



Bogotá D.C., 30 de mayo de 2025

Doctora

SANDRA ISABEL CALDERON RODRIGUEZ

Directora de Nuevas Creaciones

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Referencia: Expediente No **NC2020/0015083**

Asunto: Respuesta al requerimiento de fondo expedido dentro de la solicitud de patente titulada: **"HÍBRIDOS DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDOS DE METALES CON POLÍMEROS Y SU MÉTODO DE OBTENCIÓN"** - Oficio N° 864 de 23 de enero de 2025.

Solicitantes: **ECOPETROL S.A. y UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

Respetada directora,

LUZ MARA HERRERA HERRERA en mi condición de apoderada de los solicitantes de la patente de la referencia; encontrándome dentro de los términos legales previstos, doy repuesta al oficio No. **864** relacionado en el asunto, según el cual, como resultado del examen de patentabilidad realizado a la solicitud de la referencia, la Dirección encuentra que *"la materia objeto de solicitud no cumple con algunos requisitos establecidos en la Decisión, con fundamento en los siguientes aspectos"* que abordaré uno a uno:



"(...) 4. Reivindicaciones relativas a un uso (...)"

Observación 1

El despacho indica que "(...) De conformidad con lo señalado en el artículo 14 de la Decisión 486 de 2000 de la Comisión de la Comunidad Andina solo son patentables las invenciones de producto o de procedimiento.

En consecuencia la reivindicación 10, a pesar de señalar en su preámbulo "un método", se refieren al uso de los híbridos de nanopartículas de óxidos de metales con polímeros y las dispersiones acuosas obtenidas por el método reclamado en la reivindicación 1, toda vez que las expresiones: "(...) son constituyentes como componentes de pinturas a base de agua, de detergentes líquidos, de plásticos, de adhesivos, de fibras y textiles, de fluidos de perforación, de fluidos para reducir la movilidad del agua en procesos de recobro de petróleo, de dispersantes de lodos, de dispersantes en sistemas de enfriamiento, de pigmentos o recubrimientos de papel, para mampostería." se refieren a la forma de usar los híbridos de nanopartículas de óxidos de metales con polímeros y no son características técnicas esenciales de un proceso para la obtención de un producto.

Por lo tanto, el objeto de la reivindicación 10 no es patentable de acuerdo con el artículo 14 (...)"

Respuesta 1.

Compartimos lo expuesto por el despacho, por lo cual se procedió a retirar la reivindicación 10.

"(...) 3. De la solicitud de patente

3.1. Reivindicaciones (...)"

Observación 2

El despacho indica que "(...) Teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 30 de la Decisión 486 de 2000 de la Comisión de la Comunidad Andina:



"Las reivindicaciones definirán la materia que se desea proteger mediante la patente. Deben ser claras y concisas y estar enteramente sustentadas por la descripción. (...) "

Esta Oficina informa que, el capítulo reivindicatorio no cumple con el requisito de claridad, dado que las reivindicaciones dependientes amplían el alcance de la reivindicación dependiente, al hacer referencia a opciones no incluidas dentro de la reivindicación independiente, tal como se muestra a continuación:

- La reivindicación 1 señala que la carbodiimida es DCC, no obstante, la reivindicación 2 amplía el alcance de la reivindicación 1 al señalar que la carbodiimida es N,N'-diisopropilcarbodiimida (DIC).
- La reivindicación 1 señala que el solvente en la etapa b. es THF, no obstante, la reivindicación 5 amplía el alcance de la reivindicación 1 al señalar que el solvente en etapa b) es dimetilformamida (DMF).
- La reivindicación 1 señala que las nanopartículas son de aluminio, no obstante, la reivindicación 4 amplía el alcance de la reivindicación 1 al señalar que, en las nanopartículas de óxido de metal, el metal es (Ni (Níquel), Manganeso (Mn), Fe (Hierro), Si (Silicio), Cu (Cobre), Zn (Zinc), Ti (Titanio), Ce (Cerio), Mg (Magnesio) o Zr (Zirconio).

Se sugiere limitar el alcance del capítulo reivindicatorio a las opciones mencionadas en la reivindicación independiente, teniendo en cuenta las características técnicas esenciales que se encuentren debidamente sustentadas en la descripción de acuerdo con lo enseñado en la Tabla 1:

Tabla 1. Ejemplos de los radicales soportados.

Compuesto	Soporte de los ejemplos presentados
Polímero	HPAM-PH
Carbodiimida	N,N'-díciclohexilcarbodiimida (DCC)
Solvente	THF
Óxido de Metal	SiO ₂
Aminosilano tipo: H ₂ N- R ₂ -Si-(R ₃) _n (OR ₃) _{3-n}	APTES, R ₂ = Alquilo-C ₃ , R ₃ : Alquilo-C ₂ , n= 0
Aminosilano tipo: H ₂ N- R ₃ -NH- R ₃ -Si-(R ₄) _n (OR ₄) _{3-n}	-----

(...) "



Respuesta 2.

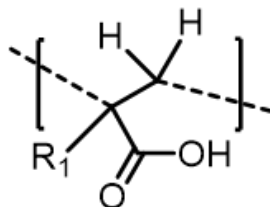
Compartimos parcialmente lo expuesto por el despacho, por lo cual se modificó la reivindicación independiente 1 incluyéndole los compuestos de las reivindicaciones dependientes 2 a 6, sugeridos por el despacho en el requerimiento del asunto. Debido a este cambio, se retiraron las reivindicaciones 2 a 6.

A continuación, se presentan los cambios realizados a la reivindicación 1.

Reivindicación 1 (inicial)

1. Un método para producir híbridos de nanopartículas de óxidos de metales con polímeros, caracterizado por que comprende las siguientes etapas:

a. Mezclar la carbodiimida DCC con el polímero conteniendo grupos carboxilos, según la estructura, en una relación 1: 0.5-2:



Donde: R_1 es un hidrógeno o un metilo.

b. Dispersar la mezcla polímero-carbodiimida en THF. Utilizar entre 20 y 40 mL de THF por gramo de mezcla.

c. Agitar la mezcla entre 200 y 400 rpm de 30 a 60 minutos a temperatura ambiente (20 a 25 °C), para promover la formación del compuesto intermedio.

d. Adicionar las NPs de aluminio modificadas con un aminosilano de estructura $H_2N-R_2-NH-R_2-Si-(R_3)_n(OR_3)_{3-n}$ a la mezcla en relación 1:0.5-1, con respecto a la carbodiimida.

