

**PRESENTACIÓN DEL LIBRO
HIDRÁULICA DE TUBERÍAS Y CANALES
ARTURO ROCHA FELICES**

29 de Noviembre 2007

PALABRAS DEL AUTOR

Dr.

Jorge Alva Hurtado, Decano de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI y Presidente del Capítulo de Ingeniería Civil del CP.

Ing.

Alfredo Mansen Valderrama, Jefe del Departamento de Hidráulica e Hidrología de la UNI

Ing.

Luis A. Barrantes, Secretario del Capítulo de Ingeniería Civil

Señores exdecanos Departamentales del CIP

Señores exdecanos de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI

Colegas, señoras y señores, amigos todos:

Estamos acá reunidos en el auditorio del Consejo Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros del Perú, en el día de la clausura de la Semana de la Ingeniería Civil, los integrantes de la gran familia conformada por aquellos cuya misión es la de contribuir al desarrollo y bienestar de la Humanidad. Me refiero a los ingenieros.

La obtención de mejores condiciones de vida es un anhelo permanente del ser humano. Pero, como sabemos, no es posible acceder a ninguna forma de progreso, desarrollo y bienestar, sin haber resuelto previamente

el problema de disponer de agua en cantidad suficiente, con la calidad debida, en el lugar preciso y en el momento oportuno.

El agua es fuente de vida y para conducirla a los lugares de aprovechamiento se usan los canales y las tuberías, estructuras hidráulicas que dan título al libro cuya publicación nos ha convocado.

Es por eso que hoy estamos reunidos en esta ceremonia que cuenta con la asistencia de autoridades de la Universidad Nacional de Ingeniería y del Colegio de Ingenieros del Perú, y de tan distinguido auditorio, cuya presencia agradezco, para presentar a la comunidad nuestro libro ***Hidráulica de Tuberías y Canales***, lo que ha hecho con gran generosidad y acuciosidad nuestro amigo y distinguido colega el ingeniero Alfredo Mansen Valderrama, Jefe del Departamento de Hidráulica e Hidrología de la UNI, a quien podría decirle refugiándome en Cervantes, que “*El halago tanto es bueno, como es bueno el que lo dice*”.

Veo entre los presentes a ingenieros y amigos de varias generaciones, algunos anteriores a la mía, otros contemporáneos y, la mayor parte, posteriores. Veo también a ex alumnos y estudiantes actuales. Veo a familiares, amigos y compañeros de colegio, algunos de nuestra más remota infancia, pero permanente juventud.

Trataré en la medida de lo posible de ser breve para cumplir con el programa establecido y, además, para tener presentes, como lo he hecho en otra oportunidad, unas palabras de Gracián: “*Lo bueno, si breve, dos veces bueno, y, aun lo malo, si breve no tan malo*”. A lo que, sin duda, podría añadirse lo afirmado por Cervantes: “*No hay razonamiento que, aunque sea bueno, siendo largo lo parezca*”.

La idea de escribir este libro de Hidráulica de Tuberías y Canales, nació hace muchos años, con la pretensión de ser muy sencillo y fácilmente accesible al lector. En el libro, presento los conceptos fundamentales acerca del flujo en conductos hidráulicos, es decir, vías artificiales de

agua, sean tuberías o canales, y por ello está dirigido fundamentalmente a los estudiantes universitarios de los cursos de Hidráulica y de Mecánica de Fluidos, así como a los ingenieros que se inician profesionalmente en esta especialidad. Este libro nació de las notas que preparaba para el dictado de mis clases en la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI.

En la preparación del libro he buscado una redacción clara, una exposición detallada y he tratado que el lector alcance un fortalecimiento de los conceptos fundamentales del flujo en tuberías y canales. He tratado de llegar, ojalá que con éxito, a lo que Ortega y Gasset llamó “*El frenesí de la claridad*”. El texto pretende tener, además, un carácter propedéutico con respecto a cursos aplicados y al ejercicio profesional.

Es un libro pensado y escrito en castellano, desde la perspectiva de nuestra realidad universitaria y profesional, en el que busco que el lector se familiarice con el hecho de que tanto los canales, conductos con una superficie libre, como las tuberías, conductos a presión, pueden describirse bajo los mismos conceptos básicos.

A su vez, la teoría expuesta permite analizar el flujo en tuberías que lleven cualquier fluido, como agua, aire, petróleo o gases, lo que proporciona al lector un arma valiosa para enfrentarse a los problemas que la moderna mecánica de fluidos plantea. El libro incluye asimismo el comportamiento de los túneles, pues éstos desde el punto de vista de su comportamiento hidráulico, son canales o tuberías.

