

# DESARROLLO DE RECUBRIMIENTOS CERMET POR PROYECCIÓN TÉRMICA DE ALTA VELOCIDAD PARA SU USO EN ENERGÍA DEL OCÉANO

María Fernanda Valerio Rodríguez y Eddie López Honorato

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Saltillo, fernanda.valerio@cinvestav.edu.mx, eddie.lopez@cinvestav.edu.mx

## Introducción

En la actualidad, un factor clave para incrementar la implementación de la energía del océano es el desarrollo de dispositivos capaces de operar de forma confiable y con un bajo costo de mantenimiento, en las condiciones de corrosión y bioincrustación presentes en el ambiente marino. Se sabe que los daños provocados por la corrosión y el desgaste de todos los componentes pueden provocar altas pérdidas de eficiencia y una reducción considerable en la vida útil de los equipos. El costo de la corrosión y el desgaste representa un 10% en el caso de los países en desarrollo (Vardelle et al. 2016; Derakhshan, Ashoori, and Salemi 2017).

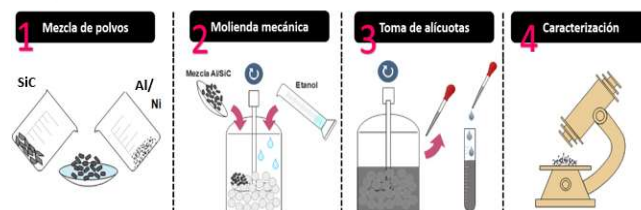
Entre las diferentes opciones para la obtención de recubrimientos resistentes a la corrosión y la bioincrustación, los del tipo cermet (cerámico-metálico) son prometedores debido a que combinan la resistencia inherente a la corrosión y al desgaste de los materiales cerámicos, con la ductilidad, facilidad de deposición y reparación de los materiales metálicos. Sin embargo, una desventaja de este tipo de recubrimientos es la dificultad para aplicarlos a temperatura ambiente y en estructuras con formas complejas. Una opción es el uso de la técnica de proyección térmica HVOF, mediante la cual se pueden producir recubrimientos altamente densos sobre todo tipo y tamaño de superficies (Ozimina, Madej, and Kałdoński 2011). No obstante, las características de tamaño de partícula, morfología y composición química afectan el desempeño del polvo precursor y, por ende, las características del recubrimiento a obtener.

Por esta razón, en el presente proyecto se desarrollan polvos cermet de SiC como fase rígida y Al o Ni como fase dúctil mediante molienda mecánica. Para obtener las mejores propiedades del polvo cermet se realizaron variaciones en la relación de fase rígida-fase dúctil y se evaluó el efecto del

agente de control en la microestructura, morfología y tamaño de partícula de los polvos obtenidos.

## Metodología y Desarrollo

Para la obtención de polvos cermet se realiza la mezcla de los polvos (fase dúctil/fase rígida) en el vial, se adiciona el medio de molienda y el agente de control, se toman alícuotas a las horas de muestreo establecidas y se procede a realizar la caracterización de los polvos (Figura 1).



### Técnicas de caracterización

- ✓ Difracción de rayos X (DRX)
- ✓ Microscopía electrónica de barrido (MEB)
- ✓ Espectroscopia de energía dispersa (EDS)
- ✓ Distribución de tamaño de partícula (DTP)

Figura 1. Proceso de síntesis de polvos cermet mediante molienda mecánica.

En el proceso se variaron parámetros para encontrar las condiciones óptimas para la obtención de polvos cermet con las características deseadas (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros para la obtención de polvos cermet.

Parámetro	Tipo de polvo cermet	
	Ni/SiC	Al/SiC
Concentración (Fase dúctil/Fase rígida)	80/20, 70/30 y 60/40	
Agentes de control	etanol/ácido esteárico/ácido oleico	
Relación bolas:polvo	10:1	
Velocidad de molienda	450 rpm	
Temperatura del vial	5 °C	

## Resultados

A partir de las pruebas realizadas se obtuvieron polvos cermet con el tamaño de partícula (10-110  $\mu\text{m}$ ) y la morfología (semiesférica) requeridas para

su uso en proyección térmica de alta velocidad (Figura 2 y 3).