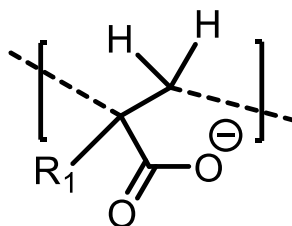
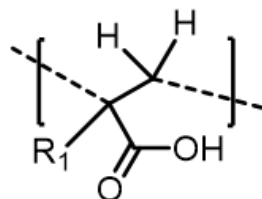
e. Agitar la dispersión entre 300 y 500 rpm de 4 a 8 horas a temperatura ambiente (20 a 25 °C).



- f. Separar los sólidos por centrifugación entre 4900 y 6000 rpm por 15 a 30 minutos y lavarlos con 100 a 200 mL de isopropanol puro.
- g. Separar nuevamente el producto por centrifugación entre 4900 y 6000 rpm por 15 a 30 minutos.
- h. Secar el híbrido obtenido en un horno a una temperatura entre 40 y 60°C de 12 a 24 horas.

Reivindicación 1 (ajustada)

1. Un método para producir híbridos de nanopartículas de óxidos de metales con polímeros, caracterizado por que comprende las siguientes etapas:
 - a. Mezclar en una relación 1: 0.5-2 una carbodiimida tipo N,N'-diciclohexilcarbodiimida (DCC) o N,N'-diisopropilcarbodiimida (DIC) con un polímero conteniendo grupos carboxilos, según las estructuras:



Donde: R_1 es un hidrógeno o un metilo.

- b. Dispersar la mezcla polímero-carbodiimida con un solvente como tetrahidrofurano (THF) o dimetilformamida (DMF). Utilizar entre $2 \cdot 10^{-5}$ y $4 \cdot 10^{-5}$ m³ de THF o DMF por gramo de mezcla.



- c. Agitar la mezcla entre 3 y 7 Hz de 1800 a 3600 s a temperatura ambiente (293,15 a 298,15 K), para promover la formación del compuesto intermedio.
- f. Adicionar a la mezcla nanopartículas (NPs) de Al (Aluminio), Ni, (Níquel), Mn (Manganeso), Si (Silicio), Cu (Cobre), Zn (Zinc), Ti (Titanio), Ce (Cerio), Mg (Magnesio) o Zr (Zirconio) modificadas con un aminosilano de estructura $H_2N-R_2-NH-R_2-Si-(R_3)_n(OR_3)_{3-n}$ o $H_2N-R_2-Si-(R_3)_n(OR_3)_{3-n}$ en relación 1:0.5-1 con respecto a la carbodiimida. Donde R_2 es un grupo alquilo C_2 a C_4 , R_3 es un hidrógeno o un grupo alquilo C_1 a C_5 y n es $0 \leq n \leq 2$.
- g. Agitar la dispersión entre 5 y 8 Hz de 14400 a 28800 s a temperatura ambiente (293,15 a 298,15 K).
- g. Separar los sólidos por centrifugación entre 82 y 100 Hz por 900 a 1800 s y lavarlos con $1 \cdot 10^{-4}$ y $2 \cdot 10^{-4} m^3$ de isopropanol puro.
- h. Separar nuevamente el producto por centrifugación entre 82 y 100 Hz por 900 a 1800 s.
- i. Secar el híbrido obtenido en un horno a una temperatura entre 313,15 y 333,15 K de 43200 a 86400 s.

En cuanto a la sugerencia del Despacho de "limitar el alcance del capítulo reivindicatorio a las opciones mencionadas en la reivindicación independiente, teniendo en cuenta las características técnicas esenciales que se encuentren debidamente sustentadas en la descripción de acuerdo con lo enseñado en la Tabla 1", es importante recordar que no se requiere haber probado o presentar los ejemplos de todos los nanohíbridos sintetizados para que estos puedan ser reivindicados y por ende, no debemos limitarnos a reivindicar solo lo que está relacionado en la **Tabla 1**. El objetivo de sintetizar diferentes nanohíbridos y de presentar algunos ejemplos en la memoria descriptiva fue probar que la metodología descrita puede producirlos. Debido a la amplia gama de productos que se obtuvieron, solo se evaluaron en el laboratorio los nanohíbridos sintetizados como aditivos para recobro mejorado. Para sustentar las características de dichos compuestos reivindicados en la presente solicitud de patente, se presentan los espectros FTIR (**Figuras 1 a 5**) de algunos de los nanohíbridos sintetizados y caracterizados durante el desarrollo de la metodología experimental (preparados con polímeros, carbodiimidas, solventes u óxidos de metal diferentes a los reportados en la **Tabla 1**).

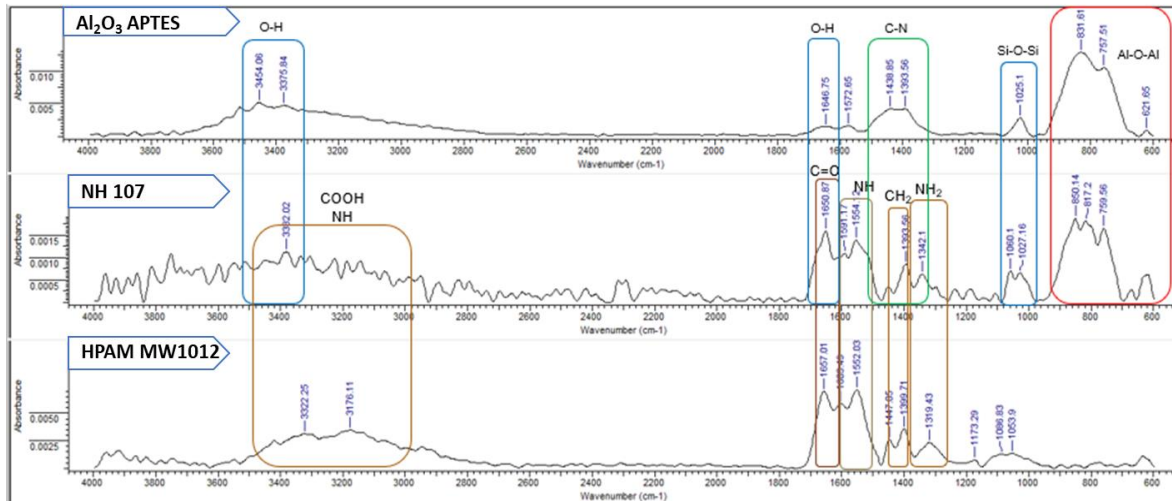


Figura 1. Espectro FT-IR del nanohíbrido NH107, HPAM MW1012, nanopartículas de Al_2O_3 - APTES y DCC en DMF.

