

REPÚBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Resolución N° 51300

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

Por la cual se deniega una Patente de Invención

LA SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO

en ejercicio de sus facultades legales, en especial de las conferidas en el numeral 24 del artículo 3° del Decreto 4886 de 2011, y

CONSIDERANDO:

Que mediante escrito radicado en esta Superintendencia el 1 de octubre de 2020 con el N° NC2020/0012390, por ECOPETROL S.A., presentó la solicitud de patente de invención titulada "SÍNTESIS Y FORMULACIÓN DE UN FLUIDO PARA MODIFICACIÓN DE PERMEABILIDAD RELATIVA BASADO EN NANOPARTÍCULAS DE SIO2-HPAM".

Que la solicitud fue publicada en la Gaceta de la Propiedad Industrial N° 958 el 8 de abril de 2022, sin que se hubieran presentado oposiciones por parte de terceros.

Que realizado el examen de fondo mediante Oficio No. 872 de 23 de enero de 2025, se requirió al solicitante en los términos del artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina para que presentara respuesta a las observaciones de carácter técnico, relacionadas con la patentabilidad o cumplimiento de los requisitos establecidos por esta Decisión para la concesión de la patente.

Que el solicitante mediante escrito radicado bajo el No. NC2020/0012390 del 06 de junio de 2025, respondió oportunamente el requerimiento formulado y presentó las reivindicaciones 1 a 6 que remplazan las originalmente presentadas. No se acepta dicha modificación al capítulo reivindicatorio en cuanto amplían el alcance de la materia inicialmente descrita puesto que las reivindicaciones presentadas corresponden a las de la solicitud NC2020/0015083. Posteriormente, bajo el radicado No. NC2025/0007647 del 09 de junio de 2025 presentó las reivindicaciones 1 a 2 que remplazan las originalmente presentadas junto con una modificación a la descripción de la solicitud. Se acepta este último capítulo reivindicatorio presentado junto con la descripción presentada, comoquiera que se ajusta a las prescripciones contenidas en el artículo 34 de la Decisión 486.

Que en virtud de lo dispuesto en el artículo 14 de la Decisión 486 expedida por la Comisión de la Comunidad Andina *"Los países miembros otorgarán patentes para las invenciones, sean de producto o de procedimiento, en todos los campos de la tecnología, siempre que sean nuevas, tengan nivel inventivo y sean susceptibles de aplicación industrial."*

Que en el presente caso las reivindicaciones 1 a 2 incluidas en el radicado bajo el No. NC2025/0007647 del 09 de junio de 2025 no cumplen los requisitos indicados. Lo anterior, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

Objeto de la invención

El problema planteado consiste en la necesidad de desarrollar un fluido modificador de permeabilidad relativa (RPM) que cambie las tendencias de flujo de la fase acuosa en el

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

yacimiento, aumente la recuperación de hidrocarburos y disminuya la producción de agua en la fuente.

Para resolver dicho problema técnico, la solicitud en estudio plantea un proceso para la obtención de un fluido modificador de permeabilidad relativa que comprende las siguientes etapas: Síntesis de nanopartículas de Óxido de silicio (SiO_2), modificación superficial de las nanopartículas de SiO_2 con grupos amino y polimerización *in situ* con poliacrilamida parcialmente hidrolizada (HPAM).

De la solicitud de patente

Reivindicaciones

En virtud de lo dispuesto en el artículo 30, de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina que señala:

“Las reivindicaciones definirán la materia que se desea proteger mediante la patente. Deben ser claras y concisas y estar enteramente sustentadas por la descripción. Las reivindicaciones podrán ser independientes o dependientes. Una reivindicación será independiente cuando defina la materia que se desea proteger sin referencia a otra reivindicación anterior. Una reivindicación será dependiente cuando defina la materia que se desea proteger refiriéndose a una reivindicación anterior. Una reivindicación que se refiera a dos o más reivindicaciones anteriores se considerará una reivindicación dependiente múltiple”

Las reivindicaciones presentan las siguientes observaciones:

La reivindicación 2 no es clara porque se refiere a una *“Una formulación de un fluido para modificación de permeabilidad relativa basado en nanopartículas de SiO_2 -poliacrilamida parcialmente hidrolizada”*, y la caracteriza citando las bandas de los espectros obtenidos como resultado de las etapas a) y b) que son productos intermediarios de las síntesis y no definen el producto terminado. Además, incorpora las expresiones:

“(…) revela la presencia de marcadas bandas de absorción que son características de los enlaces químicos de los óxidos de silicio que componen las nanopartículas (...)

(...) que viene de los grupos silanol ubicados en la superficie de las nanopartículas. Se aprecian bandas características de humedad en la muestra a 1635 y 3400 cm^{-1} las cuales presentan una absorción muy leve. (...) se observan las bandas de los enlaces tipo siloxano y silanol. (...) que se deben a la flexión de tijera del grupo amino.

Una vez culminado el análisis de los espectros FTIR disponibles, se concluye que las nanopartículas de óxidos de sílice fueron sintetizadas exitosamente dado que se aprecian vibraciones de los enlaces característicos O-M y en otros casos M-O-M reportados en la literatura que concuerdan con lo obtenido.”

Las cuales no se consideran como características esenciales de la formulación reclamada, puesto que se refieren a parámetros o posibles conclusiones obtenidas durante el transcurso del desarrollo de la invención, que lo único que generan es una excesiva complejidad/confusión en el momento de determinar el alcance real de la invención que se busca proteger por medio de lo que está redactado en la reivindicación. Se le recuerda al solicitante que una reivindicación tipo composición se caracteriza por sus componentes y las proporciones en las que estas se encuentran.

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

Determinación del Estado de la Técnica

La fecha para determinar el estado de la técnica es el 1 de octubre de 2020, que corresponde a la fecha de presentación.

