considerados, por uno o ambos interesados, como si fueran sobre todo de ayuda del desarrollo, a los cuales se les ha añadido incidentalmente una cláusula restrictiva a la compra en otros países. Esta manera de ver el propósito básico de la organización de préstamo ha dado lugar a algunas críticas injustas. Tales préstamos deben ser reconocidos como lo que son, y al analizar el importe hay que tomar en cuenta tanto el valor de las mercancías como del dinero.

Las especificaciones debieran ser, como es natural, lo bastante concretas para poder comparar las licitaciones. Se requiere prestar más cuidado en este caso a la compra en el extranjero a causa de la mayor variedad de vendedores y de las condiciones incidentales. Aunque se mencione una especificación particular, no es nada seguro que todos los licitadores accedan a ella, o hasta que la entiendan.

#### *Especificaciones y producción local*

Las especificaciones pueden ser de una ayuda considerable en cuanto estímulo de la producción local de calidad. Si hay oportunidad de obtener beneficios y una seguridad razonable de inversión, la producción local se desarrollará. Lo que puede ocurrir es que la competencia entre productos locales afecte más la disminución de la calidad que la de los precios. Por lo general, un productor serio es el primero en sentir la necesidad de un criterio de calidad y en tomar la iniciativa de estimular su formulación para su propia seguridad.

Las especificaciones elaboradas para los productos locales pueden ser más benignas, ya que los fabricantes locales obtendrán una actitud de mayor simpatía, y hay la creencia general de que el uso de los productos locales

debe ser permitido, aun cuando éstos sean algo inferiores. Por otra parte, la aplicación rígida de las especificaciones puede ser una arma defensiva contra la imposición de malos productos locales, y usarse también como estímulo de la superación de su calidad. Donde los esfuerzos tendientes a promover la industrialización condujeron a situaciones de monopolio por parte de productores locales, contra la importación, muchas veces los altos precios y la mala calidad son el resultado de esta falta de competencia—y las especificaciones adecuadas pueden al menos evitar la mala calidad. Aun cuando se acepte un nivel más bajo en favor de los productos nacionales, el organismo de control debe tender hacia una mejor calidad por medio de una continua y progresiva revisión de los límites mínimos aceptables.

Por lo general la discriminación entre los productos nacionales y los extranjeros no se efectúa sobre una base técnica. Una prohibición general o una escala de tarifas pueden ser impuestas por razones políticas o económicas, pero las especificaciones técnicas por lo común sólo favorecen los productos locales hasta que hayan sido modificados una vez que estén dentro de los límites aceptables.

Con el advenimiento del mercado común en América Latina, las especificaciones de materiales y equipos representarán un papel más importante que hasta ahora. Entonces la uniformidad entre las normas nacionales sería ventajosa. Se podrá ver que habrá menos razones para que haya diferencias nacionales, regionales o ambas a la vez sobre especificaciones de materiales y equipos que lo que se pensó al principio. La uniformidad continental en materia de especificaciones y de normas ejercería una gran influencia sobre los mercados locales y mundiales.

En ciertos casos, las instituciones gubernamentales producen algunos materiales, el más común de ellos, la tubería de concreto. Por medio de una contabilidad inadecuada y análisis incompleto de los costos, los precios pueden parecer bajos, a pesar de

que el verdadero costo de producción sea alto. A causa de la falta de competencia, la calidad de estos productos no es a veces satisfactoria.

#### *Formulación de especificaciones*

Al establecer un plan de acción básico para la formulación de las especificaciones, hay una serie de problemas que tener en cuenta. El tipo de proyecto y las normas de calidad serán mayormente responsables de la política a seguir. También ha de considerarse el problema de la preparación, revisión y publicación de las especificaciones.

Una cuestión fundamental es la de saber si los nuevos materiales y métodos deben aplicarse de inmediato y estudiar los resultados obtenidos en América Latina, o si primero deben pasar por un período de ensayo en otros países, y limitarse los países del continente a estudios confirmatorios. Si algún producto nuevo puede hacer el trabajo más económico, ¿es justificable esperar en otras partes una investigación exploratoria excesiva?

Las especificaciones explícitas y detalladas, tienen la ventaja de declarar claramente al productor, al comprador y al proyectista lo que cabe esperar de ellos. Por otra parte, las especificaciones de tipo más general exigirán al proyectista el uso de su juicio y le permitirán utilizar su imaginación al máximo. Los materiales de calidad mínima, adecuados en medida suficiente para hacer el trabajo, pueden ser necesarios para reducir lo más posible el costo por unidad, y los de mejor calidad pueden justificarse como una inversión para el futuro y por ofrecer un margen de seguridad mayor.

Se ha defendido el uso de los productos locales, aun cuando sean inferiores y más caros, a fin de estimular el desenvolvimiento económico en general y en particular la industria de abastecimiento de agua. Sin embargo, el pretender que el abastecimiento público de agua subvencione la producción local de materiales y equipo es una forma injusta de aplicar impuestos y una medida

contraria al desarrollo económico bien entendido.

Cada país tiene sus propias necesidades, y las condiciones locales son tan distintas unas de otras, que las varias especificaciones nacionales no pueden ser uniformes. Sin embargo, las técnicas de la ingeniería y los problemas de diseño son parecidos en todas partes, a tal punto que si el tipo general de economía fuera el mismo en todo el continente, las especificaciones en su mayoría podrían ser uniformes.

Aún más que la formulación de normas, las especificaciones de los materiales son el resultado de un extenso trabajo voluntario por miembros conscientes y entusiastas de grupos profesionales. De los comités de

especificaciones forman parte por lo general representantes de los usuarios, de los fabricantes y de los ingenieros consultores. Antes de la publicación de tales especificaciones se efectúan muchos trabajos de investigación y prueba, y aquéllas son objeto de una constante revisión. Toda especificación es usualmente un compromiso entre los diferentes representantes, un resultado de considerables concesiones en las reuniones del comité.

Sobre todo, una especificación es un instrumento, un medio para un fin, para facilitar el cumplimiento de las normas, las cuales son, a su vez, medios de alcanzar la meta final: adecuados abastecimientos de agua y servicios de alcantarillados para todos.