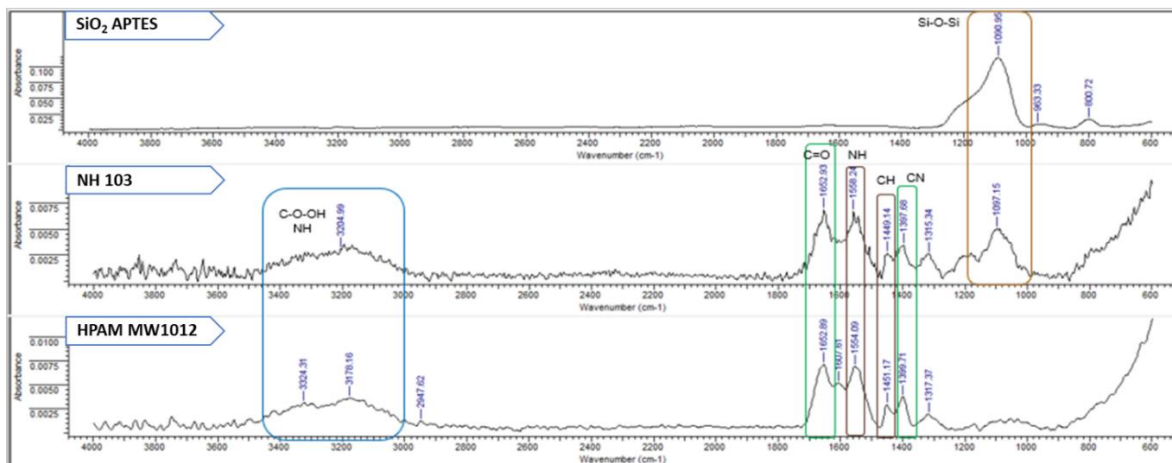


Figura 2. Espectro FT-IR del nanohíbrido NH103, HPAM MW1012, nanopartículas de SiO_2 - APTES y DCC en DMF.

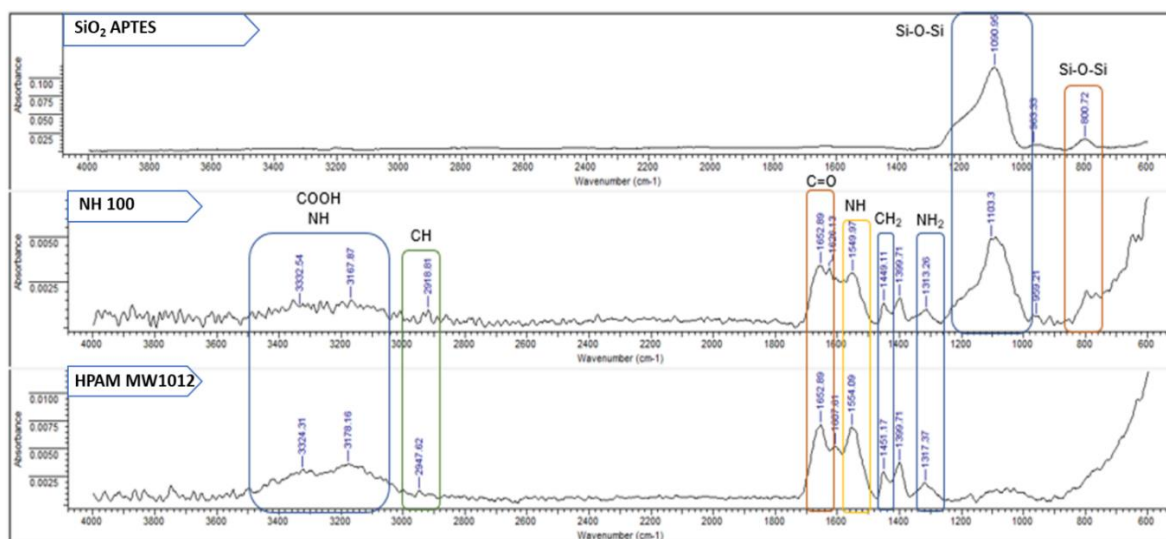


Figura 3. Espectro FT-IR del nanohíbrido NH100, HPAM MW1012 y nanopartículas de SiO₂ - APTES y DIC en THF.

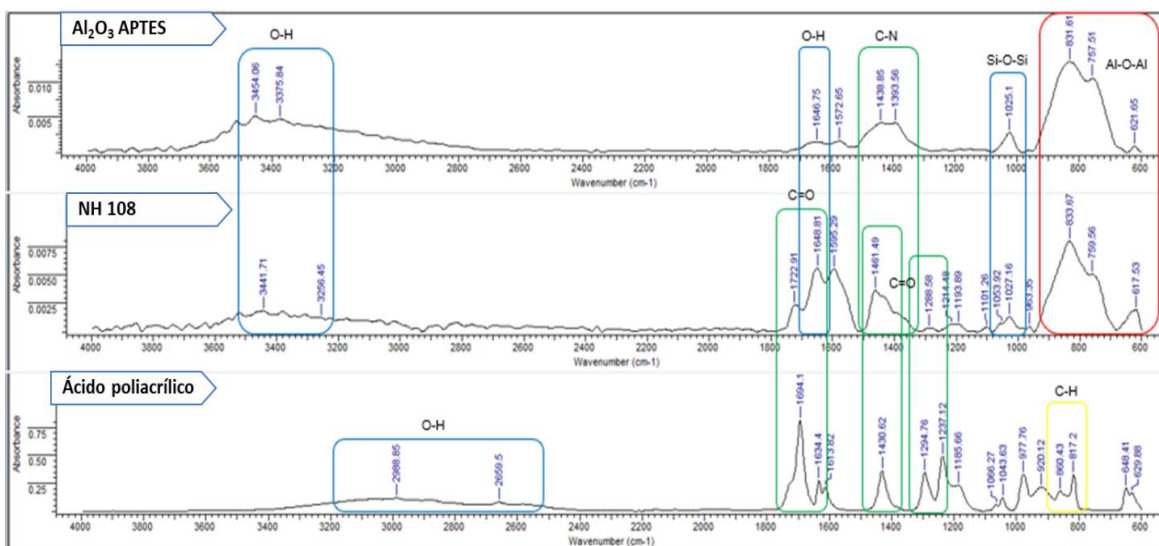


Figura 4. Espectro FT-IR del nanohíbrido NH108, ácido poliacrílico, nanopartículas de Al₂O₃ - APTES y DCC en DMF.