Consultadas las fuentes de información con que se cuenta, se encontraron los siguientes documentos que anticipan el objeto de esta solicitud:

Ítem	Documento	Título	Fecha de publicación
D1	Ruiz-Cañas, M. C. et al. <i>Polymers</i>	“New nanohybrid based on hydrolyzed polyacrylamide and silica nanoparticles: Morphological, structural and thermal properties”	18 de mayo de 2020
D2	WO2019120771	“Method for exploiting an underground formation by injecting a fluid comprising an additive provided with magnetic nanoparticles”	27 de junio de 2019

D1¹ divulga un híbrido molecular basado en nanopartículas de sílice/poliacrilamida hidrolizada (CSNH-PC1), obtenido mediante una vía sintética de dos pasos. La morfología del nanohíbrido CSNH-PC1 se determinó mediante técnicas de microscopía electrónica de barrido (SEM), dispersión dinámica de luz (DLS) y análisis de nanotracking (NTA) (Resumen).

D2² divulga un método para explotar una formación subterránea, en el que se inyecta un fluido que comprende un aditivo constituido por un adyuvante unido a una nanopartícula magnética. De esta forma, mediante la aplicación de un campo magnético, se puede separar el aditivo del efluente producido (Resumen).

Examen de Patentabilidad

De acuerdo con lo establecido en el artículo 14 de la Decisión 486 de 2000 de la Comisión de la Comunidad Andina, en el cual se establecen los requisitos de patentabilidad objeto de la solicitud en estudio, esta Oficina presenta a continuación el análisis de los requisitos de patentabilidad.

Nivel Inventivo

Teniendo en cuenta lo señalado en el artículo 18 de la Decisión 486 de 2000 de la Comisión de la Comunidad Andina, la reivindicación independiente 1 (NC2025/0007647 del 09 de junio de 2025) refiere a: *“Una síntesis de un fluido para modificación de permeabilidad relativa basado en nanopartículas de SiO₂-poliacrilamida parcialmente hidrolizada, caracterizado por que comprende las siguientes etapas:”*.

A continuación, se presenta la tabla comparativa entre el objeto reivindicado y los documentos encontrados en el estado de la técnica:

CARACTERÍSTICAS ESENCIALES	D1	D2
-------------------------------	----	----

¹Ruiz-Cañas, M. C. et al. (2020). New nanohybrid based on hydrolyzed polyacrylamide and silica nanoparticles: Morphological, structural and thermal properties. *Polymers*, 12(5), 1152. <https://www.mdpi.com/2073-4360/12/5/1152>
²<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/061599396/publication/WO2019120771A1?q=WO2019120771>





Ref. Expediente N° NC2020/0012390

Síntesis de un fluido para modificación de permeabilidad relativa basado en nanopartículas de SiO ₂ -poliacrilamida parcialmente hidrolizada	Síntesis de híbrido molecular basado en nanopartículas de sílice/poliacrilamida hidrolizada	Síntesis de un aditivo para tratamiento de una formación subterránea
	(Pág. 3, Sección 2.2)	(Reivindicación 1)
<i>a. La Síntesis de nanopartículas de óxido de sílice</i>	<i>Preparación de nanopartículas de SiO₂</i>	<i>Proporcionar nanopartículas magnéticas recubiertas de sílice o alúmina.</i>
	(Pág. 3, Sección 2.2)	(Reivindicación 1, 6)
Sonicación en un baño ultrasonido, 200 mL y 400 mL de agua destilada y entre 2 y 4 g de tensoactivo Polietilenglicol (PEG) 400	Etanol	-----
Agregar NH₄OH hasta pH 9 y adicionar entre 15 y 20 mL de tetraetoxisilano (TEOS).	Se añadió 1 mL (4,48 mmol) de tetraetilortosilicato (TEOS) a una solución de hidróxido de amonio en etanol (relación 1:5).	
La temperatura se eleva hasta un rango de 40°C a 65°C y se deja reaccionar por una hora con sonicación constante con equipo de ultrasonido	La dispersión obtenida se agitó durante tres horas a 90°C,	-----
	(Pág. 3, Sección 2.2)	
Enfriar a temperatura ambiente (20-25°C) y centrifugar de 10000 a 12000 rpm durante 30 o 50 min (10 °C) con tres lavados de una solución EtOH/H₂O, para remover el tensoactivo y recuperar las nanopartículas sólidas,	-----	-----
Secar a temperatura de 80 a 105 °C durante un tiempo de 8 a 14 horas.	Las NP correspondientes se recuperaron por centrifugación y se secaron en un horno convencional durante 24 h a 90°C.	-----
	(Pág. 3, Sección 2.2)	
Realizar la activación superficial de las nanopartículas de SiO₂, mediante la inmersión de los productos sólidos en una solución de HCl 1M en una proporción de 5 % p/v en un recipiente, luego esta solución se somete a agitación magnética en un rango de 120 a 150 min.	-----	-----
Separar el precipitado de la solución por centrifugación de 9000 a 12000 rpm por 30 a 50 minutos a 10 °C	Las NP correspondientes se recuperaron por centrifugación	-----
<i>b. Aminación de las nanopartículas de sílice con aminopropil – trietoxisilano (APTES).</i>	<i>Aminación con APTES</i>	<i>Funcionalización de las nanopartículas con 3-aminopropiltriethoxisilano</i>
	(Pág. 3, Sección 2.2)	(Pág. 10, Esquema 4)
Emplear una proporción molar entre 1:1.3 y 1:1.7 eq-mol del óxido metálico (OM) con respecto al precursor silano APTES.	Las NP de SiO ₂ previamente obtenidas se modificaron eficientemente utilizando APTES siguiendo el procedimiento para amino-funcionalización propuesto por Chen et al.	-----





