

CAPITULO 2

ESTADO DEL ARTE

CAPITULO 2: ESTADO DEL ARTE

Durante décadas se han realizado estudios experimentales para determinar cual sería la factibilidad de implementar el proceso de combustión in situ en campos maduros, para poder lograr una excelente recuperación de hidrocarburos y así aumentar la producción de hidrocarburos. Aunque este proceso tiene varios años estudiándose conforme pasa el tiempo los resultados que se obtienen con la implementación de este proceso en laboratorio han servido para determinar sus beneficios y limitaciones que pueda tener cuando sea puesto en marcha en campo, en el caso de las limitaciones se han hecho investigaciones para poder aminorarlas. Algunas de las contribuciones hechas por diferentes investigadores de todo el mundo para mejorar el proceso de combustión in situ son referenciadas en la tabla 2.1^{7, 8}:

Tabla 2.1: Estado del Arte del Proceso de Combustión In Situ

Año	Título	Autor	Descripción
2001	Un Modelo de la Red de Poros de Combustión In Situ en el Medio Poroso	Lu, Chuan: C. Yortsos, Yanis	Consideran una red de doble porosidad para modelar el efecto que tendrá esta red en el medio poroso. El modelo toma en cuenta el flujo y el transporte de la fase de gas en el espacio poroso por medio de la transferencia de calor por conducción en la fase sólida ⁹ .
2001	Aspectos de Ingeniería de Yacimientos para la Recuperación de Aceite Ligero por Inyección de Aire	Turta, A.T.: Singhal: A. K.	A partir de la miscibilidad del gas y de la ignición espontanea se podrá saber la mejores condiciones de yacimiento para la aplicación del proceso de combustión in situ ¹⁰ .
2002	LTO en la Inyección de Aire: Una técnica de IOR para Yacimientos de Aceite Ligero	Ren, S.R.: Greaves, M.: Bath, R. R.	Por medio de un modelo de reacción de LTO, el cual fue basado en datos experimentales obtenidos de un experimento de un reactor discontinuo, se investigo el consumo de oxígeno y la velocidad de reacción durante un proceso de LTO ¹¹ .
2002	Mejoramiento del Aceite a través de la Combustión In Situ	Castanier, L. M.: Brigham, W. E.	El estudio se realizo mediante un experimento cinético y un experimento de tubo de combustión para determinar cuales serían las mejores estrategias para mejorar el proceso de combustión in situ ¹² .
2003	THAI- Un Proceso de Combustión In Situ con Desplazamiento a Corta Distancia para la Recuperación y Mejoramiento de Aceite	Xia, T.X.: Greaves, M.: Turta, A. T.: Ayasse, C.	El proceso Thai crea condiciones únicas de operación en el yacimiento para mejorar la recuperación de aceite. En este proceso existe un mecanismo gravitacional que se genera inmediatamente después que el frente de combustión ¹³ .

Estado del Arte

2004	Uso de Nitrógeno, Oxígeno y Aire Enriquecido para Aumentar la Producción de Aceite Ligero y Pesado	I. Kuhlman, Myron	Se estudiaron las ventajas de combinar la inyección de aire enriquecido con oxígeno con la inyección de nitrógeno en yacimientos de aceite pesado y ligero ¹⁴ .
2004	Propagación en Estado Estacionario del Frente de Combustión In Situ con reacciones secuenciales	Akkutlu, Yucel: C. Yortsos, Yanis	Mediante un modelo analítico se analizó la interacción que tienen la oxidación a alta temperatura y la oxidación a baja temperatura ante la presencia de pérdidas de calor en el yacimiento y su influencia sobre la propagación del frente de combustión ¹⁵ .
2005	Mejora del Rendimiento del Proceso de Combustión In Situ con Aditivos de Sales Metálicas	Hen, B.: Chen, Q.: Castanier, L. M.: Kovsky, A.R.	A través de un estudio experimental que describe la combinación de corridas hechas con el tubo de combustión que evaluó el rendimiento de la combustión y las pruebas de temperatura de oxidación que midieron la cinética de la combustión. Además se propuso un intercambio de cationes entre las sales metálicas con arcilla como un mecanismo para crear lugares de activación que mejoraran las reacciones de combustión entre el aceite y el oxígeno ¹⁶ .
2005	Rendimiento de la Inyección de Aire en Aceites Ligeros: Sensibilidad de los Parámetros Críticos.	Adentuji, A.: Teigland, R.: Kleppe, J.	Se determinaron los parámetros que tienen mayor influencia durante la inyección de aire en yacimientos fracturados de baja permeabilidad que producen aceite ligero ¹⁷ .
2005	Modelo Analítico de la Zona de Combustión por medio de Experimentos del Tubo de Combustión con Oxígeno Enriquecido	R. Rodríguez, J.: D. Mamora, D.	Mediante seis corridas experimentales en el tubo de combustión se obtuvo un modelo analítico para poder determinar los perfiles de temperatura y calcular las temperaturas en la zona de combustión ¹⁸ .
2006	Investigación en Laboratorio del Efecto de la Inyección de un Solvente en la Combustión In Situ	Cristofari, J.: Castanier, L. M.: Kovsky, A.R.	Se realizó una investigación experimental para determinar la factibilidad de inyectar un solvente durante un proceso de combustión ¹⁹ .
2006	Proceso de Multiescala con Acoplamiento por Fracción de Adaptación Paso a Paso	Younis, R.: Gerritsen, M.	Los Autores propusieron una metodología para poder simular el proceso de combustión in situ paso a paso con respecto al tiempo ²⁰ .
2007	Estudio de factibilidad de la Combustión In Situ en un Yacimiento Carbonatado.	Vahidreza Mostafavi, S.: Kharrat, R.: Razzaghi, S.	Se analizó la factibilidad por medio de pruebas en el tubo de combustión con el objetivo de determinar la velocidad y la temperatura del frente de combustión cuando el proceso se realiza en un yacimiento carbonatado con fracturas ²¹ .
2007	Estudio de factibilidad de la Combustión In Situ en Yacimientos de Aceite Pesado Naturalmente Fracturados.	Tabasinejad, F.: Kharat R.	El estudio de factibilidad se realizó con un simulador de combustión in situ para tres fases y tres reacciones de oxidación para observar cuál es el comportamiento de las fracturas durante el proceso ⁴ .
2007	Estudio Cinético de la Combustión de Aceite en Roca Carbonatada.	Saraji, S.: Kharrat, R.: Razzaghi, S.	El estudio cinético se llevó a cabo para determinar la energía de activación y el factor pre-exponencial en yacimientos carbonatados además se determinó el efecto que tiene el oxígeno enriquecido, el tipo de roca y los grados API sobre las reacciones cinéticas ²² .