Adicionalmente, en la etapa experimental también se sintetizaron nanohíbridos con polímeros de diversos pesos moleculares ($3 - 28 \cdot 10^6$ Da), lo cual le otorga propiedades diferentes a los nanohíbridos. En la **Figura 5** se presentan algunos espectros de estos nanohíbridos. La denominación MW se refiere al rango del peso molecular del polímero



evaluado. Por ejemplo, el nombre HPAM MW0406 corresponde a un polímero cuyo peso molecular se encuentra entre 4 y $6 \cdot 10^6$ Da.

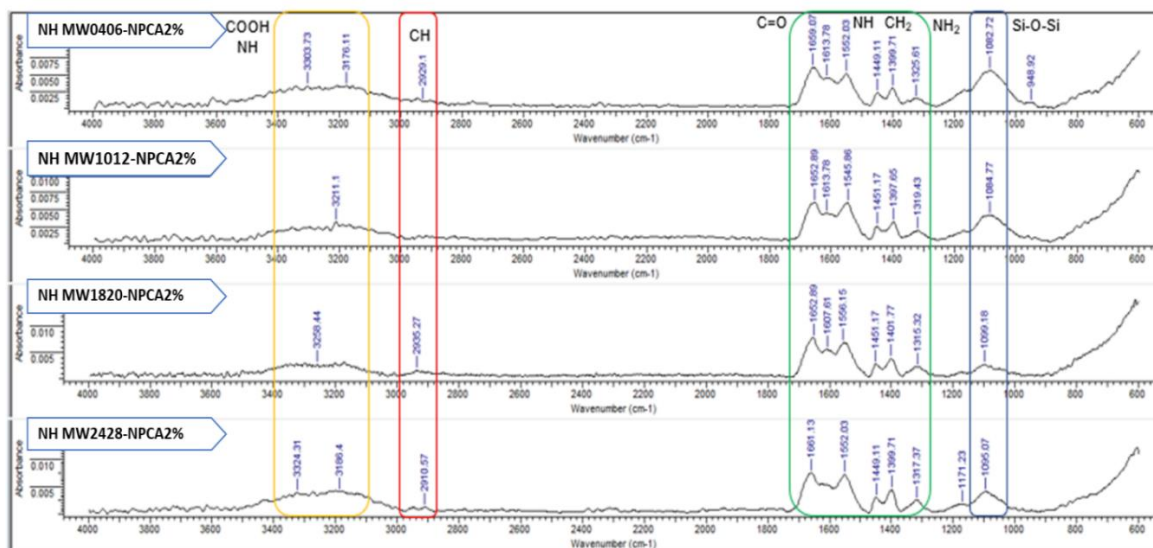


Figura 5. Espectro FT-IR de nanohíbridos de los polímeros HPAM MW0406, HPAM MW1012, HPAM MW1820 y HPAM MW2428 con nanopartículas SiO₂ (NPCA2%).

Observación 3.

El despacho indica que "(...) *La reivindicación 1 no cumple con el requisito de claridad porque no incluye las definiciones de R2 y R3, estas aparecen en el capítulo reivindicatorio en la reivindicación. Se sugiere incluir en la reivindicación 1 las definiciones de R2 y R3. (...)*"

Respuesta 3.

Compartimos lo expuesto por el despacho y por tanto, se definieron los grupos funcionales R2 y R3 en la Reivindicación independiente 1.

**Observación 4.**

Adicionalmente el requerimiento de fondo indica que "(...) *El capítulo reivindicatorio contiene dos reivindicaciones independientes de método (Reivindicación 1 y 7) que repiten información y protegen básicamente la misma materia y presentan el mismo alcance, por lo cual el capítulo carece de concisión. Se sugiere incluir solo una reivindicación independiente de método. (...)*"

Respuesta 4.

Compartimos lo expuesto por el despacho, por lo cual se retiró la reivindicación 7 del capítulo reivindicatorio.

Observación 5.

Expresa el requerimiento de fondo que "(...) *En la reivindicación 8 el método es caracterizado por el producto obtenido y sus bandas en infrarrojo las cuales no son características técnicas esenciales del método, y no son aceptadas como definición del mismo. Se sugiere eliminar esta reivindicación. (...)*"

Respuesta 5.

Compartimos lo señalado por el despacho, por lo cual se retiró la reivindicación 8.

Observación 6.

El despacho indica que "(...) *La reivindicación 9 presenta como características técnicas esenciales de la invención "(...) presentan mayor resistencia a la degradación mecánica, térmica y química, que el polímero usado para su preparación"; las cuales no se aceptan como características técnicas ya que no definen específicamente la estructura de la invención. Las reivindicaciones deben caracterizar un producto por su forma o constitución y las partes que lo componen, y el procedimiento por la secuencia de etapas técnicas que inciden sobre una materia que se encaminan a la obtención de una cosa o resultado.*



En consecuencia, es necesario que allegue las aclaraciones o modificaciones correspondientes para dar cumplimiento a lo establecido en el citado artículo. (...)”

Respuesta 6.

Compartimos lo expuesto por el despacho, por lo cual se retiró la reivindicación 9.

“(...) 7. Examen de Patentabilidad

7.1. Nivel Inventivo (...)”

Observación 7.

En relación con el nivel inventivo el despacho indica que “(...) D3 es considerado como el estado de la técnica más cercano a la invención definida en la reivindicación 1, ya que divulga un método para la preparación de un óxido de grafeno modificado, caracterizado porque el óxido de grafeno modificado se obtiene modificando químicamente el óxido de grafeno con un polímero hidrofílico; el método de preparación comprende al menos los siguientes pasos: a) obtener una dispersión que contiene óxido de grafeno; b) obtener una solución acuosa que contiene un polímero hidrofílico; c) agregar el catalizador a la dispersión en el paso a) para obtener una dispersión de tratamiento de activación; d) añadir la solución acuosa del paso b) a la dispersión del tratamiento de activación del paso c), y hacer reaccionar para obtener óxido de grafeno modificado (Reivindicación 1, 7). Las nanopartículas de grafeno pueden cambiar la humectabilidad de las rocas de la capa de aceite, emulsionar el petróleo crudo y hacer que el petróleo crudo sea más fácil de despegar y mover; el híbrido de polímero soluble en agua puede mejorar la estabilidad de las nanopartículas de óxido de grafeno en salmuera a través del efecto de impedimento estérico, por lo que las nanopartículas de óxido de grafeno también pueden existir de manera estable en agua de formación de alta salinidad, incluso en un ambiente con alto contenido de sal, las nanopartículas permanecen estables después de la modificación por la presencia de polímeros hidrofílicos, que pueden mejorar efectivamente la eficiencia de desplazamiento de aceite (Párr. 0007).