Resolución N° 51300

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

De este modo, se tomó el sólido producto de la calcinación junto con tolueno en un recipiente. El tolueno empleado en este paso es previamente deshidratado por tratamiento con carbonato de sodio. La mezcla del OM/Tolueno entre 1:20p/v y 1:50 p/v fue puesta bajo agitación magnética a 300 rpm y a burbujeo con N ₂ durante 20 min adicionando a la mezcla, entre 1% y 3% v/v de surfactante PEG 400. Al montaje se adicionó un condensador y recirculación de agua fría.		
• Adicionar el APTES gota a gota y se mezcla el sistema entre 5 y 10 minutos.	(Pág. 3, Sección 2.2) Adicionar APTES	Se adiciona APTES
• Asegurar el sistema de atmósfera inerte con nitrógeno gaseoso, se cierra con la inclusión de globo con N ₂ en la parte superior del condensador.	(Pág. 3, Sección 2.2)	(Pág. 10, Línea 19-20)
• La configuración de la reacción es sometida a temperatura de reflujo y se permite la reacción por tiempo de 10h a 16 h.		
c. Polimerización de las nanopartículas aminadas.	Polimerización con HPAM (Pág. 3, Sección 2.2)	Polimerización con HPAM (Pág. 8, Esquema 1)
• Activarlos grupos carboxilos de la HPAM con (EDC), para ello dos compuestos se disuelve en buffer fosfato pH 4.75 en una proporción molar entre 1:1.2 eq-mol y 1:2 eq-mol de COO-/EDC.		Reacción de una función ácido carboxílico con una carbodiimida tal como hidrocloreuro de 1-etil-3-(3-dimetilaminopropil) carbodiimida seguida de la reacción con sal sódica N - hidroxisulfosuccinimida
La concentración de HPAM en solución está entre 3% y 8% p/v.		
Esta solución se mantuvo bajo agitación constante a 120 rpm y temperatura entre 20°C y 30°C durante 30 a 50 minutos controlando el pH de modo tal que se mantenga invariable.	El polvo de HPAM se agregó lentamente a la mezcla	
	(Pág. 3, Sección 2.2)	(Pág. 7, Línea 19-27)
• Adicionar un surfactante no iónico (Mono-oleato de Polioxietilen sorbitano o alcohol-C14-propoxi-sulfato de sodio) entre 1% y 4% p/v		
• Adicionar lentamente las nanopartículas de óxido de silicio en una proporción de 0.1 y 1.3 % p/v en la mezcla de reacción. Esta reacción se mantuvo bajo agitación constante a 250 rpm durante 12h a 18 h a temperatura entre 20°C a 30°C.	Una vez purificado y caracterizado el nSiO ₂ -APTES, 2 g de este material se dispersaron con agitación vigorosa en una solución de THF/agua. El pH de la solución se ajustó a 5-6 utilizando una solución de ácido sulfúrico (0,1 M)	reacción con una función amina llevada por la nanopartícula.
	(Pág. 3, Sección 2.2)	(Pág. 7, Línea 19-27)
• Separar el sólido por centrifugación (8000 rpm a 12000	Una vez finalizada la reacción, el nanohíbrido correspondiente se	



Ref. Expediente N° NC2020/0012390

rpm, 20min a 40 min, 10 °C a 18°C) y secado (80 °C a 35 120 °C, 5h 10 h).	recuperó mediante centrifugación y se lavó tres veces con 20 mL de 2-propanol y se secó a 60 C en un horno convencional durante 24 h. (Pág. 3, Sección 2.2)	
---	--	--

D1 es considerado como el estado de la técnica más cercano a la invención definida en la reivindicación 1, ya que divulga un proceso de síntesis de un nanohíbrido que comprende las siguientes etapas: Primero: La síntesis de nanopartículas de SiO₂ realizada por el método clásico descrito por Stöber³ y Fink⁴; donde se añadió 1 mL (4,48 mmol) de tetraetilortosilicato (TEOS) a una solución de hidróxido de amonio en etanol (relación 1:5). La dispersión obtenida se agitó durante tres horas a 90°C, y las nanopartículas correspondientes se recuperaron por centrifugación y se secaron en un horno convencional durante 24 h a 90°C. Segundo: Las nanopartículas de SiO₂ previamente obtenidas se modificaron eficientemente utilizando APTES siguiendo el procedimiento de funcionalización amino propuesto por Chen et al⁵. Tercero: Una vez purificado y caracterizado el nSiO₂-APTES, 2 g de este material se dispersaron con agitación vigorosa en una solución de THF/agua. El pH de la solución se ajustó a 5-6 utilizando una solución de ácido sulfúrico (0,1 M). A continuación, se añadió lentamente el polvo de HPAM a la mezcla. Cuando la reacción terminó, se recuperó el nanohíbrido correspondiente CSNH-PC1 (Core-Shell Nanohybrid Hydrolyzed Polyacrylamide - Nanosilica) por centrifugación y se lavó tres veces con 20 mL de 2-propanol y se secó a 60°C en un horno convencional durante 24 h (Pág. 3, Sección 2.3).

La diferencia entre la invención definida en la reivindicación 1 y el método divulgado en D1, consiste en incluir la etapa de sonicación en un baño ultrasonido, 200 mL y 400 mL de agua destilada y entre 2 y 4 g de tensoactivo Polietilenglicol (PEG) 400, enfriar a temperatura ambiente (20-25°C) y centrifugar de 10000 a 12000 rpm durante 30 o 50 min (10 °C) con tres lavados de una solución EtOH/H₂O, para remover el tensoactivo y recuperar las nanopartículas sólidas; en realizar la activación superficial de las nanopartículas de SiO₂, mediante la inmersión de los productos sólidos en una solución de HCl 1M en una proporción de 5 % p/v en un recipiente, luego esta solución se somete a agitación magnética en un rango de 120 a 150 min y en realizar la activación de los grupos carboxilos de la HPAM con (EDC), para ello dos compuestos se disuelve en buffer fosfato pH 4.75 en una proporción molar entre 1:1.2 eq-mol y 1:2 eq-mol de COO-/EDC y en especificar las condiciones de temperatura, rpm y los solventes empleados y concentraciones de reactivos en cada una de las subetapas.