El diseño y construcción de canales es una labor ancestral en el Perú, que se practica desde hace miles de años. Así por ejemplo, la vida en la costa peruana solo ha sido posible mediante la acción del hombre.

La costa peruana es una inmensa obra de ingeniería en la que los canales llevan el agua desde los ríos hasta los centros poblados y las tierras de cultivo para hacer posible la vida. Las irrigaciones surgen donde la lluvia es insuficiente para desarrollar una agricultura sostenida. Es decir,

aparecen en las zonas áridas, etimológicamente secas, como es el caso de la costa peruana y en las semiáridas como las hay en otras partes de nuestro país.

En una hermosa tradición cuenta Ricardo Palma como es que el inca Pachacútec, atendiendo a los ruegos de una pobladora del antiguo valle de Ica, quien le pedía agua para su comarca, habría ordenado hacia el año 1412 la construcción del canal de La Achirana, hasta ahora en servicio, y cuyo nombre significa según Palma, *“Lo que corre limpiamente hacia lo que es hermoso”*. Esta tradición expresa la importancia del agua y del riego en la costa peruana, problema éste que indudablemente había sido ya resuelto unos milenios antes de la llegada de Pachacútec al valle de Ica.

Desde la época en la que el hombre se instaló en la costa peruana, hace algunos miles de años, tuvo que realizar obras hidráulicas para aprovechar el agua escasa e inconstante de los ríos que bajan de los Andes. Ante la ausencia de lluvias útiles y teniendo a su disposición tierras aptas para los cultivos, el habitante primitivo se vio obligado a ejecutar obras de irrigación, las que, junto con los recursos provenientes del mar, le permitiesen su subsistencia. Los canales, tema del libro que hoy presentamos a la comunidad profesional y universitaria, son ancestrales en nuestro país. Sería larga la lista de canales preincaicos, como por ejemplo el Tayme, La Mochica, el Talambo o el de La Achirana, antes mencionado.

Dichas obras, que eran fundamentalmente rústicas y que estaban constituidas por bocatomas y canales, sufrían el impacto del exceso eventual de agua. En consecuencia, el habitante de la costa peruana debió enfrentarse, desde las más tempranas épocas y con cierta frecuencia, no sólo a la escasez, sino al exceso de agua de lluvia y a las crecidas de los ríos y, por cierto, al Fenómeno de El Niño y sufrir sus efectos.

El clima de la costa que, como sabemos, la mayor parte del tiempo es seco y moderadamente cálido, reúne las condiciones adecuadas para el desarrollo de un gran número de cultivos; sin embargo, se requiere del riego, lo que implica el desarrollo de obras de ingeniería.

Se debe tener presente que el desarrollo de las zonas áridas y semiáridas depende del modo como la población resuelva sus problemas hidráulicos. Uno de esos modos, el tradicional en la costa peruana, ha sido el desarrollo de proyectos de irrigación, los que en el más amplio sentido del término, se refieren al conjunto de acciones y obras encaminadas a lograr el desarrollo socioeconómico de una región árida o semiárida a partir del aprovechamiento racional y armónico de los recursos hidráulicos. Las irrigaciones constituyen esfuerzos gigantescos por modificar la naturaleza, por corregirla en provecho de los seres humanos. La costa peruana vista como hábitat del ser humano es una gran obra de irrigación.

En la costa peruana hay alrededor de 900 000 hectáreas cultivadas en las que es posible la vida humana. Esas 900 000 hectáreas son una gran obra de irrigación, construida y reconstruida durante años por el hombre para lograr que en un ambiente predominante árido pueda desarrollarse agricultura y realizarse los asentamientos humanos. Es así como más del 50% de la población peruana vive en el 0,7% del territorio nacional.

La aparición del Fenómeno de El Niño significa la alteración eventual de ese clima predominantemente seco y la ocurrencia de grandes lluvias y descargas de los ríos que tienden a destruir todo lo que el hombre hizo para poder vivir en la costa.

Así como la aridez nos lleva a obras de irrigaciones, el exceso de agua tiene que llevarnos a la indispensable prevención. Y esa es la vida en la costa peruana: un eterno contraste entre la falta y la abundancia de agua. En consecuencia, el agua, por escasez o por abundancia debe ser la variable que controle nuestro desarrollo.

Los canales por su propia naturaleza deben ser estructuras de funcionamiento permanente, pueden reconstruirse, remodelarse y modernizarse, pero siempre se trata del mismo canal. La primera reconstrucción documentada del preincaico canal Tayme, en el valle de Chancay-Lambayeque se realizó después del terrible Meganiño de 1578.