La diferencia entre la invención definida en la reivindicación 1 y el método divulgado en D3, consiste en que la dispersión de la mezcla polímero-carbodiimida se hace en THF, incluir puntualmente carbodiimida DCC, especificar la estructura de los grupos carboxilo del polímero, en que las nanopartículas, son de aluminio y han sido modificadas con un aminosilano de estructura $H_2N-R_2-NH-R_2-Si-(R_3)_n(OR_3)_{3-n}$, en incluir las etapas de separación por centrifugación y sus condiciones, en especificar que se lava con isopropanol en la etapa f.) y su proporción y en incluir la etapa de secado y las condiciones de tiempo y temperatura.

No hay evidencia de que el incluir que la dispersión de la mezcla polímero-carbodiimida se hace en THF, incluir puntualmente carbodiimida DCC, especificar la estructura de los grupos carboxilo del polímero, en que las nanopartículas, son de aluminio y han sido modificadas con un aminosilano de estructura $H_2N-R_2-NH-R_2-Si-(R_3)_n(OR_3)_{3-n}$, en incluir las etapas de separación por centrifugación y sus condiciones, en especificar que se lava con isopropanol en la etapa f.) y su proporción y en incluir la etapa de secado y las condiciones de tiempo y temperatura, proporcionen un método con algún efecto técnico diferente al que ya proporcionaba el objeto de D3.

Por lo tanto, el problema técnico objetivo que pretende resolver esta invención se puede formular así: ¿Cómo modificar el método conocido en D3 con el fin de proporcionar otro método alternativo? (...)"

Respuesta 7.

No es correcta la conclusión a la que llega el despacho en su análisis de la altura inventiva, por las siguientes consideraciones:

Las principales diferencias entre la patente D3 y la presente solicitud de patente se describen en la **Tabla 2**. Estas se centran en: el tipo de polímero, las dos carbodiimidas, el medio de reacción y los diversos tipos de nanopartículas de óxidos metálicos que se utilizan para sintetizar los nanohíbridos. Igualmente el procedimiento para la preparación de los nanohíbridos (incluyendo variación de la temperatura y del tiempo de reacción, de las cantidades y relaciones de los reactivos, del tiempo y la velocidad de



agitación y de las condiciones de lavado, recuperación y secado del producto) es también distinto y debe serlo partiendo de los compuestos, condiciones de reacción y el producto que se pretende obtener (**Figura 6**). Adicionalmente, en la presente solicitud no se emplean catalizadores como la N-hidroxisuccinimida, como si lo presenta D3, debido al alto rendimiento de formación de amidas que tienen las carbodiimidas DCC y DIC. Todos estos cambios impactan la estructura molecular (**Figura 7**), las propiedades físicas y químicas de los nanohíbridos sintetizados.

Otro ejemplo es que los nanohíbridos descritos en la patente D3 tienen la propiedad de generar emulsiones o cambiar la mojabilidad del medio poroso, propiedades que no tienen los nanohíbridos descritos en la presente solicitud de patente, porque fueron diseñados y desarrollados para hidratarse en la fase acuosa -igual que el polímero usado para sintetizarlos-, e incrementar la viscosidad del fluido de inyección, disminuyendo la relación de movilidad agua-crudo, mejorando la eficiencia volumétrica de barrido en el yacimiento para incrementar la producción de crudo. Teniendo en cuenta esto, se evidencia que los nanohíbridos descritos en la anterioridad D3 y en nuestra solicitud de patente tienen características y funcionalidades diferentes:

Tabla 2. Diferencias entre la patente D3 y la presente solicitud.

Presente Solicitud	Patente CN110937598
Método de preparación del nanohíbrido (Figura 6a). Con respecto a la patente D3 se evidencian diferencias tales como: cambios en la temperatura y el tiempo de reacción, en las cantidades y relaciones de los reactivos, en el tiempo y la velocidad de agitación y en las condiciones de lavado, recuperación y secado del producto.	Método de preparación del nanohíbrido (Figura 6b)
Tipo de polímero: polímeros conteniendo grupos carboxilo o carboxilato con las estructuras descritas en las reivindicaciones 1 y 2	Tipo de polímero: polivinil alcohol, goma xantana, celulosa o quitosan
Nanopartículas empleadas: Al, Ni, Si, Mn, Fe, Cu, Zn, Ti, Ce, Mg o Zr	Nanopartícula empleada: Óxido de grafeno
Carbodiimidas empleadas: DCC y DIC.	Carbodiimida empleada: EDC.
Medio de reacción: THF o DMF	Medio de reacción: Agua destilada
Catalizador: No se requiere debido al alto rendimiento de formación de amidas que tienen las carbodiimidas DCC y DIC	Catalizador: 4-dimetilaminopiridina (DMAP) y N-hidroxisuccinimida.
Estructura química (Figura 7a)	Estructura química (Figura 7b)