No hay evidencia de que el incluir específicamente la etapa de sonicación en un baño ultrasonido, 200 mL y 400 mL de agua destilada y entre 2 y 4 g de tensoactivo Polietilenglicol (PEG) 400, enfriar a temperatura ambiente (20-25°C) y centrifugar de 10000 a 12000 rpm durante 30 o 50 min (10 °C) con tres lavados de una solución EtOH/H₂O, para remover el tensoactivo y recuperar las nanopartículas sólidas, en realizar la activación superficial de las nanopartículas de SiO₂, mediante la inmersión de los productos sólidos en una solución de HCl 1M en una proporción de 5 % p/v en un recipiente, luego esta solución se somete a agitación magnética en un rango de 120 a 150 min y en realizar la activación de los grupos carboxilos de la HPAM con (EDC), para ello dos compuestos se disuelve en buffer fosfato pH 4.75 en una proporción molar entre 1:1.2

³Stöber, W. et al (1968). Controlled growth of monodisperse silica spheres in the micron size range. *J. Colloid Interface Sci*, 26, 62–69. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0021979768902725>

⁴Rahman, I.A. (2012). Synthesis of silica nanoparticles by sol-gel: Size-dependent properties, surface modification, and applications in silica-polymer nanocomposites—A review. *J. Nanomater.* 1–15. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2012/132424>

⁵Chen, S. et al. (2009). Sol-gel synthesis and microstructure analysis of amino-modified hybrid silica nanoparticles from aminopropyltriethoxysilane and tetraethoxysilane. *J. Am. Ceram. Soc.*, 92, 2074–2082. <https://ceramics.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1551-2916.2009.03135.x>

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

eq-mol y 1:2 eq-mol de COO-/EDC y en especificar las condiciones de temperatura, rpm, los solventes empleados y la concentración de reactivos en cada una de las subetapas proporcione un método con algún efecto técnico diferente al que ya proporcionaba el objeto de D1.

Por lo tanto, el problema técnico objetivo que pretende resolver esta invención se puede formular así: ¿Cómo modificar el método conocido en D1 con el fin de proporcionar otro método alternativo?

Sin embargo, el incluir la etapa de realizar la activación de los grupos carboxilos de la HPAM con (EDC), ya está divulgado en D2 que se refiere a un método de síntesis de un aditivo mediante la unión de una nanopartícula magnética a un adyuvante donde dicho adyuvante es un compuesto orgánico tal como un polímero, un copolímero o un tensioactivo (Pág. 2). La nanopartícula magnética comprende un núcleo de hierro, recubierto con una capa de sílice y se injerta sobre polímeros de tipo poliacrilamida parcialmente hidrolizados (HPAM). El injerto de la nanopartícula magnética, cuya superficie porta funciones amina, sobre un polímero de tipo poliacrilamida parcialmente hidrolizada puede realizarse por reacción de amidación directa de una función carboxílica en su forma ácida y la función amina de la nanopartícula. Esta reacción también se puede llevar a cabo mediante la reacción de una función ácido carboxílico con una carbodiimida tal como hidrocloruro de 1-etil-3-(3-dimetilaminopropil)carbodiimida seguida de la reacción con sal sódica N-hidroxisulfosuccinimida con la función amina de la nanopartícula (Pág. 7).

De igual manera es necesario señalar que ajustar las condiciones de tiempo, temperatura, velocidad de agitación, seleccionar solventes específicos y la concentración de los reactivos, en las diferentes subetapas son modificaciones rutinarias que realiza la persona del oficio versada en la materia y no se observa con base en los ejemplos presentados en la descripción ningún efecto técnico asociado a las condiciones especificadas y los rangos reclamados. Adicionalmente también es importante mencionar que D1 ya había dado a conocer un método de síntesis de nanohíbridos que comprende tres etapas principales: Preparación de nanopartículas de SiO₂, aminación de las nanopartículas de sílice con aminopropil – trietoxisilano (APTES) y polimerización de las nanopartículas aminadas y los métodos empleados en cada una de estas subetapas son ampliamente conocidos, así como las condiciones y técnicas utilizadas en cada caso.^{6, 7, 8}

Es importante resaltar que el método reivindicado es solamente una adición, yuxtaposición o asociación de etapas conocidas y los efectos técnicos son la suma de los de cada parte sin ninguna interrelación funcional entre las características técnicas combinadas, es decir, la invención reivindicada solo es una adición de características, y la invención por combinación no tiene nivel inventivo.

En consecuencia, la persona normalmente versada en la materia estaría motivada a incluir la etapa de realizar la activación de los grupos carboxilos de la HPAM con (EDC) del D2 junto con modificaciones rutinarias y su conocimiento general en el método de D1, para así llegar al objeto de la reivindicación 1. Por lo cual se considera obvia.

⁶Stöber, W. et al (1968). Controlled growth of monodisperse silica spheres in the micron size range. *J. Colloid Interface Sci*, 26, 62–69. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0021979768902725>.