Ya en la república hubo que construir canales como el de Uchusuma, por encima de los cuatro mil metros de altitud, para llevar unos cuantos litros a la campiña tacneña para complementar las escasas agua del río Caplina, que son tan pocas que según se dice su nombre significa *“El que no llega al mar”*.

El canal Uchusuma tiene la particularidad de que cómo está a tan grande altitud su superficie se congela, por lo que el cálculo hidráulico hubo que hacerse tanto como canal, con una superficie libre, como con un contorno cerrado.

Más recientemente ha habido que concebir grandes canales, como el de CHAVIMOCHIC, de casi 300 kilómetros de longitud para conducir las aguas del río Santa hasta las pampas de Paiján y Urricape atravesando los valles de Chao, Virú, Moche y Chicama. En otras partes de nuestro territorio, como la sierra y parte de la selva, también se construye canales.

Las tuberías, que antes se usaban sólo para agua, han adquirido una gran importancia, no sólo para las grandes redes de abastecimiento poblacional, sino también para el transporte de otros fluidos, como ocurre con los oleoductos y gaseoductos, cuyas consideraciones de diseño desde el punto del comportamiento de los fluidos están incluidas en este libro. Cuando se trata del Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos conviene recordar que Dios creó el agua, pero el hombre construye cada día los canales y las tuberías.

El estudio de los canales y las tuberías en la formación del ingeniero civil, y en los de otras especialidades, es pues, una necesidad. Y lo es también que pueda realizarse en un libro originado en nuestro país, en nuestro idioma y que esto ocurra en la Universidad Nacional de Ingeniería, que tiene 131 años sirviendo al Perú. De acá que deba detenerme un momento para examinar someramente los varios tipos de fuentes de conocimiento, todas muy importantes, que tiene este libro.

La primera que quiero mencionar es el estudio de la teoría. La moderna teoría sobre el flujo en canales y tuberías es del siglo XX y se encuentra en libros, revistas, contribuciones a congresos e investigaciones diversas. El estudio es una tarea constante que todo profesional debe realizar porque la realidad nos plantea siempre problemas diferentes y el mundo académico y profesional nos ofrece nuevos conocimientos para afrontarlos. El estudio constante permite obtener las bases indispensables para conocer la complejidad del movimiento del agua en particular y de los fluidos en general.

Otra fuente importante de conocimiento que me sirvió para la preparación de este libro se encuentra en la observación de la naturaleza. El flujo del agua está presente ante a nuestros ojos en todo lo que nos rodea. Desde niño, guiado por mi padre, formado en nuestra Casa de Estudios y de quien recibí las primeras lecciones sobre el comportamiento del agua, tuve la oportunidad de apreciar el flujo de los ríos, que hidráulicamente son canales, y conocer de sus particularidades. Recordemos que Galileo decía que para aprender debemos leer en el gran libro que está abierto ante nuestros ojos, que es la Naturaleza.

El trabajo en el laboratorio de hidráulica, al que he estado vinculado desde su construcción y puesta en marcha, y que fue creado por el ingeniero Daniel Escobar, permite la visualización de los fenómenos hidráulicos en tres dimensiones y comprender el porqué a la hidráulica se le ha llamado “*La ciencia de los coeficientes*”. Los ensayos de laboratorio, sea en investigaciones básicas o aplicadas, son un

complemento indispensable para conocer el comportamiento del agua. Permiten la comprobación, complementación y corrección de las leyes que establecemos en la hidrodinámica. En los ensayos de laboratorio adquiere plena validez la afirmación de que si los fenómenos observados no obedecen a las leyes establecidas, tanto peor para las leyes.

Otra importante fuente, de las que cito sin prelación alguna entre ellas, es el ejercicio profesional, que nos permite enfrentarnos a problemas reales y a obtener soluciones, a veces en situaciones muy difíciles, con escasez de recursos, de tiempo y de información básica. Hacer es aprender, equivocarse es seguir aprendiendo. Nuestra geografía tiene grandes particularidades y retos y debemos aceptar que el único que no se equivoca es el que nunca hizo nada. De acá que el conocimiento y análisis de las fallas sea una fuente importante de conocimiento y que nos permiten seguir aprendiendo. Podríamos acá recordar a Séneca: *Error es humano, persistir en el error es diabólico.*

La preparación de este libro ha tomado muchos años, pues es el producto de las clases del curso de Mecánica de Fluidos II que he dictado en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. De acá que otra de las fuentes importantes de este libro haya sido la preparación de las clases y su dictado, las intervenciones de los alumnos, las prácticas, la corrección de exámenes, las asesorías y las direcciones de tesis, que han permitido enriquecer mi experiencia y aspirar a que lo que escriba se acerque a sus lectores.