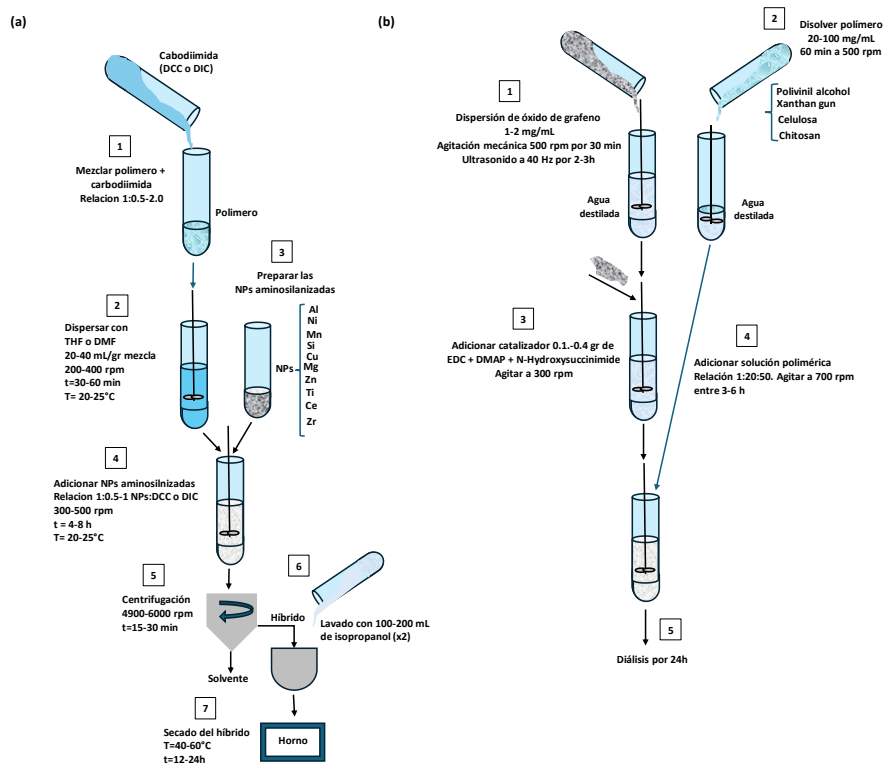


Figura 6. Comparación del procedimiento experimental para obtener los (a) híbridos de la presente solicitud de patente y (b) los de la patente D3.

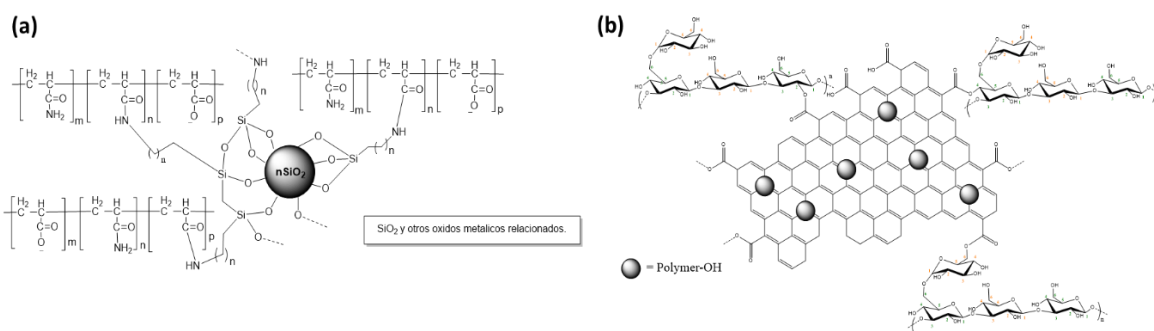


Figura 7. Estructura molecular de (a) los híbridos de la presente solicitud de patente y (b) los de la patente D3. Nota: La estructura molecular del híbrido de grafeno – polímeros (polivinil alcohol, xanthan gum, celulosa o chitosan) no se reporta en la patente D3, pero conociendo la reacción, se ilustra para visualizar las diferencias entre los dos híbridos.

**Observación 8.**

El despacho indica en el requerimiento que "(...) Sin embargo, especificar la estructura de los grupos carboxilo del polímero, adicionar nanopartículas aminosilanizadas, e incluir la etapa de secado, 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 hidrocloreuro de 1-etil-3-(3-dimetilaminopropil) carbodiimida seguida de la reacción con sal sódica Nhidroxisulfosuccinimida con la función amina de la nanopartícula (Pág. 7). Asimismo, también es importante mencionar que ajustar las condiciones de tiempo, temperatura y velocidad de agitación, en las diferentes etapas es una modificación rutinaria 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. También es importante resaltar que, si bien D3 no especifica puntualmente que la carbodiimida sea DCC, esta corresponde a un equivalente técnico conocido y seleccionarla entre un número de posibilidades conocidas no brinda ningún efecto inesperado.

En consecuencia, la persona normalmente versada en la materia estaría motivada a especificar la estructura de los grupos carboxilo del polímero, adicionar nanopartículas aminosilanizadas, e incluir la etapa de secado del D2 junto con modificaciones rutinarias y su conocimiento general en el método de D3, para así llegar al objeto de la reivindicación 1. Por lo cual se considera obvia. (...)"

Respuesta 8.

Disentimos totalmente de la apreciación que señala el despacho, por los siguientes argumentos:



En la nueva versión de la memoria descriptiva (reivindicación 1) se omitieron las NPs de hierro (Fe) para evitar la afectación de la altura inventiva.

Las principales diferencias entre la patente D2 y la presente solicitud de patente se presentan en la **Tabla 3**. Como se observa, las diferencias se centran en el tipo de polímero, las dos carbodiimidas, el medio de reacción y los diversos tipos de nanopartículas de óxidos metálicos que se utilizan para sintetizar los nanohíbridos. Es importante señalar que la anterioridad D2 no describe el procedimiento de preparación de los nanohíbridos, por lo tanto, no es posible tomar elementos o condiciones que permitan usarlos como referencia para desarrollar nuevas invenciones o replicar el procedimiento, así como para considerarlo un antecedente de la presente solicitud de patente. Otra diferencia es que en la presente solicitud no se emplean catalizadores como la N-hidroxisuccinimida, como se hace D2, debido al alto rendimiento de formación de amidas que tienen las carbodiimidas DCC y DIC.

Como se señaló en líneas anteriores, todos los cambios en la metodología experimental impactan la estructura molecular (**Figura 8**), las propiedades físicas y químicas de los nanohíbridos sintetizados. Por ejemplo, los nanohíbridos descritos en la anterioridad D2 tienen propiedades magnéticas, lo cual permite recuperarlos mediante un imán ubicado en o cerca de una tubería o depósito o tanque en el que se encuentra el efluente recuperado. Los nanohíbridos descritos en nuestra solicitud no tienen esta propiedad, porque fueron diseñados y desarrollados para hidratarse en la fase acuosa igual que el polímero usado para sintetizarlos, para poder incrementar la viscosidad del fluido de inyección, disminuyendo la relación de movilidad agua-crudo, mejorando la eficiencia volumétrica de barrido en el yacimiento e incrementado la producción de crudo. Teniendo en cuenta esto, se evidencia que los nanohíbridos descritos en la anterioridad D2 y en nuestra solicitud de patente tienen funcionalidades diferentes.



Tabla 3. Diferencias entre la patente D2 y la presente solicitud.