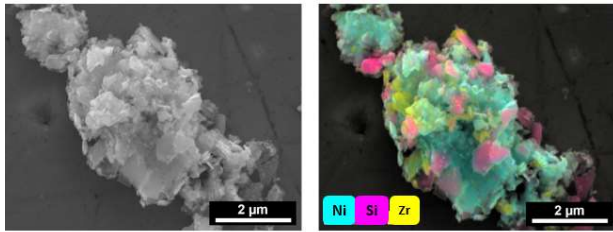


Figura 2. Micrografía de polvos cermet 80 Ni/ 20 SiC + Etanol por 36 horas.

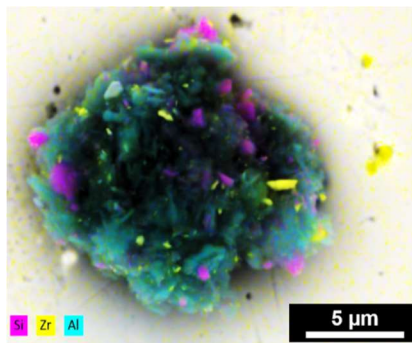


Figura 3. Mapeo elemental de polvos cermet 80 Al/ 20 SiC + Etanol por 36 horas.

Siendo los siguientes polvos los seleccionados para su uso como recubrimientos debido al tamaño y morfología obtenidos:

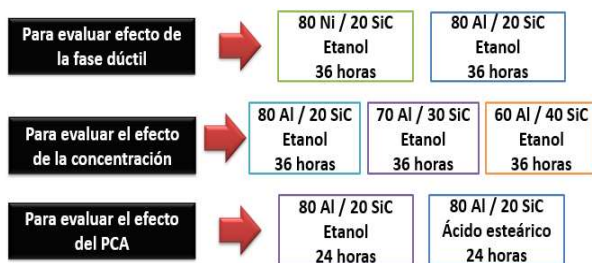


Figura 4. Tratamientos seleccionados para la fabricación de recubrimientos con polvos cermet.

Durante la variación de parámetros se observó que en cuanto al tiempo de molienda 36 horas resulta ser un tiempo óptimo para obtener la morfología semiesférica deseada. Así mismo, el etanol resultó

ser mejor agente de control para evitar la soldadura en frío y una mayor cantidad de fase dúctil resulta ser más eficiente para la formación de aglomerados semiesféricos.

Adicionalmente se obtuvieron los primeros recubrimientos fabricados con un polvo comercial Metco 5803 (constituido por WC y Ni). Evidenciando las salpicaduras típicas de un proceso de HVOF y una rugosidad promedio de 3.14 µm (Figura 5). Estos recubrimientos servirán para evaluar el desempeño de los recubrimientos obtenidos mediante los polvos cermet diseñados en el laboratorio frente a los polvos comerciales.

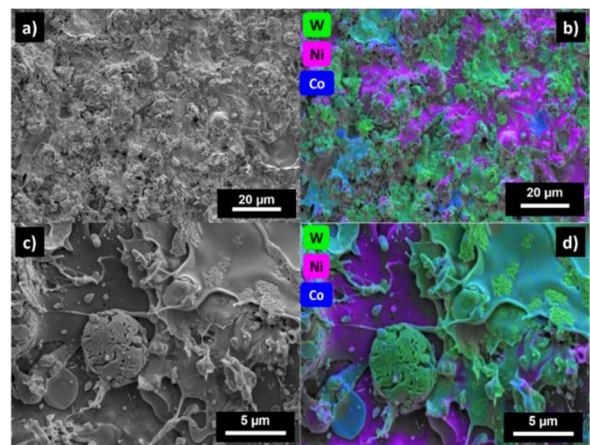


Figura 5. Micrografías obtenidas del recubrimiento con polvo Metco 5803.

## Referencias

- Derakhshan, S., Ashoori, M., & Salemi, A. (2017). Experimental and numerical study of a vertical axis tidal turbine performance. *Ocean Engineering*, 137: 59-67.
- Ozimina, D., Madej, M., & Kałdoński, T. (2011). The wear resistance of HVOF sprayed composite coatings. *Tribology Letters*, 41(1): 103-111.
- Vardelle, A., Moreau, C., Akedo, J., Ashrafizadeh, H., Berndt, C. C., Berghaus, J. O., ... & Vuoristo, P. (2016). The 2016 thermal spray roadmap. *Journal of thermal spray technology*, 25(8) 1376-1440.



1er Congreso Internacional  
**CEMIE-Océano**



