

# Plan de apoyo a talleres de Metal-Mecánica para construcción y reconstrucción de Rodetes de turbinas hidráulicas de PCH

Investigadores: Carlos O. Azucena Vásquez (UDB), Erick A. Blanco (UDB), Roberto Córdova (UCA), Axel Soderberg (UCA) y Juan Díaz (Hibronsa).



## 1 Introducción

El proyecto tiene como fin principal potenciar el avance de las industrias de la fundición y la Metal-Mecánica en el país. Actualmente, se ha logrado sentar las bases con los insumos tecnológicos necesarios en la construcción y reconstrucción de rodets de turbinas para pequeñas centrales Hidráulicas (PCH). Tal situación es acorde al plan maestro para el desarrollo de energías renovables en El Salvador,<sup>(1)</sup> aportando además al cumplimiento del primer lineamiento estratégico de la Política Energética Nacional que plantea: "La Diversificación de la matriz energética y el fomento a las fuentes renovables de energía", dando la pertinencia a nuestras actividades.

## 2 Objetivo

Desarrollar en el país la capacidad tecnológica necesaria para construir y reconstruir rodets de turbinas de hasta cinco megavatios para uso en pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH).

### 2.1 Objetivos Específicos

1. Desarrollar una metodología actualizada para los procesos de fundición de metales, con el objeto de producir masas de metal (acero en bruto, con forma definida, recién salido de la fundidora) que sirvan de materia prima para la fabricación de los rodets de pequeñas turbinas, siguiendo las normas asociadas al proceso, comprobando que la calidad de las masas metálicas obtenidas sea la adecuada, por medio de la utilización de instrumentos modernos de medición y de análisis de la composición química de dichas masas.
2. Utilizar un mecanismo de análisis en tiempo real, para la medición de la composición química de las aleaciones utilizadas en el proceso de la fundición vinculado a la obtención de las masas para los rodets de PCH.
3. Desarrollar una alternativa de solución al problema de reparación y suministro de rodets de repuestos para pequeñas turbinas hidráulicas.

## 3 Metodología

- 1- Investigación Documental e Investigación operativa: Encuesta, entrevistas y recopilación de conocimiento técnico y empírico sobre los procesos industriales involucrados.
- 2- Videoconferencias con proveedores de Software especializado en simulación de la fundición: con ALEA (España) y con ESI (Brasil).
- 3- Reuniones y visitas a Hibronsa (Soyapango), fundidora de acero, proceso de fundición en moldes de arena con resina fenólica. El modelo se construye en madera, para luego crear el molde con arena y resina, el cual se conforma dentro de las cajas metálicas de moldeo antes del vaciado.
- 4- Selección, compra y uso de software para crear modelo y molde del rodete: se consultó a ESI definiendo Quick Cast como el software a utilizar para el desarrollo del proyecto.



Figura 1: Detalles de Turbina Francis, a la cual se le rediseñará el rodete.

