



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **ESTIMACIÓN EN LINEA DE PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN EN HORNOS UTILIZANDO MÉTODOS NUMÉRICOS**

**Ricardo Sánchez<sup>1</sup>, Wilmer Velilla-Díaz<sup>2</sup> y Argemiro Palencia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica – Universidad Tecnológica de Bolívar  
Barrio Manga Cra.21 #25-92 – Cartagena – Colombia  
e-mail : sanchezr@utb.edu.co

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica - Universidad de La Serena  
Benavente 980 – La Serena – CHILE  
e-mail : wilmer.velilla@userena.cl

### **RESUMEN**

Los hornos ubicados previo a la torre de destilación de crudo, están diseñados para alcanzar una eficiencia térmica óptima en rangos de trabajo específicos, pero frecuentemente fallan debido a operaciones irregulares y variabilidad en la composición del crudo, convirtiéndolos en grandes consumidores de energía. Este estudio busca mejorar la combustión de una mezcla de 3 gases, enfocándose en la composición del gas de refinería (RG). Se considera que el gas natural (NG) y el gas licuado de petróleo (LPG) son relativamente estables [1]. Se utilizan datos de cromatografía de gases-espectrometría de masas para analizar el RG en tiempo real, calculando la fracción másica de los compuestos individuales y seleccionando caudales adecuados. Las constantes de equilibrio se determinan en función de la temperatura mediante el método de mínimos cuadrados con datos termoquímicos, resolviendo las ecuaciones no lineales con el método de Newton-Raphson. Con el modelo desarrollado se redujo el consumo de LPG en más del 50%. Por consiguiente, este trabajo permite reducir costos y mejorar el valor calorífico de los hornos y sirve como referencia para investigaciones futuras enfocadas en la eficiencia de la combustión y la resolución de problemas como el fouling con métodos numéricos.

### **Agradecimientos**

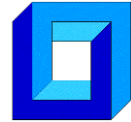
Los autores agradecen a la Dirección de Investigación y Desarrollo de La Universidad de La Serena, por el apoyo en el proyecto DIDULS.

### **REFERENCIAS**

[1] M. Yıldız, “Chemical equilibrium based combustion model to evaluate the effects of H<sub>2</sub> addition to biogases with different CO<sub>2</sub> contents” International Journal of Hydrogen Energy, vol 52, pp. 1334-1344, June 2023.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **COMPRENDIENDO LA PRODUCCIÓN DE HOLLÍN EN UNA LLAMA LAMINAR DE JET A-1**

**Mijail Littin<sup>1,2</sup>, Felipe Escudero<sup>1</sup>, Juan José Cruz<sup>3</sup>, Ignacio Verdugo<sup>1</sup> y  
Rodrigo Demarco<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Industrias – Universidad Técnica Federico Santa María  
Av. España 1680 – Valparaíso – CHILE

e-mail : [felipe.escudero@usm.cl](mailto:felipe.escudero@usm.cl), [ignacio.verdugo@usm.cl](mailto:ignacio.verdugo@usm.cl), [rodrigo.demarco@usm.cl](mailto:rodrigo.demarco@usm.cl)

<sup>2</sup>INSA Rouen Normandie – Univ Rouen Normandie, CNRS Normandie Univ,  
CORIA UMR 6614, F-76000 – Rouen – FRANCIA

e-mail : [littinm@coria.fr](mailto:littinm@coria.fr)

<sup>3</sup>Mechanical Engineering Section – Pontificia Universidad Católica del Perú,  
Av. Universitaria 1801 – Lima – PERU

e-mail : [jjcruz@pucp.edu.pe](mailto:jjcruz@pucp.edu.pe)

