

## “Nanocompuesto en forma de gel de partículas preformadas de hinchamiento retardado para el control de agua en yacimientos petroleros.”

MX/a/2022/013145

### Descripción de la Tecnología

La presente invención se refiere a un nanocompuesto en forma de gel de partículas preformadas (PPG) de hinchamiento retardado para el control de agua en procesos de producción de hidrocarburos, principalmente en pozos productores de petróleo, así como para procesos de recuperación mejorada en yacimientos petrolíferos heterogéneos y fracturados.

El exceso de producción de agua dentro en los yacimientos o campos petrolíferos desencadena un mayor nivel de corrosión e incrustaciones, posibles daños ambientales y una mayor carga en las instalaciones de manejo de fluidos, que pueden acortar la vida económica de un pozo petrolífero.

### Aplicaciones, beneficios y usos de la tecnología

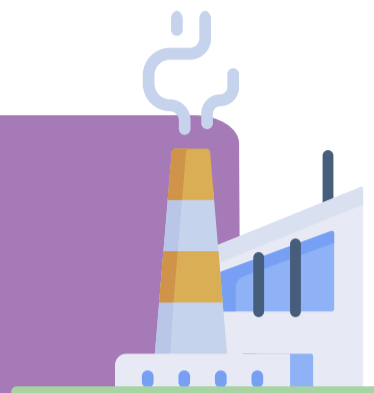
La presente tecnología tiene como principal aplicación la de controlar el agua en pozos productores de hidrocarburos, así como procesos de recuperación mejorada en yacimientos heterogéneos y fracturados. Esto se logra en gran medida debido a su capacidad de hinchamiento retardado dentro de los yacimientos petrolíferos.

En comparación con el estado de la técnica, la tecnología presenta varias ventajas debido a sus propiedades mecánicas, que brindan una gran estabilidad mecánica y estructural.

Como beneficios tenemos que el nanocompuesto en forma de gel de partículas preformadas (PPG) tiene un entrecruzamiento supramolecular que permite que las partículas permanezcan de un tamaño relativamente pequeño durante su inyección y colocación, lo que favorece que pueda ser transportada a zonas lejanas al pozo inyector.

Por otro lado, además de presentar un comportamiento reforzado por las interacciones supramoleculares, presenta un bajo porcentaje de sinéresis. Calidad que facilita los procesos de recuperación mejorada de yacimientos petrolíferos en condiciones altas de temperatura, salinidad y dureza.

También puede ser usado como modificador de la permeabilidad del yacimiento petrolero en las zonas altamente conductivas para controlar la producción del agua y su diversificación en los yacimientos petrolíferos a través de la reducción desproporcionada de las permeabilidades efectivas al agua y al aceite, donde este último es el menos afectado, permitiendo así, el flujo de aceite.

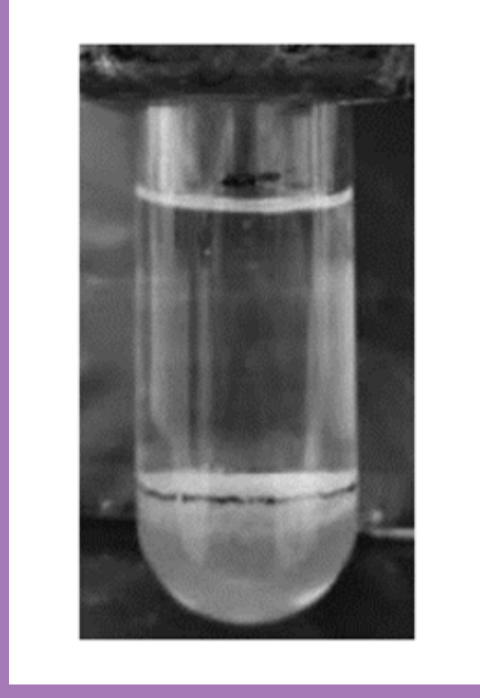


### Nivel de madurez de la tecnología

La tecnología presenta resultados experimentales de caracterización analítica a través de análisis térmicos (TGA/DSC), resonancia magnética nuclear (RMN 1H, 13C), FTIR, análisis elemental y microscopia electrónica de barrido.

Además, se evaluó el desempeño de los PPG en pruebas de desplazamiento en medios de alta conductividad.

El hinchamiento retardado, la sinéresis, la permeabilidad y las propiedades reológicas fueron evaluadas y analizadas.



Con base en los resultados de las pruebas expuestas, se estima que el nivel de madurez de tecnología (Technology Readiness Level (TRL)) de acuerdo con la escala de la NASA es de: 3 correspondiente a una función crítica, prueba y establecimiento del concepto.

Fig. 1 PPG, experimentación de añejamiento

### Información de mercado

El mercado de compuestos para la industria del gas y petróleo fue valuado en 2,300 millones de dólares en el 2022, con un pronóstico de crecimiento, para el periodo 2022-2028, hasta los 3,400 millones de dólares, con una tasa de crecimiento anual ponderada (CAGR) del 6.1%, según un reporte de Markets and Markets. La demanda creciente en este mercado, obedece a la necesidad de incrementar la eficiencia de operaciones, reducir los costos de mantenimiento y mejorar la seguridad. Los diferentes tipos de compuestos son utilizados para la manufactura de tuberías de alta presión, elevadores de transporte de hidrocarburos, para la construcción de plataformas marinas, entre otras. También son aplicadas en la infraestructura de perforación y equipamiento de producción de hidrocarburos.