Presente Solicitud	Patente WO 2019/120771
Método de preparación (Figura 6a)	El método de preparación del nanohíbrido no se describe en la patente
Tipo de polímero: polímeros conteniendo grupos carboxilo o carboxilato con las estructuras descritas en las reivindicaciones 1 y 2	Tipo de polímero: poliacrilamida parcialmente hidrolizada o un terpolímero compuesto de acrilamida, ácido acrílico y N-vinilpirrolidona o acrilamido-tert-butilsulfonato (ATBS), un biopolímero como goma xantana o escleroglucano o esquizofilano
Nanopartículas empleadas: Al, Ni, Si, Mn, Cu, Zn, Ti, Ce, Mg o Zr	Nanopartícula empleada: hierro magnético recubierto con sílice o alúmina
Carbodiimidas empleadas: DCC y DIC	Carbodiimida empleada: EDC
Medio de reacción: THF o DMF	Medio de reacción: Agua destilada
Catalizador: No se requiere debido al alto rendimiento de formación de amidas que tienen las carbodiimidas DCC y DIC	Catalizador: N-hydroxysuccinimide.
Estructura química (Figura 8a)	Estructura química (Figura 8b)

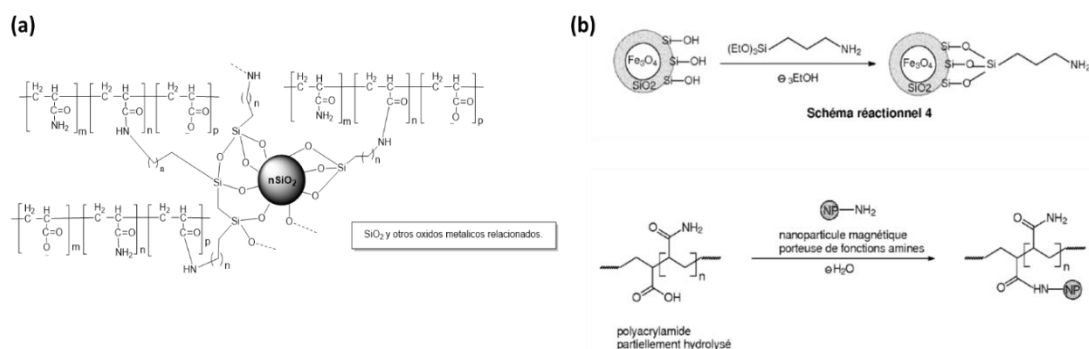


Figura 8. Estructura molecular de (a) los híbridos de la presente solicitud de patente y (b) los de la patente D2.

**Observación 9.**

Las reivindicaciones dependientes 2 a 6 no mencionan alguna característica que, junto con las características de la reivindicación independiente, aporte nivel inventivo al proceso de la reivindicación 1, por lo cual se considera que carecen de nivel inventivo.

Respuesta 9.

Como se señaló en líneas anteriores, las reivindicaciones dependientes 2 a 6 fueron incorporadas en la reivindicación 1 y consideramos que si presentan nivel inventivo.

Observación 10.

El despacho señala que "(...) Asimismo, se indica que el examen de patentabilidad realizado a la reivindicación independiente 1, también aplica para la reivindicación independiente 7, puesto que dicha reivindicación también se refiere a un método para producir híbridos de nanopartículas de óxidos de metales con polímeros. En consecuencia, la reivindicación 7 tampoco cumple con el requisito de nivel inventivo bajo las enseñanzas de D3 (Reivindicaciones 1 a 7, Párr. 0020, Ejemplo 4) y D2 (Pág. 4, 5, 7, 10 (...))"

Respuesta 10.

Compartimos lo expuesto por el despacho, por lo cual se procedió a retirar la reivindicación 7.

Observación 11.

Las reivindicaciones dependientes 8 y 9 no mencionan alguna característica que, junto con las características de la reivindicación independiente, aporte nivel inventivo al proceso de la reivindicación 7, por lo cual se considera que carecen de nivel inventivo.

Respuesta 11.

Compartimos lo expuesto por el despacho, por lo cual se procedió a retirar también las reivindicaciones 8 y 9.



"(...) 9. Respuesta a los argumentos del solicitante

Argumentos respecto al nivel inventivo (...)"

Observación 12.

El despacho señala que "(...) Esta oficina aclara que con relación a los resultados presentados en la Tabla 1, no es posible establecer cuáles son las ventajas asociadas a las diferencias encontradas entre la solicitud y el estado de la técnica, dado que los resultados no son concluyentes y solo se observa la evaluación con las etapas y las condiciones reclamadas en cada una de ellas, por lo cual esta Oficina considera que el método de esta solicitud es una alternativa que se deriva del estado de la técnica (D3 y D2) de forma evidente, no causa un efecto técnico inesperado o sorprendente que pueda entenderse como un salto cualitativo en la técnica y por lo tanto no cumple con el requisito de nivel inventivo (...)"

Respuesta 12.

Como se ha señalado en líneas anteriores, sobre las grandes diferencias (reactivos empleados, metodología de preparación, estructura molecular, propiedades físicas y químicas de los híbridos sintetizados) entre la presente solicitud de patente y las anterioridades D2 y D3, se concluye que al fusionar los procedimientos descritos en las patentes D2 y D3 no se obtiene el procedimiento experimental requerido para sintetizar nanohíbridos con las estructuras moleculares y las propiedades descritas en la presente solicitud de patente.

Adicionalmente se resalta que, las condiciones requeridas para la síntesis de los nanohíbridos se establecieron con base en la cinética de la reacción para maximizar la producción de los nanohíbridos y minimizar la formación de urea. En la reacción con DCC se forma la N,N'-diciclohexilurea, la cual es parcialmente insoluble y difícil de separar, mientras que en la reacción con DIC se forma la N,N'-diisopropilurea, la cual es soluble en solventes orgánicos y se elimina fácilmente por extracción. Esto define los pasos de lavado y recuperación del producto. Las condiciones para el secado están definidas por el polímero usado en la síntesis para evitar su degradación térmica.



Otro aspecto para tener en cuenta es que las condiciones de reacción también deben favorecer la estabilidad de las nanopartículas aminosilanizadas, sin esto, la síntesis se hace poco efectiva porque se reduce su interacción con el polímero. Si bien es cierto, que para desarrollar el procedimiento experimental inicial se parte del conocimiento disponible en el estado de arte, se requiere de una amplia experimentación (**Tabla 4**) y del conocimiento de los investigadores para encontrar las condiciones que permitan obtener los nanohíbridos objetivo de la investigación.