Estado del Arte

2007	Simulación Física del Proceso de Combustión In Situ en yacimientos de Aceite Pesado.	Wenlong, Guan: Shunhong, Wu	Se diseño una simulación física para determinar que factores influyen durante el proceso de combustión in situ ²³ .
2008	Análisis Mejorado de la Cinética del Proceso de Combustión In situ para la Recuperación de Aceite.	Cinar, M.: Castanier, L. M.: Kovscek, A.R.	El análisis fue hecho en dos partes, la primero parte se hizo por medio de un método isoconversional con una muestra sintética y la segunda con un nucleó de yacimiento. Esto se realizo para determinar el comportamiento cinético en una muestra sintética y una natural ²⁴ .
2008	Impacto del Modelado del Comportamiento de Fase en la Ejecución del Proceso de Combustión In Situ.	R. Kristensen, M.: G. Gerritsen, M.: G. Thomsen, P.: H. Stenby, E.	Por medio de un proceso de composición reactiva se desarrollo una celda cinética virtual y un tubo de combustión virtual para analizar el comportamiento de fase durante el proceso de combustión in situ ²⁵ .
2009	Análisis Cinético Isoconversional de la Combustión de Hidrocarburos Pesados.	Cinar, M.: Castanier, L. M.: Kovscek, A. R.	El análisis isoconversional se llevo a cabo para estimar la energía de activación y las múltiples reacciones de oxidación. El método isoconversional también es usado para reconocer las características de quema de diferentes aceites además de ayudar a identificar el fenómeno llamado "cool flames" ²⁶ .
2010	Formulario Analítico para Combustión In Situ.	A. Mailybaev, A.: Bruining, J.: Marchesin, D.	A partir de un modelo analítico se pudieron identificar dos regimenes de combustión, en los cuáles se consumen completamente el coque y el oxígeno ²⁷ .
2010	Una Investigación Experimental de Combustión In Situ en un Medio Heterogéneo.	Awoleke, O. G.: Castanier, L. M.: Kovscek, A. R.	La investigación experimental se realiza para determinar los efectos que tienen las diferentes escalas del medio poroso heterogéneo sobre el proceso de combustión in situ ²⁸ .
2010	Investigación Experimental sobre la Inyección de Aire en Aceites Ligeros.	K. Dubey, N.	En el experimento se uso aire comprimido, el cual fue inyectado a condiciones de presión y temperatura de yacimiento con la idea de obtener el consumo de oxígeno y la temperatura del frente de combustión para determinar si el proceso es factible o no ²⁹ .

Al realizar el estado del arte se observo que en algunas de las investigaciones que se han realizado en el siglo XXI con el objetivo de minimizar los problemas que se pueden originar durante el proceso de combustión in situ, se ha podido llegar a resultados favorables, pero en otras se encontraron problemas adicionales a los que ya se tenían.

La justificación de este trabajo es dar una visión mas clara de lo que realmente sucede cuando el proceso es estudiado en laboratorio, a partir de un estudio cinético y de combustión para poder determinar cuales serian las condiciones optimas a las que el proceso pudiera ser exitoso.