Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.
Unidad Chihuahua.

ANÁLISIS DE UNA SONDA DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS A ALTAS TEMPERATURA Y EN ATMÓSFERA DE CO_2 SUSCEPTIBLES A DAÑOS POR OXIDACIÓN.

Héctor Alfredo López Aguilar, Jorge Alberto Gómez, Marco Antonio Merino, Antonino Pérez Hernández.

Introducción

Cualquier industria requiere del diseño de dispositivos de muestreo para el control de los procesos y de la calidad. En la industria cementera la extracción de muestras sin degradar al espécimen de control es una actividad complicada ya que se encuentra a alta temperatura y en atmósfera inerte. El efecto Venturi es ampliamente usado en el diseño en la industria automotriz, aviación y en la medición de flujos [1], por lo que numerosos investigadores se han dedicado a modelar este fenómeno por medio de volumen finito (VF) [2]. En la industria cementera, el método VF ha sido empleado para el diseño y optimización de calcinadores [3], así como para simular los principales procesos de transporte en los hornos rotatorios [4]. Algunas patentes inclusive tratan parte de los gases volátiles, compuestos con cloro y azufre así como para la remoción del plomo presente en el polvo [5]. En este trabajo se propone el diseño y modelación VF de una sonda para extracción de muestras susceptibles al deterioro por presencia de oxígeno en el aire. (patente No. MX-a-2014-002336)

Metodología.

Consideraciones del diseño. Para un óptimo enfriamiento con las mínimas dimensiones se ideó la manera de que las partículas sigan una trayectoria helicoidal para aumentar el tiempo de residencia, tomando en cuenta las ecuaciones paramétricas de la helicoidal.

Simulación y optimización dimensional y del funcionamiento del dispositivo por dinámica de fluidos computacional (CFD) ANSYS-FLUENT. La herramienta de simulación CFD se alternó con el diseño de experimentos (DOE) y el modelado de superficie de respuesta (RSM). Se modeló el comportamiento difusivo de los flujos de los gases interiores utilizando modelos de turbulencia y el comportamiento de la distribución de tamaños de partículas (granulómetro CILAS) mediante el modelo de fase discreta (DPM) y distribución Rosin Rammler.