⁷Rahman, I.A. (2012). Synthesis of silica nanoparticles by sol-gel: Size-dependent properties, surface modification, and applications in silica-polymer nanocomposites—A review. *J. Nanomater.* 1–15. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2012/132424>

⁸Chen, S. et al. (2009). Sol-gel synthesis and microstructure analysis of amino-modified hybrid silica nanoparticles from aminopropyltriethoxysilane and tetraethoxysilane. *J. Am. Ceram. Soc.*, 92, 2074–2082. <https://ceramics.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1551-2916.2009.03135.x>

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

De igual manera, se señala que la formulación de un fluido para modificación de permeabilidad relativa basado en nanopartículas de SiO_2 -poliacrilamida parcialmente hidrolizada reclamada en la reivindicación 2 no tiene nivel inventivo, porque sus componentes están sugeridos en el estado de la técnica D1 (Pág. 3, Sección 2.2, Página 8, Figura 7) y D2 (Reivindicación 1, 6, Pág. 10, Esquema 4, Línea 19-20) y porque no hay evidencia del efecto técnico logrado por la composición reivindicada.

Respuesta a los argumentos del solicitante

Con respecto a la claridad de la solicitud, el solicitante argumenta lo siguiente:

“(…) Dado que la expresión “el resto de agua”, se refería a completar el volumen de la mezcla con agua, se procedió a modificar la redacción en el párrafo, reemplazándola por la siguiente frase: “y se completa con agua hasta el volumen de aforo del recipiente” (...) “óxido metálico” en la reivindicación 1, se reemplazó por “dióxido de silicio (SiO_2)”, “(...) se procedió a modificar el término “surfactante no-iónico” por los compuestos mencionados en dichas tablas (“Tween 80” Pág. 12, Tabla 1) y “Alfoterra 4S” (tabla 2 ejemplo 3), cuyos compuestos están constituidos principalmente por Mono-oleato de Polioxietilen sorbitano denominado comercialmente como “Tween 80” y alcohol-C14-propoxi-sulfato de sodio denominado comercialmente como “alfoterra 4S”. Se adjuntan fichas de los productos”; (...) “Se corrigen los errores de escritura de las fórmulas químicas de la reivindicación 1., modificándolas así: “ SiO_2 ” a “ SiO_2 ”, “ NH_4OH ” a “ NH_4OH ”, “ $\text{EtOH}/\text{H}_2\text{O}$ ” a “ $\text{EtOH}/\text{H}_2\text{O}$ ”, “ SiO_2 poliacrilamida” a “ SiO_2 -poliacrilamida”; “se modifica el capítulo reivindicatorio en su redacción, comenzando las descripciones de las etapas del proceso con verbos infinitivos y redactando en tiempo presente” (...) “conexión de un globo lleno de gas N_2 ” a la salida del condensador para generar un ambiente inerte y asegurar que la reacción de aminación de las nanopartículas de SiO_2 con APTES se complete en dicho ambiente inerte” (...) “mediante un recipiente de 500 mL” por “en un recipiente de 500 mL” y la expresión “Al montaje se adicionó un condensador y recirculación de agua fría”; “(...) “para ello dos compuestos se disuelve” por “Para ello, los dos compuestos se disuelven” con el fin de aclarar dicha redacción en el capítulo reivindicatorio.

Teniendo en cuenta las modificaciones realizadas al capítulo reivindicatorio bajo el radicado No. NC2025/0007647 del 09 de junio de 2025, se consideran las objeciones superadas. Sin embargo, este Despacho sostiene que la reivindicación 2 no es clara y mantiene las objeciones con respecto a dicha reivindicación.

Al respecto, es importante resaltar que el solicitante no está redactando ni caracterizando la materia incluida en la reivindicación 2 de manera adecuada. El tipo de redacción que se utiliza en el ámbito de patentes es distinto al tipo de redacción que se utiliza en otras áreas, cómo en la de artículos científicos, razón por la cual el Despacho no puede aceptar la redacción propuesta por el solicitante para dicha reivindicación.

Se le recuerda al solicitante que el alcance legal de protección de un documento de patente es conferido por la materia contenida en el capítulo reivindicativo, razón por la cual es deber de este Despacho velar porque dicho capítulo reivindicatorio sea claro y cumpla todos los requisitos de patentabilidad establecidos por la D. 486. La reivindicación 2 no es clara puesto que las reivindicaciones de tipo composición formulación deben estar caracterizadas por sus componentes y proporciones, lo cual no se evidencia en el presente caso.

Con respecto a la descripción de la solicitud, el solicitante argumenta:

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

“(…) no es correcto afirmar que el capítulo descriptivo lo incumple, ya que este incluye todo lo indicado por dicho artículo, a saber, el sector tecnológico al cual aplica la invención; el estado del arte de la tecnología; la descripción de la invención -explicando el problema técnico y cómo la invención lo soluciona-; diferencias y ventajas con respecto a tecnologías anteriores; la respectiva reseña sobre los dibujos; y finalmente, la descripción de cómo una persona capacitada en la materia puede llevar a la práctica o ejecutar la invención, conforme al conocimiento que se generó en el proceso de investigación e implementación de la invención, detallando cada una de las etapas de la síntesis del fluido para modificar la permeabilidad relativa basado en nanopartículas de SiO₂-poliacrilamida parcialmente hidrolizada, así como las características del fluido” (...) “TEOS”, efectivamente, aclaramos que él hace referencia al compuesto “tetra-etoxi-silano”; (...) modificador de la permeabilidad relativa como “RPM”, polietilen-imina como “PEI” y dodecilsulfato de sodio como “SDS” (...) “Mono-oleato de Polioxietilen sorbitano, denominado comercialmente como “Tween 80” y alcoholC14-propoxi-sulfato de sodio, denominado comercialmente como “alfoterra 4S”. (...) e modifica PHAPM como HPAM” (...) “(...) se procede a realizar la aclaración en el capítulo descriptivo unificando la denominación del compuesto como 1-etil-3-(3- dimetilaminopropil) carbodiimida - (EDC)”

Teniendo en cuenta las modificaciones realizadas al capítulo reivindicatorio bajo el radicado No. NC2025/0007647 del 09 de junio de 2025, se consideran las objeciones superadas.

