



## **PROYECTO DE COLABORACIÓN**

**DEPARTAMENTO:** Arquitectura, Construcción y Sistemas Oceánicos y Navales (DACSON)

**TÍTULO:** Investigación sobre la aplicabilidad del additive manufacturing a la fabricación de hélices marinas a escala modelo.

**EQUIPO DE TRABAJO:** Adrián Portillo Juan, Ricardo Abad Arroyo y Mónica Carboneras Chamorro

### **1. MOTIVACIÓN**

Dentro de los experimentos que se realizan en un canal de experiencias hidrodinámicas, los ensayos de propulsor aislado y auto-propulsión son dos de los más comunes. Estos dos tipos de experiencias cuentan con una particularidad desde el punto de vista económico/comercial. Las hélices a escala modelo se han fabricado tradicionalmente con máquinas de control numérico (CNC), debido a la precisión de esta técnica de fabricación, elevando su coste notablemente. Esto, provoca que, en la mayoría de los casos, los ensayos que se realizan para el armador/astillero se realicen con hélices de stock. En los últimos años, ha aparecido un interés por implementar técnicas de additive manufacturing (comúnmente conocido como impresión 3D) en la fabricación de modelos de propulsor. Sin embargo, acoplar este tipo de técnicas con los requerimientos de la ITTC en cuanto a tolerancias puede llegar a ser desafiante. La impresión 3D, independientemente de la técnica cuenta todavía con incertidumbres por la tolerancia de las maquinarias y el curado de los materiales que pueden llegar a impactar en las prestaciones del propulsor fabricado. El objetivo de este proyecto es realizar un estudio sobre la aplicabilidad de este tipo de técnicas en hélices a escala modelo en un rango de 10-30 cm de diámetro, poniendo especial énfasis en las incertidumbres que hay a lo largo del proceso y su dependencia de la escala del modelo. Se prestará atención no solo a las desviaciones geométricas entre el diseño y el propulsor fabricado, si no a imperfecciones, grietas, poros etc. surgidos durante el curado de los materiales.

### **2. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO**

El proyecto que se describe en el presente documento tendrá una duración de aproximadamente 6 meses con una dedicación de 12.5 horas semanales y será desarrollado por el alumno en cuatro fases que seguirán el siguiente esquema:

- **Fase 1:** Estudio de la literatura. Se realizará una primera fase de formación en la que el becario aprenderá a desarrollar un estudio de literatura consultando bases de datos indexadas y fiables. Esta fase se desarrollará durante el primer mes del proyecto.
- **Fase 2:** Durante esta fase se formará al becario en técnicas básicas de metrología en propulsores a escala modelo. Para ello, se medirá el paso y la cuerda a  $0.7R$  de una hélice ya ensayada fabricada a escala modelo con un pasómetro.



Paralelamente se fabricarán las primeras iteraciones de modelos con additive manufacturing, en la misma escala y a diferentes materiales. Estas se ensayarán a  $J = 0$  y se compararán los resultados con los de la hélice de stock. A su vez, se estudiarán los diferentes materiales empleados en la fabricación de los modelos mediante la aplicación de técnicas de ensayos no destructivos (líquidos penetrantes, radioscopia, ultrasonidos,...), con objeto de detectar posibles discontinuidades superficiales, como grietas o porosidades, o defectos internos en el material.

Esta fase se desarrollará durante el segundo mes del proyecto.

- **Fase 3:** Se obtendrán las curvas KT-KQ de la escala original para las hélices en impresión 3D.

Paralelamente se formará al becario en el uso de softwares CFD (Star-CCM+) para simulaciones de hélices en Open Water. Se desarrollará un set-up que se verificará y validará con las curvas OW de la hélice de stock. 7

Esto se desarrollará durante los meses 3 y 4 del proyecto.

- **Fase 4:** Se replicarán los modelos de propulsor en los diferentes materiales estudiados a diferentes escalas y se repetirá el proceso de mediciones geométricas y experimentales.

Los resultados obtenidos se compararán con los datos que se obtendrían de extrapolación a otras escalas a partir de la hélice de stock (según las recomendaciones de la ITTC) y de simulaciones numéricas.

Finalmente se realizará un estudio de las desviaciones/incertidumbres obtenidas con la escala del propulsor y se intentarán establecer relaciones o umbrales a partir de los cuales el additive manufacturing puede ser beneficioso desde un punto de vista económico.

- **Fase 5:** Debido a que este proyecto se trata de un estudio sobre el que aún hay muy poca literatura, y por tanto con un marcado carácter innovador, se tratará de recoger los resultados y las conclusiones que se deriven de este proyecto en un paper con el objetivo de realizar una publicación al respecto de este estudio.

La redacción, revisión y posible publicación del paper implicará el último mes del proyecto.