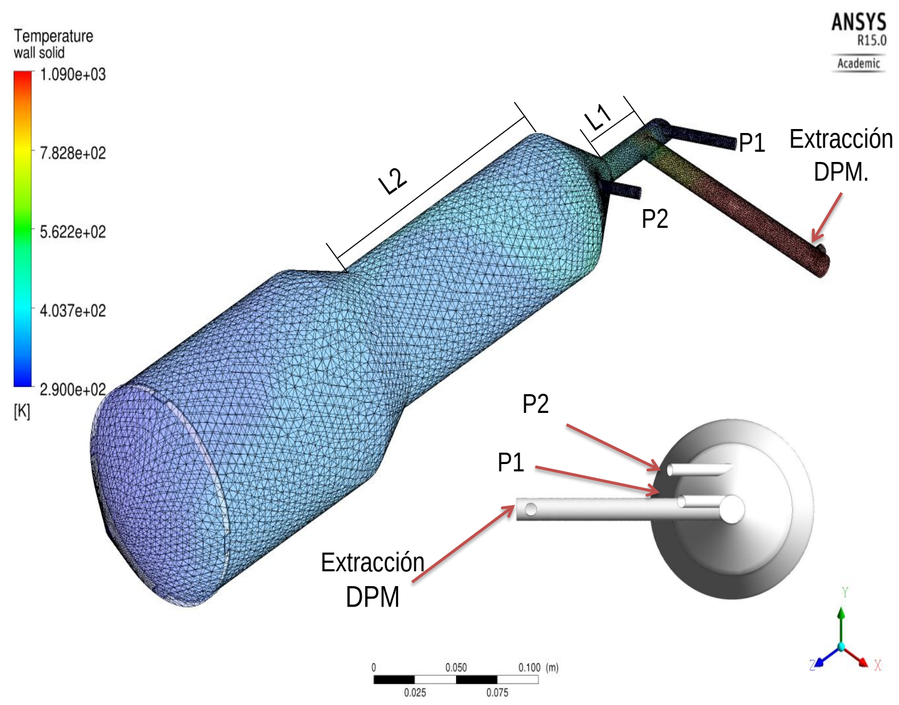

FIGURA 1. Esquema de la Sonda de extracción

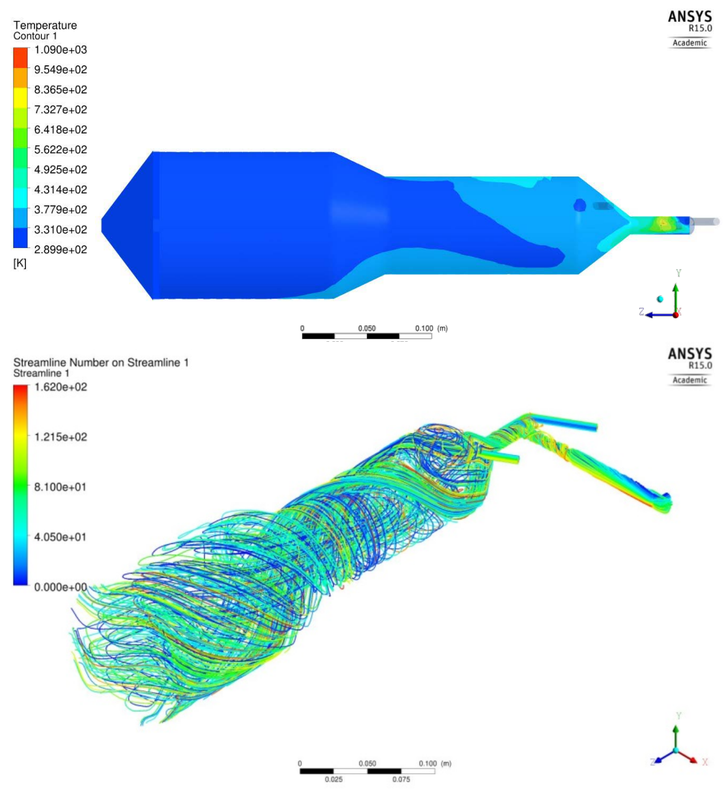

FIGURA 2. Perfil de temperaturas y trayectorias DPM´s.

Resultados

- ✓ Simulación y optimización dimensional.
- ✓ Simulación y optimización de la operación.
- ✓ Tasa de transferencia térmica de 1,423 K seg^{-1}