De acuerdo con Expert Market Research, el tamaño del mercado mundial de recuperación mejorada de petróleo alcanzó los USD 60,100 millones de dólares en 2020 y se espera que crezca para el período 2023-2028 a una tasa de crecimiento anual ponderada (CAGR) del 7.2 %. Los factores que se espera impulsarán este crecimiento son el aumento en la cantidad de pozos maduros, junto con la creciente demanda de petróleo.

Por otra parte, el mercado mundial de servicios petroleros se valoró en 96,650 millones de USD en 2020, y se espera que aumente para el 2027 a un valor de 135,000 millones de USD, con una tasa de crecimiento anual ponderada (CAGR) de 5.13% en el periodo 2022-2027, de acuerdo con Mordor Intelligence.

Se espera que los servicios de perforación sean los que lideren el mercado de servicios de yacimientos petrolíferos dada la expectativa del aumento de las actividades de exploración y en particular por el desarrollo masivo de los yacimientos en los últimos años.

El mercado final para el campo de aplicación de la presente invención está dado, principalmente (pero no exclusivamente), a la producción de petróleo, en la mayor medida en que se siga extrayendo, a pesar de los intentos globales por implementar otras fuentes de energía para la protección del medio ambiente, se necesitará de la aplicación de recursos tecnológicos que optimicen y potencien las actividades de producción y de mantenimiento de los yacimientos petrolíferos.

En el contexto de la demanda energética mundial para las siguientes décadas, considerando el efecto generado por la recuperación económica post pandémica y por la situación geopolítica en Europa y Asia, se estima que la extracción de petróleo aumentará de 88.3 millones de barriles de petróleo por día (mboe/d) en 2021 a 100.6 (mboe/d) para el año 2045, según el informe World Oil Outlook 2045, de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEC, siglas en inglés). Es decir, que este crecimiento pronosticado en la demanda de petróleo para 2045 de 12.3 (mboe/d) requerirá de la continua optimización de procesos de producción y mantenimiento de la industria petrolera, así como las actividades de exploración para el descubrimiento de nuevos yacimientos petrolíferos.

De acuerdo a la OPEP la demanda de petróleo por regiones por lustro, hasta el 2045, se distribuye de acuerdo a la tabla 2.7 del documento World Oil Outlook 2045, siguiente:

Table 2.7  
Oil demand by region, 2021-2045

	Levels mboe/d						Growth mboe/d	Growth % p.a.	Share %	
	2021	2025	2030	2035	2040	2045			2021-2045	2021-2045
OECD Americas	20.1	21.5	20.6	19.1	17.5	15.9	-4.2	-1.0	22.8	15.8
OECD Europe	11.6	11.9	11.1	10.1	9.1	8.2	-3.4	-1.4	13.1	8.1
OECD Asia-Pacific	6.9	6.9	6.4	5.8	5.2	4.6	-2.2	-1.6	7.8	4.6
OECD	38.5	40.3	38.1	35.0	31.8	28.8	-9.7	-1.2	43.6	28.6
China	14.2	15.7	16.2	16.6	16.6	16.5	2.3	0.6	16.1	16.4
India	4.8	5.8	7.1	8.3	9.6	11.0	6.2	3.5	5.4	11.0
OPEC	7.9	9.1	10.1	11.0	11.6	11.9	4.0	1.7	9.0	11.9
Other DCs	17.6	19.8	21.8	23.5	25.2	26.8	9.1	1.8	19.9	26.6
Russia	3.4	3.4	3.5	3.6	3.6	3.5	0.1	0.2	3.8	3.5
Other Eurasia	1.9	1.9	2.0	2.1	2.1	2.1	0.2	0.5	2.1	2.1
Non-OECD	49.8	55.8	60.8	65.1	68.7	71.9	22.0	1.5	56.4	71.4
World	88.3	96.1	98.9	100.1	100.5	100.6	12.3	0.5	100.0	100.0

En la Fig. 2, que muestra la tabla anterior, se puede observar que en la región formada por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, siglas en inglés), pronostica una tendencia a la baja de 9.7 (mboe/d), en contraste con el aumento integrado por los países no pertenecientes a la OECD, con un aumento de 22.0 (mboe/d).

En México se considera la producción petrolera muy importante, tan solo en el 2022, se extrajeron en promedio 1.624 (mboe/d), de acuerdo con datos proporcionados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos. Con la puesta a punto de la nueva refinería “Olmeca” ubicada en Dos Bocas, Tabasco, se pretende llegar a una producción de 2 (mboe/d) para el año 2024, debido a que esta tiene una capacidad de producción de 340 mil barriles de petróleo crudo por día, de acuerdo con el portal oficial dosbocas.energia.gob.mx, a cargo de la Secretaría de Energía del Gobierno de México.