Al publicar este libro no puedo dejar de recordar y agradecer a mis numerosos alumnos quienes fueron mi fuente principal de inspiración. Con sus preguntas e inquietudes contribuyeron en su oportunidad a la búsqueda de claridad en la redacción y en la exposición de los conceptos. Vienen acá a mi memoria unas palabras de San Agustín: *“El oficio de dar sirve de mérito para recibir y el de enseñar, de fundamento para aprender”*.

Si tuviese que resumir, para mi caso particular, las cinco fuentes de conocimiento mencionadas quisiera recordar que *más importante que lo que he escrito, es lo que he leído y más importante que lo que he leído es lo que he vivido.*

El libro consta de nueve capítulos. Los siete primeros aparecieron publicados en forma de folletos a partir de 1971. El texto que ahora se presenta ha sido íntegramente revisado, actualizado, cuando ha sido necesario, y complementado debidamente. El libro tiene deducciones detalladas, ejemplos resueltos y problemas propuestos.

Al exponer los temas de este libro, en el que se combinan la teoría, originada en gran parte en el mundo bidimensional, y la experimentación, esencialmente tridimensional, he tratado de seguir una posición rigurosamente cartesiana sin aceptar ninguna autoridad que no sea la de la propia razón y he tratado de seguir la primera regla de Descartes en su *Discurso del Método*: «*No aceptar nunca como verdadero lo que con toda evidencia no conociere como tal*».

La publicación de un libro, y ésta no es una excepción, es un proceso que empiezan con la concepción de las ideas iniciales, el establecimiento de un propósito definido, muchas otras etapas intermedias, que sería largo detallar, y que debería culminar cuando el libro llega a las manos del lector. Quisiera distinguir tres momentos principales en este largo proceso.

El primero de ellos es escribirlo, en el sentido literal del término, lo que implica una gran labor previa, a la que me he referido anteriormente al mencionar las varias fuentes que me sirvieron de base.

Finalizado el manuscrito, llega el segundo momento que es el conseguir un editor. Tarea difícil porque en el Perú se escribe poco y se publica menos. Más adelante me referiré a algunos detalles de este segundo momento.

Y, el tercer momento, que parecería haber terminado hoy día, en realidad recién empieza. El tercer momento, que es el más difícil, es conseguir que alguien lea libro. Cuando esto último se realice me sentiré satisfecho.

Y al llegar a la finalización de estas palabras viene para mí lo más importante, que es agradecer a todos aquéllos, que son muchos, que han hecho posible este libro, y agradecer de antemano a los que lo leerán.

Mi agradecimiento empieza por referirme a los varios jefes de práctica que me acompañaron durante el dictado del curso, en especial a los ingenieros Edgar Rodríguez Zubiato y Guillermo Maisch Molina, cuya contribución en la preparación de los problemas, a través de las prácticas, fue muy importante.

Agradezco asimismo a las autoridades universitarias que han hecho posible la aparición de este libro. Al doctor Javier Piqué del Pozo quien cuando fue decano de la Facultad en el periodo 2000-2003, acogió con entusiasmo la idea de la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil de publicar el libro y dispuso las labores necesarias para la composición del texto, la cual, así como los dibujos, diagramación general y preparación de la edición, fueron realizados en una meritoria y paciente labor por el bachiller en ingeniería civil Marlon Gala García y terminados al finalizar el decanato del doctor Piqué el año 2003.

Merece un especial agradecimiento el Dr. Jorge Alva Hurtado, decano de la Facultad de Ingeniería Civil, elegido en el presente año 2007, quien al hacerse cargo del decanato ordenó de inmediato la impresión del libro que ahora se presenta a la comunidad universitaria.

Agradezco también a los muchos profesores del departamento de Hidráulica quienes me manifestaron reiteradamente su deseo de ver publicado el libro, al ingeniero Sabino Basualdo por las coordinaciones para su impresión, en especial al ingeniero Edgar Rodríguez Zubiato,

quien fue director del Laboratorio Nacional de Hidráulica, por la preparación del generoso prólogo y por sus esfuerzos continuados por lograr la publicación del libro, a mis antiguos alumnos, razón de ser del libro, y a todos ustedes por su presencia el día de hoy.

Muchas gracias.

29.XI.07