Tabla 4. Ejemplo de algunos experimentos realizados para establecer las condiciones de reacción y su efecto en el rendimiento de los productos y subproductos.

Polímero		Nanopartícula		Carbodiimida		Solvente reacción THF	Solvente lavado 2-propanol	Producto	Nanopartícula residual	Urea
Tipo	Cantidad [g]	Tipo	Cantidad [g]	Tipo	Cantidad [g]	Cantidad [mL]	Cantidad [mL]	Cantidad [g]	Cantidad [g]	Cantidad [g]
HPAM MW0406	2,0045	NCPCA2%	0,3084	DCC	1,2044	40	70	1,7042	0,1988	1,0763
	5,0000		3,0000		5,0000	50	N.C	4,0223	2,6223	N.C*
	1,0219		0,5039		0,6098	35	60	0,868	0,4091	0,6941
	9,0532		9,0091		5,4063	60	200	8,1032	8,0192	5,3054
	1,5023	A380	1,5007	DCC	3,0062	35	60	1,3846	1,8118	2,7504
	0,5034		0,5028		0,3000	5	20	1,2446	--	N.O**
	1,0016	SiO ₂ (Sol-gel)	0,5003	DCC	0,6003	35	60	1,1968	0,1819	N.C*
	1,0326		0,5000		0,6003	35	60	1,0055	0,3967	N.C*
HPAM MW1012	1,0056		0,5073	DIC	0,6004	35	60	0,8989	0,4698	N.C*
HPAM MW1820	2,0032		2,0041	DCC	1,2015	55	100	1,6283	1,7026	1,2219
HPAM MW1820	8,0029		4,0040		4,8066	40	200	7,1192	3,6619	6,432
HPAM MW2428	8,0056		4,0073		4,8045	40	200	7,4565	4,5923	5,163
HPAM MW1215	1,0039		1,0130		0,6057	35	60	--	1,0965	N.O**

*N.C = No cuantificado por la dificultad para separar la urea.

**N.O= No obtenido.

El procedimiento de síntesis objeto de la presente solicitud de patente fue establecido para obtener las propiedades funcionales esperadas en el producto final y considerando la cinética de reacción que favorece su rendimiento y reduce la formación de subproductos que dificultan su purificación (**Tabla 4**).



En la **Tabla 5** se evidencia que el método de síntesis de la presente solicitud de patente es función de lo mencionado, y no se basa en el estado de la técnica expuesta en las anterioridades D2 y D3.

Tabla 5. Análisis de la influencia de las anterioridades D2 y D3 sobre la presente solicitud de patente.

Patente D2	Patente D3	Lo que se describe en el método de la presente solicitud de patente	Influencia de anterioridades D2 y D3 en el método de la presente solicitud de patente
Producto obtenido: Poliacrilamida parcialmente hidrolizada, ácido acrílico y N-vinilpirrolidona o acrilamido-tert-butilsulfonato (ATBS), goma xantana, escleroglucano o esquizofilano híbridos con NPs Core-Shell Fe-Si	Producto obtenido: Polivinil alcohol, celulosa, goma xantana, chitosan híbridos con NPs de óxido de grafeno	Producto obtenido: Polímeros conteniendo grupos carboxilo y carboxilato híbridos con NPs de óxidos metálicos (Al, Ni, Si, Mn, Cu, Zn, Ti, Ce, Mg o Zr) aminosilanizadas.	No influyen porque se considera la reacción de polímeros y biopolímeros con NPs tipo core-shell Fe-Si o con NPs de óxido de grafeno y no con NPs de óxidos metálicos. Las NPs de óxidos metálicos se seleccionaron para la síntesis de los nanohíbridos descritos en la presente solicitud de patente, porque permiten conservar la propiedad hidrosoluble del polímero, mejorar su estabilidad a la degradación mecánica, química y térmica, y su poder viscosificante (propiedades fundamentales para su aplicación en procesos de recobro mejorado).
Carbodiimida empleada: EDC	Carbodiimida empleada: EDC	Carbodiimidas empleadas: DIC y DCC.	No influyen. En la presente solicitud de patente se emplean las carbodiimidas DCC y DIC, porque en la experimentación preliminar realizada (Tabla 4), exhiben buena eficiencia en la producción de los nanohíbridos objeto de la investigación.
Medio de reacción: Agua Destilada	Medio de reacción: Agua Destilada	Medio de reacción: Solventes orgánicos (THF o DMF).	No influyen. La reacción de la presente solicitud de patente se realiza en medio orgánico, porque las carbodiimidas DCC y DIC son insolubles en agua.
Catalizador: N-hydroxysuccinimide	Catalizador: 4-dimetilaminopiridina (DMAP) y N-hidroxisuccinimida.	No se emplean catalizadores.	No influyen. En la presente solicitud de patente no se emplean catalizadores, porque en la experimentación preliminar realizada por los autores (Tabla 4), se evidenciaba el buen rendimiento de la reacción de NPs óxidos metálicos + DCC/DIC +



			polímero. El no uso de catalizadores reduce la complejidad del proceso de purificación del producto final, por lo cual, en la fase de escalado, reducirá la demanda de energía y de los insumos requeridos.
Método de purificación: En la patente no se describe el procedimiento.	Método de purificación: Diálisis por 24 h.	Método de purificación: centrifugación, lavado y secado.	No influyen. En la presente solicitud de patente no se emplean métodos complejos como diálisis para purificar el producto final.
Temperatura de reacción: En la patente no se describe el procedimiento.	Temperatura de reacción: No se especifica en la patente.	Temperatura de reacción: 25°C.	No influyen, porque la temperatura de reacción no se especifica en las anterioridades D2 y D3.

En conclusión, las anterioridades citadas no logran afectar la altura inventiva de la presente solicitud de patente.

Presentación capítulo reivindicatorio ajustado

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"*.

Conforme a los argumentos y modificaciones presentados en este escrito, la solicitud de patente cumple con los requerimientos exigidos por la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina y, considerando que se dio respuesta a las objeciones del oficio



número **864**, atentamente solicito continuar con el trámite de esta solicitud y se proceda al otorgamiento de la patente de invención a la tecnología objeto de esta.

Atentamente,

DocuSigned by:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Luz Mara Herrera Herrera".

LUZ MARA HERRERA HERRERA

C.C. 52.049.364 de Bogotá

T.P. 148094 del C. S. de la J.

Anexo: *Capitulo reivindicatorio ajustado.*