### **RESUMEN**

Mediante un estudio experimental y numérico se busca mejorar la comprensión de los mecanismos de formación de hollín en una llama laminar no premezclada de Jet A-1 vaporizado. Técnicas no intrusivas de atenuación y emisión en múltiples longitudes de onda son utilizadas para generar campos bidimensionales de fracción de volumen de hollín y temperatura. Esta metodología también permite calcular la función de absorción del hollín, utilizada para evaluar su fracción en volumen. Simulaciones numéricas son llevadas a cabo utilizando el modelo cinético HyChem, el cual es extendido para incorporar los procesos de producción de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), responsables de la producción de hollín. Esta modificación es validada a través de modelos cero y unidimensionales en Cantera. Simulaciones detalladas de llamas de coflujo son realizadas utilizando el código CoFlame, empleando modelos de nucleación reversible y adsorción de PAH para la producción de hollín. Se observa una estrecha correspondencia de la temperatura y fracción en volumen de hollín entre las simulaciones y los datos experimentales, especialmente a lo largo del borde de la llama. Por otra parte, la fracción en volumen de hollín es subestimada en un factor 3 alrededor de la línea central, indicando que se deben buscar mejoras en el submodelo de condensación de PAH y/o en la predicción de estas especies.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen el apoyo financiero de los proyectos FONDECYT/Regular 1221532, FONDECYT/Iniciación 11241102 y a la UTFSM DPP/PIIC 037/2022.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **INFLUENCIA DE LA EVAPORACIÓN EN LA EXTINCIÓN DE FLAMELETS Y EL GRADIENTE DE LA FRACCIÓN DE MEZCLA**

**Felipe Huenchuguala<sup>1</sup> y Hernan Olguin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica – Universidad Técnica Federico Santa María  
Av. España 1680 – Valparaíso – CHILE  
e-mail : fhuenchuguala@usm.cl, hernan.olguin@usm.cl

### **RESUMEN**

Los modelos de flamelets son una de las alternativas más prometedoras para resolver los problemas del alto costo computacional asociados a la simulación de llamas turbulentas. Estos modelos se basan en la idea de que estas llamas pueden describirse como un conjunto de estructuras laminares que interactúan entre sí y con la turbulencia del flujo [1], y que pueden ser previamente generadas y tabuladas. Los flamelets se pueden describir a través de ecuaciones unidimensionales, las que se han desarrollado ampliamente para llamas gaseosas, pero no se han tratado en profundidad para llamas de spray. El objetivo de este trabajo es estudiar cómo la evaporación afecta la extinción de estructuras de flamelets, para lo cual se utiliza un código *in-house* para simular llamas gaseosas perturbadas con diferentes perfiles de evaporación. De los resultados se observa que los efectos más pronunciados se encuentran en el gradiente de la fracción de mezcla,  $gz$ . Para analizar este comportamiento, se resuelve la ecuación de  $gz$  desacoplada del resto de las ecuaciones, imponiendo perfiles de evaporación que simulan inyecciones continuas y discontinuas de spray. Los resultados muestran que el gradiente de la evaporación es quién principalmente determina la modificación de  $gz$  cambiando la resistencia a la extinción.

### **Agradecimientos**

Felipe Huenchuguala agradece por el apoyo a través de ANID-PFCHA/Doctorado Nacional/2020-21201826.

### **REFERENCIAS**

[1] N. Peters, "Laminar diffusion flamelet models in non-premixed turbulent combustion", Progress in Energy and Combustion Science, vol 10 (3), pp. 319-339, (1984).



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **Estudio de la Formación de Hollín en Llamas Laminas No Premezcladas de RP-3**

**Valentina Yap<sup>1</sup>, Rodrigo Demarco<sup>1</sup>, Felipe Escudero<sup>1</sup> y Dongping Chen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Industrias – Universidad Técnica Federico Santa María  
Av. España 1680 – Valparaíso – CHILE

E-mail : [valentina.yap@sansano.usm.cl](mailto:valentina.yap@sansano.usm.cl), [rodrigo.demarco@usm.cl](mailto:rodrigo.demarco@usm.cl), [felipe.escudero@usm.cl](mailto:felipe.escudero@usm.cl)

<sup>2</sup>State Key Laboratory of Explosion Science and Technology – Beijing Institute of Technology

魏公村中关村南大街5号 邮政编码: 100086– Beijing, Haidian District – China

E-mail: [dc516@bit.edu.cn](mailto:dc516@bit.edu.cn)