Con respecto al nivel inventivo de la solicitud, el solicitante menciona:

“(…) Si bien en la presente solicitud de patente se hace uso de nanopartículas de SiO₂ y APTES para la obtención de nanopartículas de SiO₂ aminadas, la obtención de estas presenta diferencias con la anterioridad D1 que generan que el producto final presente también diferencias estructurales y funcionales con la anterioridad D1. (...) en la presente solicitud de patente las nanopartículas son sintetizadas a partir de TEOS disperso en un medio con polietilenglicol (PEG), mientras que en D1 se usa etanol. En D1 se usa el método clásico de Stöber donde el etanol actúa como un solvente polar para facilitar la solubilización de TEOS y la hidrólisis-condensación. Mientras que, en la presente solicitud de patente, el medio de PEG modifica la nucleación y crecimiento de las nanopartículas al actuar como agente estructurante y estabilizante. Estas diferencias afectan el tamaño, dispersión y morfología de las nanopartículas de SiO₂ obtenidas y su grado de aglomeración en la dispersión del producto final” (...)

Con respecto a lo mencionado por el solicitante con respecto a D1, este Despacho no encuentra los argumentos del solicitante persuasivos y reitera que la invención se encuentra anticipada por las enseñanzas de D1 y D2.

Contrario a lo que menciona el solicitante, D1 es un documento pertinente para afectar la patentabilidad de la solicitud puesto que se refiere a un proceso de síntesis de un nanohibrido que comprende las siguientes etapas: Primero: La síntesis de nanopartículas de SiO₂ realizada por el método clásico descrito por Stöber⁹ y Fink¹⁰; donde se añadió 1 mL (4,48 mmol) de tetraetilortosilicato (TEOS) a una solución de hidróxido de amonio en etanol (relación 1:5). La dispersión obtenida se agitó durante tres horas a 90°C, y las nanopartículas correspondientes se recuperaron por centrifugación y se secaron en un horno convencional durante 24 h a 90°C. Segundo: Las nanopartículas de SiO₂ previamente obtenidas se modificaron eficientemente utilizando APTES siguiendo el procedimiento de funcionalización amino propuesto por Chen et al¹¹. Tercero: Una vez

⁹Stöber, W. et al (1968). Controlled growth of monodisperse silica spheres in the micron size range. *J. Colloid Interface Sci*, 26, 62–69. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0021979768902725>

¹⁰Rahman, I.A. (2012). Synthesis of silica nanoparticles by sol-gel: Size-dependent properties, surface modification, and applications in silica-polymer nanocomposites—A review. *J. Nanomater.* 1–15. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2012/132424>

¹¹Chen, S. et al. (2009). Sol-gel synthesis and microstructure analysis of amino-modified hybrid silica nanoparticles from

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

purificado y caracterizado el nSiO₂-APTES, 2 g de este material se dispersaron con agitación vigorosa en una solución de THF/agua. El pH de la solución se ajustó a 5-6 utilizando una solución de ácido sulfúrico (0,1 M). A continuación, se añadió lentamente el polvo de HPAM a la mezcla. Cuando la reacción terminó, se recuperó el nanohíbrido correspondiente CSNH-PC1 (Core-Shell Nanohybrid Hydrolyzed Polyacrylamide - Nanosilica) por centrifugación y se lavó tres veces con 20 mL de 2-propanol y se secó a 60°C en un horno convencional durante 24 h (Pág. 3, Sección 2.3).

D1 al ser el documento del estado del arte más cercano, no necesita contener todas y cada una de las características/condiciones que presenta la invención, D1 es relevante puesto que ya había dado a conocer un método de síntesis de nanohíbridos que comprende tres etapas principales: Preparación de nanopartículas de SiO₂, aminación de las nanopartículas de sílice con aminopropil – trietoxisilano (APTES) y polimerización de las nanopartículas aminadas, etapas que corresponden a la materia contenida en la solicitud.

Ahora, bien se destaca que es ampliamente conocido en el estado del arte las diversas modificaciones que se pueden realizar en el método stober con la intención de sintetizar nanopartículas de sílice, particularmente se conoce del estado del arte que la inclusión de PEG en la síntesis de nanopartículas proporciona características de interés a las nanopartículas sintetizadas¹², puesto que al estar presente en el medio y al ser un solvente polar (como el etanol), proporciona cambios en la morfología de las nanopartículas con nanopartículas esféricas o que pueden estar en forma de agregado¹³. Estas modificaciones hacen parte de las modificaciones rutinarias realizadas por la persona versada en la materia, razón por la cual no se puede atribuir un efecto técnico sorprende a las supuestas modificaciones realizadas por el solicitante, como el mero intercambio de etanol por PEG.

“(…) No es correcta la conclusión del examinador según la cual “el problema técnico objetivo que pretende resolver esta invención se puede formular así: ¿Cómo modificar el método conocido en D1 con el fin de proporcionar otro método alternativo?”, toda vez que es claro que la anterioridad D1 es diferente a la presente solicitud de patente”

Esta Oficina aclara que, contrario a lo que argumenta el solicitante, y como se mencionó anteriormente D1 si es considerado un documento relevante para afectar la patentabilidad de la solicitud puesto que menciona un método de síntesis de nanohíbridos que comprende tres etapas principales: Preparación de nanopartículas de SiO₂, aminación de las nanopartículas de sílice con aminopropil – trietoxisilano (APTES) y polimerización de las nanopartículas aminadas, etapas que corresponden a la materia contenida en la solicitud