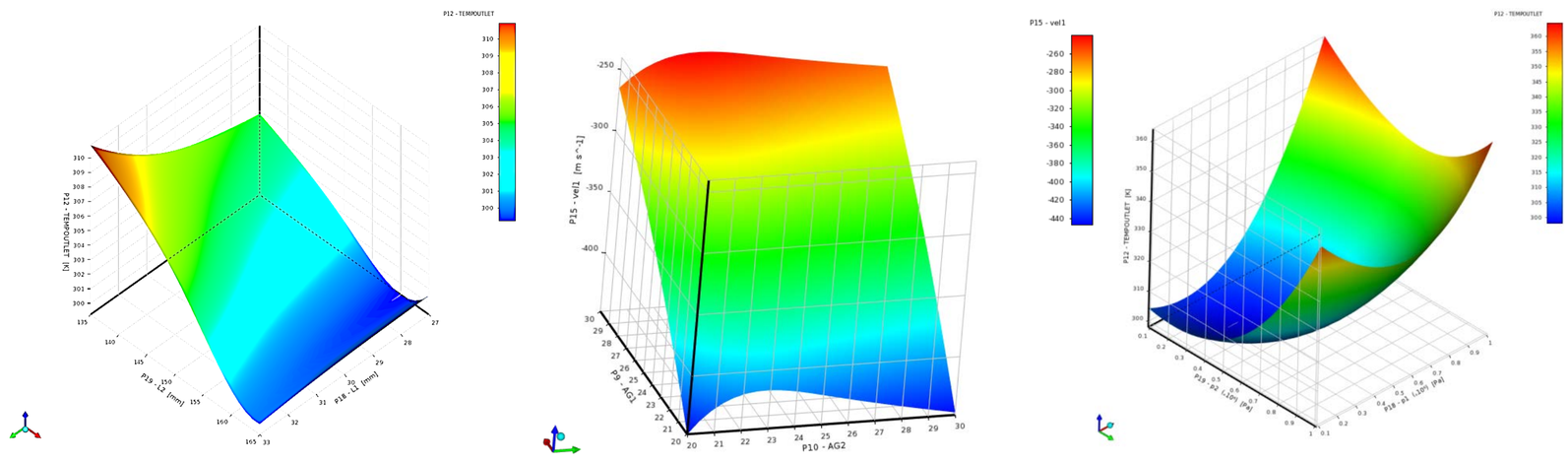

FIGURA 3. RSM: Temperatura, Dimensiones, Presiones de inyección y Velocidad de extracción

Conclusiones:

La herramienta de CFD y el análisis estadístico de los valores de respuesta contribuyen de manera importante a la optimización del diseño de dispositivos necesarios para el control de los procesos.

La sinergia de las herramientas CFD-DOE-RSM, permitió la optimización del funcionamiento del dispositivo de muestreo para la industria cementera.
Las superficies de respuesta generadas muestran que la inyección del pivote de enfriamiento tiene un efecto mínimo en la extracción y la inyección del pivote de extracción tiene un efecto mínimo en el enfriamiento dentro del dispositivo.

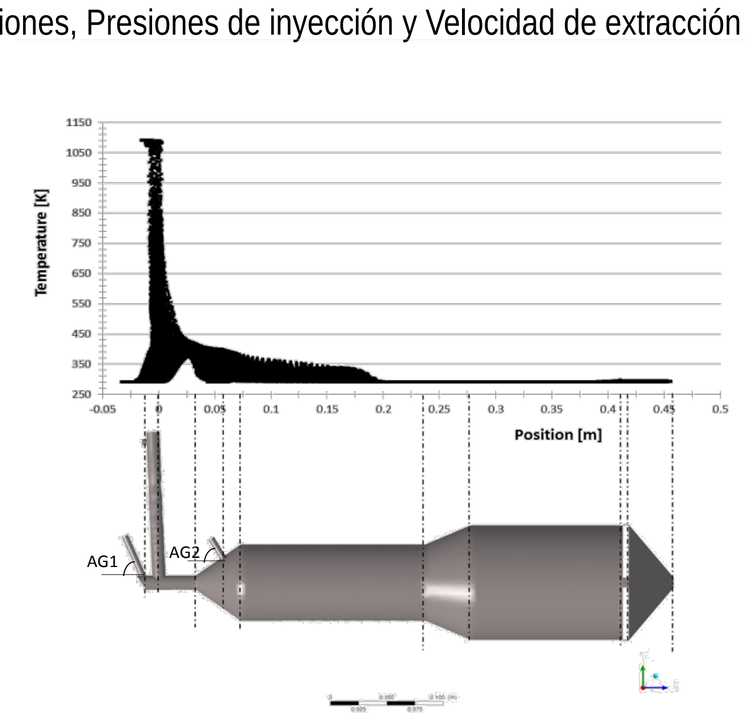

FIGURA 4. Variación de la temperatura de partícula dentro de la sonda (esfuerzo energético).

Referencias
[1] P. Kumar, and M. W. Ming, "A CFD study of low pressure wet gas metering using slotted orifice meters," Flow Measurement and Instrumentation, vol. 22 pp. 33–42, December 2010.
[2] M.T. Kandakure, V.C. Patkar, and A.W. Patwardhan, "Characteristics of turbulent confined jets," Chemical Engineering and Processing. Vol. 47. Pp. 1234–1245, April 2007.
[3] Kaustubh, S. Mujumdar and Vivek V. Ranade. CFD modeling of rotary cement kilns. Asia-pacific journal of chemical engineering 2008; 3: 106–118.
[4] Hrvoje Mikul, Milan Vujanovi, Dimitris K. Fidaros, Peter Priesching, Ivica Mini, Reinhard Tatschl, Neven Dui, Gordana Stefanovi. The application of CFD modelling to support the reduction of CO2 emissions in cement industry. Energy 45 (2012) 464-473.
[5] Manual de usuario ANSYS-FLUENT 15