### **RESUMEN**

El RP-3, un tipo de combustible de aviación, es el más utilizado en China, y su consumo se ha incrementado significativamente en los últimos años. Este combustible conocido por su alto nivel de contaminación, libera grandes cantidades de hollín, generando la necesidad de investigar formas de lograr una combustión más limpia y eficiente. Este trabajo presenta un estudio sobre la formación de hollín en una llama laminar no premezclada utilizando RP-3 diluido en nitrógeno y etileno, utilizando aire como oxidante. Para esto, se realizan simulaciones numéricas en CoFlame [1], que utiliza el método de volúmenes finitos para discretizar las ecuaciones gobernantes. El mecanismo cinético HyChem modeló la pirólisis y combustión del combustible [2]. Los resultados numéricos tienden a predecir una llama más ancha en comparación con los datos experimentales, pero predicen de manera adecuada la fracción en volumen de hollín y el diámetro de las partículas en el centro. Es importante señalar que las simulaciones tienden a predecir una llama más ancha en comparación con los datos experimentales, con un ligero desplazamiento del hollín hacia los bordes de la llama, posiblemente debido al factor estérico adoptado. Existen limitaciones en la predicción del diámetro de partículas, sugiriendo ajustes en el modelo para la densidad numérica de hollín.

### **Agradecimientos**

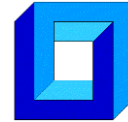
Los autores agradecen el apoyo financiero del proyecto NSFC190009 y la DPP-UTFSM a través de la iniciativa PIIC N°047/202.

### **REFERENCIAS**

- [1] N. A. Eaves, Q. Zhang, F. Liu, H. Guo, S. B. Dworkin, and M. J. Thomson, "CoFlame: A refined and validated numerical algorithm for modeling sooting laminar coflow diffusion flames," *Computer Physics Communications*, vol. 207, pp. 464-477, 2016.
- [2] K. Wang, R. Xu, T. Parise, J. Shao, A. Movaghar, D. J. Lee, J.-W. Park, Y. Gao, T. Lu, F. N. Egolfopoulos, et al., "A physics-based approach to modeling real-fuel combustion chemistry--IV. HyChem modeling of combustion kinetics of a bio-derived jet fuel and its blends with a conventional Jet A," *Combustion and Flame*, vol. 198, pp. 477-489, 2018.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



**Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional**

## **USO DE OPENPIV PARA LA DETERMINACIÓN DEL CAMPO DE VELOCIDAD EN LLAMAS SIMULADAS CON PIV SINTÉTICO**

**Nicolás Mancilla<sup>1</sup>, Efraín Magaña<sup>2</sup>, Felipe Escudero<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> Universidad Técnica Federico Santa María – Departamento de Industrias – Av. España 1680 – Valparaíso – Chile, e-mail : [nicolas.mancillag@sansano.usm.cl](mailto:nicolas.mancillag@sansano.usm.cl)

<sup>2</sup> Pontificia Universidad Católica de Chile – Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalurgia – Av. Vicuña Mackenna 4860 – Santiago – Chile.

### **RESUMEN**

El presente trabajo aborda el uso de la librería OpenPIV para determinar campos de velocidad en llamas simuladas [1]. Se utilizaron datos de diversas llamas generadas por CoFlame[2] para crear imágenes sintéticas de PIV mediante la adición de partículas con el método de generación de caminos por Lagrange, estableciendo condiciones similares a las experimentales, en concreto se analizan llamas en el quemador Gülder y Yale. Estos datos fueron procesados a través de OpenPIV [3]. Los resultados iniciales mostraron una gran similitud de los campos de velocidad obtenidos con OpenPIV y los entregados por la simulación, con un error del  $\pm 12\%$ . Para mejorar aún más la precisión y robustez de los resultados, se implementaron técnicas de Machine Learning (ML). En particular, se utilizaron redes neuronales convolucionales (CNN) para ajustar y optimizar los campos de velocidad. Posteriormente, se realizaron distintos análisis a partir de los campos de velocidad mejorados, además de la variación en las condiciones iniciales del PIV sintético y alternativas de procesamiento. Esta investigación demuestra la eficacia combinada de OpenPIV y técnicas de Machine Learning para el análisis de flujos complejos en llamas simuladas, subrayando su potencial aplicación en estudios computacionales avanzados y ofreciendo nuevas perspectivas para la investigación en el campo de la dinámica de fluidos.

### **Agradecimientos**

Este trabajo fue financiado por DPP-UTFSM a través Beca Financiera N° 038.

