

# IDENTIFICACIÓN DE MEJORA EN EL PROCESO DE GENERACIÓN DE PROTOTIPOS DE MODELOS HIDRÁULICOS EN 3-D

Fidel Rafael Gómez Mendoza, Carlos Isaac Tapia Bustos y Alejandro Martínez Rodríguez

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.

E-mail: rafaael\_gomez@tlaloc.imta.mx, carlostapia26@gmail.com, alejomarts@gmail.com

## Antecedente

La utilidad de los modelos físicos hidráulicos es indiscutible para la predicción de comportamiento de obras hidráulicas, con base en fenómenos y procesos observables a través del tiempo; contribuyen a establecer condiciones de riesgo o factibilidad de una obra hidráulica. La información que aportan siempre supera el alcance de la obtenida con modelos numéricos o matemáticos; todos simulan parámetros y factores indeterminables que se generan parcialmente como caja negra, en forma pragmática; con exactitud razonable, siempre involucrando competencia de conjeturas y técnicas de sistemas dinámicos.

La incursión en la tecnología 3-D para generación de prototipos de estructuras hidráulica en modelos a escala constituye una alternativa idónea para elementos de geometría compleja. Esta tecnología cambia el paradigma local de construcción y permite obtener la resolución  $\sim 0.2$  mm lo que permite la modelación de flujo y performance de obras hidráulicas a escala superiores a los ámbitos requeridos a los parámetros a evaluar.

La experiencia alcanzada en esta incursión ha permitido detectar mejora en la generación de prototipos, optimando los elementos en modelos de diversos materiales. La versatilidad de la técnica ha permitido discriminar los componentes que es conveniente generar y emplear estructuras compuestas; incluso modelos dinámicos para esclarecer comportamiento y obtener información para toma de decisiones oportunamente. Además de dispositivos como turbinas para estaciones de generación con mini-hidráulica y estructuras para viabilidad de este tipo de generación ante el auge del uso de energías renovables.



**Figura 1.-** Transición de entrada de túnel, con pila central, con recubrimiento catalizado para perfeccionamiento de superficie y protección contra intemperismo y operatividad Desarrollo.

La integración de prototipos generados en 3-D para modelos hidráulicos a escala y equipos hidráulicos, e.g. compuertas, turbinas, receptáculos y accesorios, contribuye a evaluar el comportamiento del sistema estructural, y aportar información para toma de decisiones de la obra en dimensiones reales.

La experiencia acumulada de en este campo integrando un equipo de especialistas para optimar los recursos disponibles e identificar las limitaciones de esta tecnología 3-D, inicialmente para modelos hidráulicos. Simultáneamente, se ha desarrollado la generación de diferentes prototipos de turbinas para generación en el ámbito de mini-hidráulica, aprovechando la tendencia actual de utilización del uso de energía renovable y la capacidad disponible del laboratorio de hidráulica. Considerando que este tipo de generación se ha

anquilosado en el país, a pesar de demostrar la factibilidad y rentabilidad en obras hidráulicas en el ámbito de medias y baja irrigación.

## Implantación

La implantación se detona al contar con el equipo de generación 3-D, y asignación de un proyecto; el nivel de desarrollo identificar los parámetros de generación en corto tiempo; no obstante, debe considerarse que el amplio destino común de los prototipos 3-D no es está orientado a conformidad dimensional y funcional, como es requerido en modelos a escala.

Del modelo a escala, se requiere identificar los componentes críticos factibles de generar en 3-D, considerando dimensiones, tiempo de generación y otras alternativas de construcción. Crear la representación gráfica de la estructura hidráulica que se requiere modelar, e.g. vertedor, transición de entrada, equipo, etc., generalmente proveniente de un archivo de AutoCAD Civil 3D®; diseñar la construcción y obtener una proyección geométrica en un archivo tridimensional, STereoLithography (STL) en gabinete, en constante desarrollo hasta su validación.

En este trabajo se comparte la experiencia acumulada, identificando aspectos asociados para lograr la integración de prototipos híbridos; así como la prospectiva a corto plazo de la técnica para esta aplicación.

La tecnología 3-D permite el diseño pragmático de turbinas, la versatilidad de optimar el diseño de turbinas por proceso iterativo, destaca el triángulo de velocidades, modificando los ángulos de Entrada 1, y Salida 2, de cada álabe del rodete de la turbina, seguido de evaluación de flujo en laboratorio y el proceso de caracterización de una turbina dada. La confirmación del coeficiente de velocidad  $\phi$  y diseño geométrico; fundamentado en la ecuación de Euler.

## Conclusiones

La demanda de prototipos en el campo de obras y equipos hidráulicos ha permitido la incursión y desarrollo incipiente de esta tecnología, al contar con aplicaciones reales, corroborando que constituye una excelente herramienta. Sin embargo, requiere de soporte metrológico, científico y analítico, para validar, desarrollar y establecer metodología de construcción de prototipos con un nivel tecnológico trascendente.

La tecnología 3-D ofrece una alternativa probada para atender la demanda de prototipos en el campo de obras y equipos hidráulicos, con base en aplicaciones reales, constituye una excelente herramienta, sin embargo, requiere mayor soporte metrológico, científico y analítico, para validar, desarrollar y establecer metodología de construcción de prototipos con un nivel tecnológico trascendente.

Implica del uso de materiales innovativos, acoplados a construcción compuesta de modelos híbridos. Permite la validación de prototipos con geometrías sofisticadas en lapsos cortos y a bajo costo, coadyuvando a la entrega de información para toma de decisiones en forma oportuna.

El uso de modelación 3-D para diseño y desarrollo, así como caracterización de turbinas permite la factibilidad de crear infraestructura propia, minimizando la dependencia de tecnologías en países de América Latina.

## Referencias

**De Siervo and De Leva** (1978). “*Modern trends in selecting and designing Kaplan turbines*”. *Water Power and Dam Construction*. Dec. 1977 / Jan. 1978.

**Ferrán Riquelme Flavio** (1992). “*Diseño hidráulico de una mini-turbina de tipo axial*”. *Instituto de Investigaciones Eléctricas, Morelos, México* 1992.