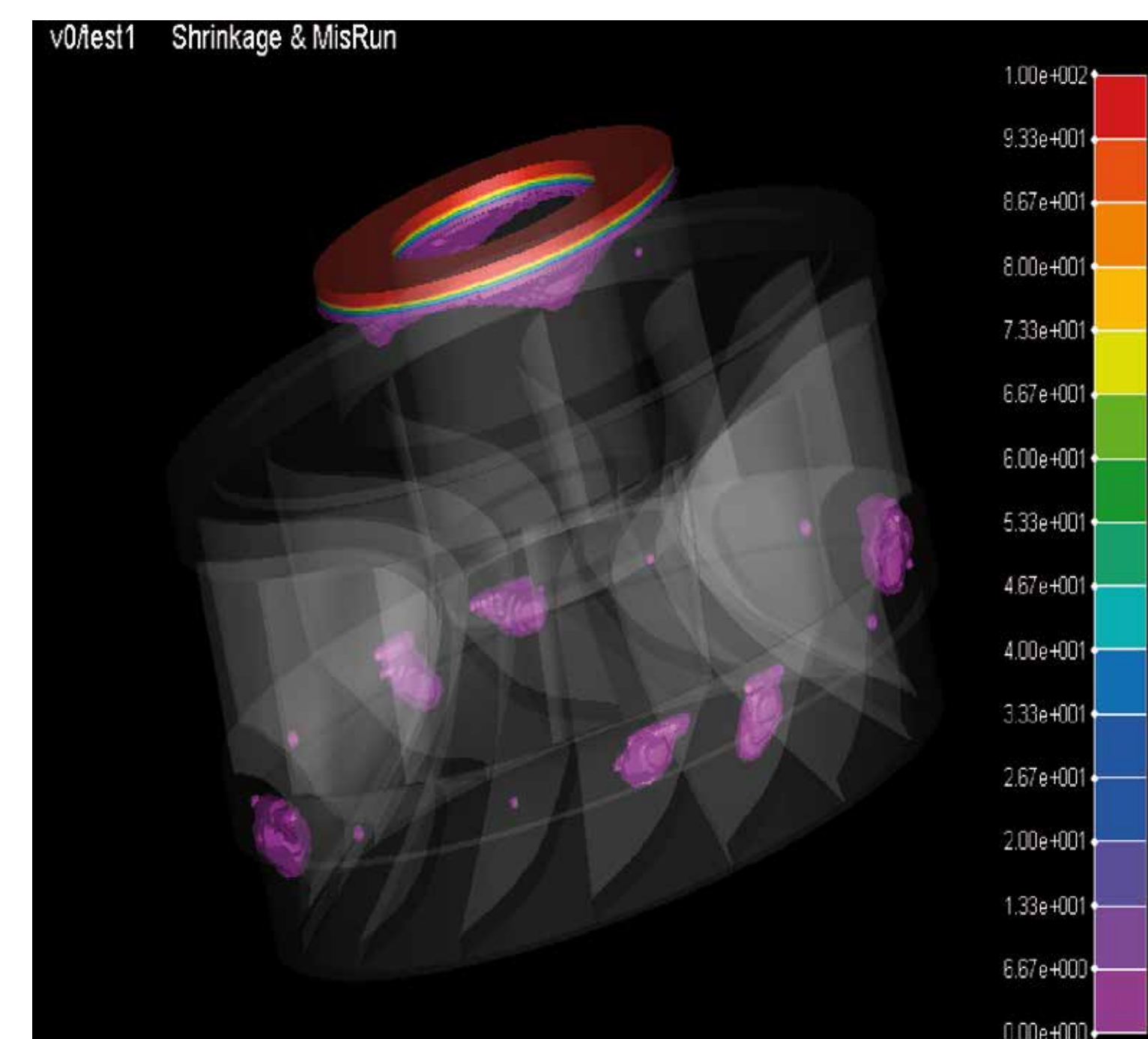


Figura 2: Detalles del sistema de llenado. Imagen generada desde Quick Cast.