Así mismo se destaca que el problema técnico fue identificado al considerar que la evaluación del nivel inventivo se hizo siguiendo el método “problema solución” que comprende 5 etapas, la primera se relacionó con identificar el estado de la técnica más cercano a la invención reivindicada, en el presente caso es la anterioridad D1. La segunda etapa consistió en determinar la diferencia entre la invención y el estado de la técnica más cercano. Posteriormente, en la tercera etapa se definió que no había un efecto técnico

aminopropyltriethoxysilane and tetraethoxysilane. *J. Am. Ceram. Soc.*, 92, 2074–2082.
<https://ceramics.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1551-2916.2009.03135.x>

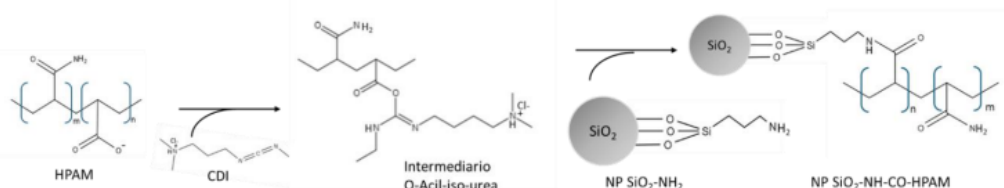
¹² Polymer Dynamics in PEG-Silica Nanocomposites: Effects of Polymer Molecular Weight, Temperature and Solvent Dilution. So Youn Kim, Henriette W. Meyer, Kay Saalwächter, and Charles F. Zukoski *Macromolecules* 2012 45 (10), 4225-4237 DOI: 10.1021/ma300439k

¹³ Clara Yagüe, María Moros, Valeria Grazú, Manuel Arruebo, Jesús Santamaría, Synthesis and stealthing study of bare and PEGylated silica micro- and nanoparticles as potential drug-delivery vectors, *Chemical Engineering Journal*, Volume 137, Issue 1, 2008, Pages 45-53, ISSN 1385-8947, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2007.07.088>.

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

causado y atribuible al elemento diferencial, al considerar que un método para la síntesis de nanopartículas de sílice ya había sido anticipado por D1 (D1, Pág. 3, Sección 2.3). La cuarta etapa consistió en deducir el problema técnico objetivo, ¿Cómo modificar el método conocido en D1 con el fin de proporcionar otro método alternativo? Por último, se evaluó si la invención reivindicada, partiendo del estado de la técnica más cercano y del problema técnico objetivo, habría sido obvia para la persona medianamente versada en la materia, donde se empleó D2 del estado de la técnica como documento complementario, junto con sus conocimientos medios en la síntesis de nanopartículas. En consecuencia, se concluyó que la persona normalmente versada en la materia estaría a incluir la etapa de realizar la activación de los grupos carboxilos de la HPAM con (EDC) del D2 junto con modificaciones rutinarias y su conocimiento general en el método de D1, para así llegar al objeto de la reivindicación 1, por lo cual, se considera obvia. Así entonces, contrario a lo que afirma el solicitante, se planteó el problema técnico objetivo de acuerdo de manera adecuada.

“D1 en la conjugación del polímero sobre las nanopartículas de SiO₂ aminadas (SiO₂-NH₂). En D1 la conjugación se lleva a cabo en una mezcla de H₂O y THF, utilizando una estrategia termodinámica de interacción entre los grupos aminos de SiO₂-NH₂ y los carboxílicos del HPAM en medio de ácido débil para la obtención de una nanohíbrido, que por las condiciones de reacción expuestas en D1 es una interacción esencialmente no-covalente (...) en la presente solicitud de patente, se usa una estrategia de activación de los grupos carboxílicos con carbodiimida para que puedan interactuar con los grupos amino de las nanopartículas de forma covalente, por lo que la estructura final de síntesis de las nanopartículas activadas con el HPAM es diferente a la de la obtenida en D1” (...) hacen que el polímero de presente solicitud de patente presente una mayor estabilidad térmica que la de D1”



Esquema 1. Ruta de síntesis de polímero compuesto de SiO₂-NH-CO-HPAM a partir de nanopartículas de SiO₂-NH₂ y HPAM.

“(...) D1 se usan condiciones de reacción usando un medio de agua/THF de las nanopartículas de SiO₂ amino con HPAM sin activación de los grupos funcionales a pH 5-6, lo cual no asegura la formación de enlace amida, a lo sumo se generan interacciones electrostáticas de los grupos -NH₂ protonados (-NH₃⁺) con los grupos carboxílicos del HPAM, o interacciones electrostáticas entre los grupos amida y carboxilo del HPAM con los grupos amino o silanoles de las nanopartículas aminadas, para obtener lo que los autores llaman nanohíbrido (...) En la presente solicitud de patente las condiciones de reacción son diferentes, ya que se trabaja a un pH de 4.75 en buffer fosfato para la formación de las nanopartículas activadas con el polímero y de forma covalente; a diferencia de D1 que se genera en un rango de pH 5-6, y que, al no estar activados los grupos carboxílicos, no posibilita la obtención de enlaces covalentes entre los grupos carboxílicos de HPAM y los aminos de las nanopartículas de SiO₂NH₂”

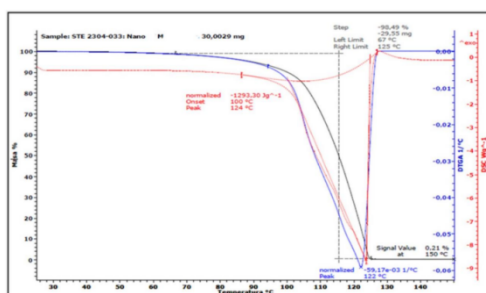
Así mismo, no hay ningún indicio en D1 de que la interacción producida por el HDMA no sea de tipo covalente, tal y como aquella que supuestamente menciona el solicitante. En

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

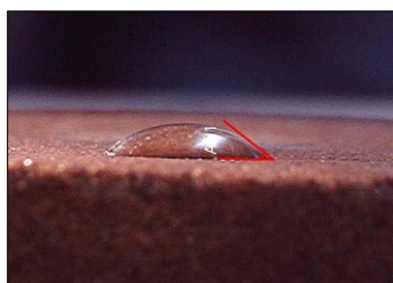
este punto se destaca que, si bien D1 no menciona de forma explícita la activación de los grupos carboxílicos de HPAM, D2 si menciona la reacción de una función ácido carboxílico con una carbodiimida tal como hidrocloreuro de 1-etil-3-(3-dimetilaminopropil) carbodiimida seguida de la reacción con sal sódica N -hidroxisulfosuccinimida (Pág. 7, Línea 19-27) razón por la cual las enseñanzas de D2 anticipan también el objeto de la invención.