### **REFERENCIAS**

- [1] Foo, K. K. (2019). Laminar flames. Doc. Yale Flame. ISF Workshop | University of Adelaide. Retrieved December 24, 2023.
- [2] Eaves, N. A. et al. (2016). CoFlame: A refined and validated numerical algorithm for modeling sooting laminar coflow diffusion flames. *Computer Physics Communications*, 207, 464-477.
- [3] J. Doe, "OpenPIV: An Open-Source Particle Image Velocimetry Tool," *Journal of Fluid Mechanics*, vol. 123, no. 4, pp. 456-467, 2023.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

## **ANÁLISIS DE LA TRANSFERENCIA ENTRE RUEDA Y CORAZÓN DE UN APARATO DE CAMBIO EN VÍAS DE TREN URBANO**

**Gonzalo Madariaga C<sup>1</sup>, Felipe Cartagena A<sup>1</sup>, Jorge Acevedo C<sup>1</sup>, Francisco  
Sepúlveda P.<sup>1</sup> y Amaru González A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica - Universidad de Santiago de Chile  
Av. Bdo. O'Higgins 3363 – Santiago – CHILE

e-mail : gonzalo.madariagac@usach.cl, felipe.cartagena@usach.cl, jorge.acevedo.c@usach.cl,  
francisco.sepulveda.p@usach.cl, amaru.gonzalez@usach.cl.

### **RESUMEN**

Este estudio se enfoca en la interacción entre la rueda de un tren y la nariz del corazón de un aparato de cambio en vías de acero, utilizando simulaciones numéricas para analizar el campo de tensiones y determinar posibles daños.

A partir de un estudio donde se elegirán 6 casos, escogidos de un total de 48 que se generan cruzando los límites normativos con las tolerancias de mantenimiento típicas de vía y tren, se evaluaron dos escenarios cada uno: uno real, con contacto entre la rueda, la nariz y la pata de liebre, y otro hipotético sin apoyo de la pata de liebre debido a desgaste severo.

El estudio contempla la evaluación sencilla del modelo de contacto de Hertz para establecer un rango comparativo para las simulaciones. Las simulaciones se basaron en el esfuerzo equivalente de Von Mises para comparar con el límite de fluencia del material del corazón.

Los resultados revelaron que cumplir con las normativas y manuales de mantenimiento no garantiza evitar daños en los componentes del sistema. Es esencial realizar estudios específicos para cada condición operacional para definir correctamente los límites permisibles de mantenimiento.

### **Agradecimientos**

Al Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Santiago de Chile

### **REFERENCIAS**

[1] Popov, Valentin L. Principios y aplicaciones de la mecánica de contacto en tribología, fricción y adherencia. 3ra.ed. San Vicente del Raspeig : Unión de editoriales universitarias españolas, 2020.

[2] Budynas, Richard G. y NISBETT, J. Keith. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. 9na.ed. Ciudad de Mexico : McGraw-Hill, 2011.



**XXII Congreso Chileno de  
Mecánica Computacional**  
3 y 4 de octubre de 2024  
Quilpué, Chile



Sociedad Chilena de  
Mecánica Computacional

- [3] Normalización Española. Aplicaciones ferroviarias Vía Carriles Parte 1: Carriles Vignole de masa mayor o igual a 46 kg/m. UNE-EN 13674-1:2012+A1. Madrid: AENOR, 2018.
- [4] Normalización Española. Aplicaciones ferroviarias Vía Carriles Parte 3: Contracarriles. UNE-EN 13674-3:2007+A1. Madrid: AENOR, 2011.
- [5] Normalización Española. Aplicaciones ferroviarias Vía Aparatos de vía Parte 6: Corazones de cruzamiento y de travesía fijos. UNE-EN 13232-6:2007+A1. Madrid: AENOR, 2012.
- [6]. Normalización Española. Aplicaciones ferroviarias Ejes montados y bogies Ruedas monobloque Procedimiento de aprobación técnica Parte 1: Ruedas forjadas y laminadas. UNE-EN 13979-1. Madrid: AENOR, 2021.
- [7]. Normalización Española. Aplicaciones ferroviarias Vía Aparatos de vía Parte 9: Configuración. UNE-EN 13232-9:2007+A1. Madrid: AENOR, 2012.
- [8]. Normalización Española. Aplicaciones ferroviarias Requisitos de funcionamiento de los ejes montados en servicio Mantenimiento de los ejes montados en servicio y fuera del vehículo. UNE-EN15313. Madrid: AENOR, 2018.