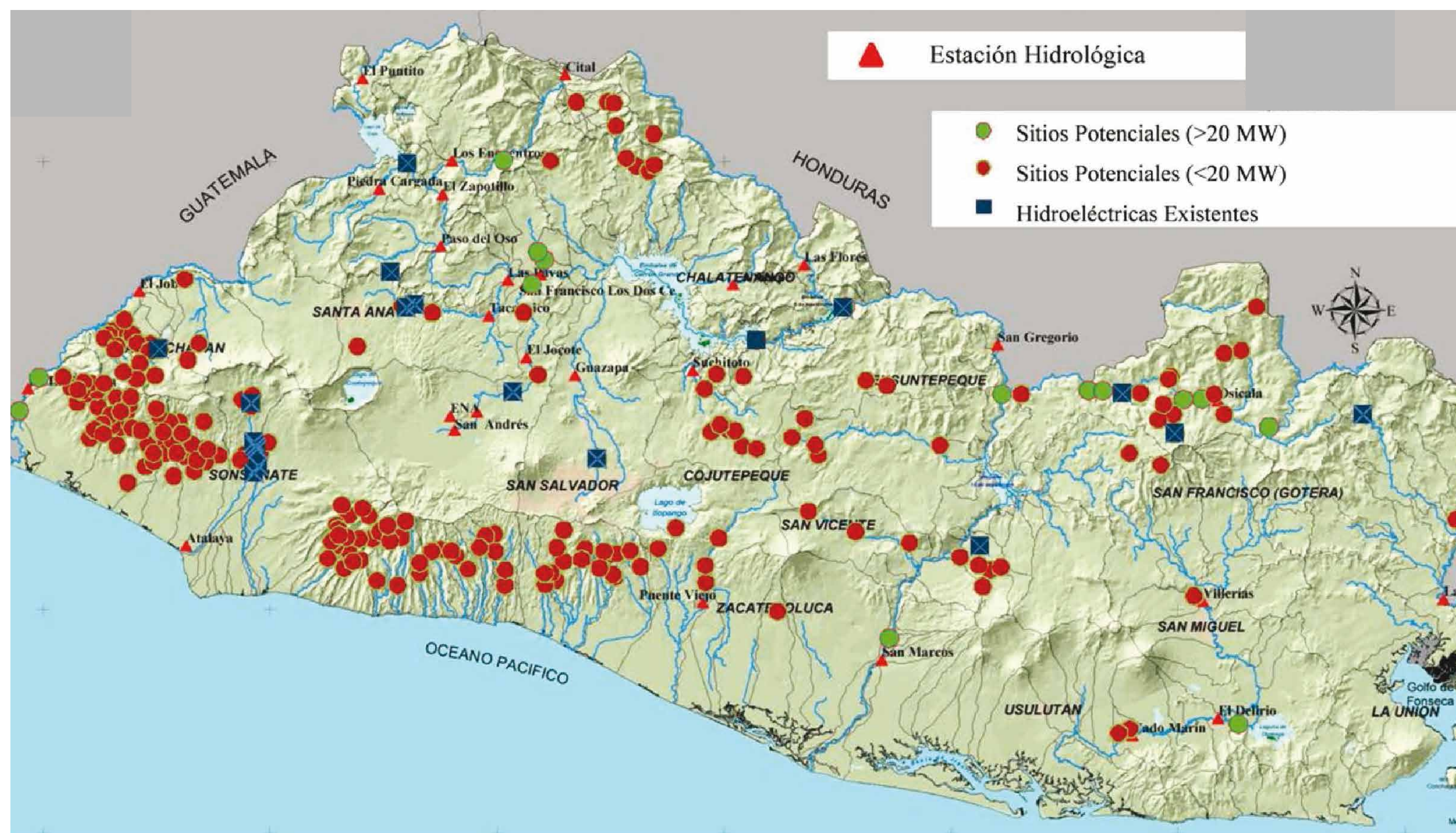


Figura 3: Ubicación de sitios potenciales para desarrollar PCHs

- 5- Compras de Insumos para la creación del molde en arena y del modelo de rodets, impresiones en 3D.
- 6- Medición de Rodets de PCH, realización de dibujos en CAD (Inventors y Solid Edge) además de uso Quick Cast para la optimización en el proceso de fundición.
- 7- Realización de proceso de medición de la composición química de la colada del acero, en Hibronsa, antes del proceso y durante el proceso de la colada.
- 8- Se ha definido los procesos para maquinar las masas para rodets, luego de fundidos, en orden siguiente: Desmoldeo, mecanizado inicial, tratamiento térmico post-fundido, revisión con líquidos penetrantes, mecanizado final, balanceo estático y finalmente balanceo dinámico.
- 9- Socialización del conocimiento generado a través de un curso libre: Introducción a la Simulación de los Procesos de Fundición en Arena

(1) Consejo Nacional de Energía (CNE), Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Plan Maestro para el Desarrollo de las Energías Renovables en El Salvador. San Salvador, Mayo 2012.

## 4 Conclusiones:

Se ha probado un proceso en el cual se pueden obtener insumos para la construcción y reconstrucción de rodets de pequeñas turbinas hidráulicas (PCH), para lo cual es necesario infraestructura tecnológica como un horno de inducción con recubrimiento de crisol para fundir aleaciones inoxidables (316 y 304 L). Además de usar un espectrómetro de gases para ajustar durante la fundida, la aleación deseada; en este caso el proceso se realizó para un equivalente a la norma ASTM A743 Gr CA-6NM.

## Bibliografía

- 1- Mataix Claudio (2009). "Turbomáquinas Hidráulicas" Universidad Pontificia de Comillas.
- 2- Max Adolph (1970). "Turbomáquinas, Tratado Fundamental" Escuela de ingeniería de constructores de máquinas de Hagen.

- 3- ASTM Designation (2013). E8/E8M – "Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials". ASTM, USA.
- 4- Artigas A. & Quinoto G (2013). "Simulación de un proceso de fundición con molde de arena en QuikCast" Universidad de Zaragoza, Proyecto de fin de carrera.
- 5- ASTM Designation (2013). A743/A743M – 13a1 "Standard Specification for Castings, Iron-Chromium, Iron-Chromium-Nickel, Corrosion Resistant, for General Application". ASTM, USA.
- 6- R. Hothersall (2004). Hydrodynamic Design Guide for Small Francis and Propeller Turbines. G. Anestis and C. Gurkok Editors. Viena, Austria.
- 7- Rojas Marín Jessika V. (2009). Identificación Y Cuantificación De Fases En Acero Inoxidable ASTM A743 Grado CA6NM Mediante La Técnica De Difracción De Rayos X. Universidad Nacional del Colombia, Proyecto de fin de carrera.
- 8- Gualda Contreras, Ignacio (2012). Mejoras en el Proceso de Desoxidación de Acero en Horno de Inducción. Universidad de Cantabria, Proyecto de fin de carrera.
- 9- Fundidores (2015). Revista Fundidores, <http://www.metalspain.com/FUNDIDORES-FUNDICION.html>.