En este punto se destaca que el solicitante no proporciona argumentos que desvirtúen el análisis realizado con respecto a la patentabilidad de la solicitud al tener cuenta las enseñanzas de D1 en combinación con la materia incluida en D2.

“No estamos de acuerdo con la apreciación del evaluador, pues se presentan diferencias significativas en las características estructurales de los componentes obtenidos en la presente solicitud de patente que se muestran a continuación mediante las curvas TGA, tensión interfacial y pruebas del ángulo de contacto (...) TGA SI HPAM, la muestra presenta 98.49% de pérdida de masa entre 67°C y 125°C. La máxima velocidad de pérdida de masa es de 5.9%/°C en 122°C. En la curva DSC se observó flujo de calor endotérmico de 1293.3 J/g, y que inicia en 100°C.



A continuación, en la Tabla 2 se muestra el resultado del cálculo de la tensión interfacial para la formulación del nanofluido Si HPAM. Es importante resaltar que, para la interpretación del resultado, se busca obtener el menor valor posible (tensiones < 1 mN/m) de tensión interfacial, ya que esto indica una mejor interacción entre las dos fases y facilita el flujo de la fase oleosa a través de la fase continua. (...) Una vez terminada la exposición del núcleo hidrofóbico al material Si HPAM, se drenaron los fluidos y se dejó secar el plug tratado durante 3 horas a temperatura ambiente, para luego llevarlo nuevamente al microscopio HIROX y medir el nuevo ángulo de contacto, evaluando así la capacidad del material para modificar la mojabilidad. En la figura se observa la medición del ángulo para el plug hidrofóbico tratado con Si HPAM, en el cual se obtuvo un ángulo de 37,117°. Es decir, según lo establecido en la norma ASTM, el tratamiento con Si HPAM a 100 ppm durante 1 hora modificó la mojabilidad del plug, haciéndolo más mojado hacia el agua.



Con respecto a los anteriores señalamientos, este Despacho permite afirmar que el solicitante meramente se permite brindar los resultados de caracterización de materiales que son típicas en el contexto de la invención. Estas caracterizaciones no se ven reflejadas en el alcance del capítulo reivindicatorio, es decir no se encuentra reflejada ni en la

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

caracterización del método ni de la formulación reivindicadas. En este punto se destaca que el capítulo reivindicatorio no está redactado de tal manera que la información/ caracterización que proporciona el solicitante pueda ser considerada como características técnicas esenciales de la invención reivindicada.

Nuevamente se destaca que la reivindicación 2 no se encuentra redactada de manera adecuada de tal manera que se puedan identificar las características técnicas esenciales de dicha formulación, puesto que erróneamente se intenta caracterizar por medio de expresiones y frases como *“Una vez culminado el análisis de los espectros FTIR disponibles, se concluye que las nanopartículas de óxidos de sílice fueron sintetizadas exitosamente dado que se aprecian vibraciones de los enlaces característicos O-M y en otros casos M-O-M reportados en la literatura que concuerdan con lo obtenido”* (entre otras), en consecuencia, el supuesto efecto técnico y demás argumentos proporcionados por el solicitante no se pueden determinar en marco del alcance que abarca la reivindicación 2.

“(...) Finalmente, nos permitimos indicar que se propone un capítulo reivindicatorio ajustado, que reemplaza al inicialmente presentado en la solicitud de patente original, con el fin de dar mayor claridad a la materia reivindicada e incluir los ajustes solicitados por el Despacho. Es importante anotar que estos ajustes no implican de ninguna manera una ampliación de materia a la contenida en la solicitud originalmente presentada, por consiguiente, son procedentes, de conformidad con lo establecido en el Artículo 34 de la Decisión 486 que indica que “El solicitante de una patente podrá pedir que se modifique la solicitud en cualquier momento del trámite. La modificación no podrá implicar una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial Del mismo modo, se podrá pedir la corrección de cualquier error material”

Al respecto, este Despacho acepta las modificaciones presentadas al capítulo reivindicatorio bajo el radicado No. NC2025/0007647 del 09 de junio de 2025, el cual contiene 2 reivindicaciones, ya que se ajusta a las prescripciones contenidas en el artículo 34 de la Decisión 486.

RESUELVE

ARTÍCULO 1: Denegar la patente de invención para la creación titulada:

“SÍNTESIS Y FORMULACIÓN DE UN FLUIDO PARA MODIFICACIÓN DE PERMEABILIDAD RELATIVA BASADO EN NANOPARTÍCULAS DE SIO₂-HPAM”

Ref. Expediente N° NC2020/0012390

ARTÍCULO 2: Notificar el contenido de la presente resolución a ECOPETROL S.A. advirtiéndole que contra ella procede el recurso de reposición, ante la Superintendente de Industria y Comercio, el cual podrá ser interpuesto en el momento de la notificación o dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a ella.

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C., el 30 de julio de 2025

LA SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO,



Firmado digitalmente
por: CIELO ELAINNE
RUSINQUE URREGO
Fecha: 2025.07.30
12:02:46 COT
Razón: Validez jurídica.
Ubicación: Bogotá,
Colombia.