

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 610**

51 Int. Cl.:

C01B 39/54 (2006.01)

B01J 29/85 (2006.01)

C07C 1/20 (2006.01)

C10G 35/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2013 PCT/US2013/071565**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.06.2014 WO14085281**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2013 E 13858847 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 2925437**

54 Título: **Tamices moleculares de silicometalofosfatos y uso**

30 Prioridad:

30.11.2012 US 201213689887
30.11.2012 US 201213689893

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.11.2017

73 Titular/es:

UOP LLC (100.0%)
25 East Algonquin Road P.O. Box 5017
Des Plaines, Illinois 60017-5017, US

72 Inventor/es:

LEWIS, GREGORY J.;
KNIGHT, LISA M.;
JAKUBCZAK, PAULINA y
STANCZYK, JUSTIN E.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 644 610 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Tamices moleculares de silicometalofosfatos y uso

CAMPO DE LA INVENCION

5 Esta invención se refiere a una nueva familia de tamices moleculares de silicometalofosfato microporosos cargados denominados MAPSO-64. Se representan mediante la fórmula empírica de:



en la que M es un metal divalente tal como magnesio o cinc, R es un catión de organoamonio tal como dietildimetilamonio o etiltrimetilamonio, y E es un elemento trivalente tal como aluminio o galio.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

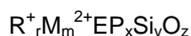
10 Las zeolitas son composiciones de aluminosilicatos cristalinas que son microporosas y que se forman a partir de tetraedros de AlO_2^- y SiO_2 que comparten vértices. En diversos procedimientos industriales se usan numerosas zeolitas, tanto de origen natural como preparadas sintéticamente. Las zeolitas sintéticas se preparan vía síntesis hidrotérmica empleando fuentes adecuadas de Si, Al y agentes directores de la estructura tales como metales alcalinos, metales alcalino-térreos, aminas, o cationes de organoamonio. Los agentes directores de la estructura residen en los poros de la zeolita, y son en gran medida responsables de la estructura particular que se forma finalmente. Estas especies equilibran la carga de la estructura asociada con el aluminio, y también pueden servir como rellenos espaciales. Las zeolitas se caracterizan por tener aberturas de poros de dimensiones uniformes, que tienen una capacidad de intercambio iónico significativa, y que son capaces de desorber de forma reversible una fase adsorbida que se dispersa a lo largo de los espacios vacíos internos del cristal sin desplazar significativamente ningún átomo que constituya la estructura cristalina permanente de la zeolita. Las zeolitas se pueden usar como catalizadores para reacciones de conversión de hidrocarburo, que pueden tener lugar en las superficies exteriores de la zeolita así como en las superficies internas dentro de los poros de la zeolita.

Es posible usar esencialmente las mismas técnicas para producir materiales microporosos de otras composiciones, por ejemplo composiciones no zeolíticas. En 1982, Wilson et. al. dieron a conocer por primera vez tamices moleculares de tipo aluminofosfato, típicamente denominados AIPOs, que son materiales microporosos que tienen muchas de estas mismas propiedades de las zeolitas, aunque están libres de sílices, y están compuestos de tetraedros de AlO_2^- y PO_2^+ ; véase el documento US 4.310.440. Subsiguientemente, se introdujo carga a las estructuras de aluminofosfato neutras vía la sustitución de tetraedros de PO_2^+ por tetraedros SiO_2 , para producir los denominados típicamente tamices moleculares SAPO; véase el documento US 4440871. Otra forma de introducir carga en la estructura a los aluminofosfatos neutros es sustituir los tetraedros de AlO_2^- por tetraedros de $[M^{2+}O_2]^{2-}$, que producen los tamices moleculares MeAPO; véase el documento US 4567029. Es posible además introducir carga en la estructura en tamices moleculares a base de AIPOs vía la introducción simultánea de tetraedros de SiO_2 y $[M^{2+}O_2]^{2-}$ en la estructura, dando tamices moleculares MeAPSO como se muestra en el documento US 4973785. El documento EP 0161489 B1 describe métodos para producir estructuras de andamiaje microporosas tridimensionales de unidades de óxidos tetraédricos de CoO_2^{2-} , AlO_2^- , PO_2^+ y SiO_2 que tienen una fórmula empírica en una base anhidra expresada por la fórmula $mR:(Co_w Al_x P_y Si_z)O_2$, en la que R representa un catión de organoamonio que incluye en particular tetrametilamonio, tetraetilamonio y tetrapropilamonio.

Los solicitantes han sintetizado una nueva familia de materiales estructurales de silicometalofosfato microporosos cargados con composiciones de MeAPSO, denominados MAPSO-64. Los materiales MAPSO-64 tienen la topología BPH, que contiene un sistema de poros de 12 anillos con un sistema de poros de 8 anillos perpendicular; véase, por ejemplo, http://izasc-mirror.la.asu.edu/fmi/xsl/IZA-SC/ftc_fw.xsl?-db=Atlas_main&lay=fw&-max=25&STC=BPH&-find. Con respecto a los materiales a base de AIPO, la topología BPH se ha preparado previamente en una composición MAPO del material conocido como STA-5, que usa el molde triquat complicado 1,3,5-tris(trieetilamonioetil)benceno; véase Patinec et. al. in Chem. Mater., 11, 2456-2462 (1999). Por el contrario, los materiales MAPSO-64 microporosos de la presente invención incluyen adicionalmente Si en el andamiaje, y se pueden preparar con los agentes directores de la estructura mucho más simples dietildimetilamonio (DEDMA⁺) o etiltrimetilamonio (ETMA⁺).

SUMARIO DE LA INVENCION

50 Como se señala, la presente invención se refiere a una nueva familia de tamices moleculares de silicometalofosfato microporosos denominados MAPSO-64. Una realización de la invención es un material cristalino microporoso que tiene una estructura tridimensional que contiene unidades tetraédricas de EO_2^- , PO_2^+ , $[M^{2+}O_2]^{2-}$ y SiO_2 , y una composición empírica en base a según se sintetiza y en base anhidra expresada mediante una fórmula empírica de:



55 en la que M es al menos un catión metálico divalente de estructura seleccionado del grupo que consiste en Be^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} , "n" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, R es un catión de

ES 2 644 610 T3

5 organoamonio seleccionado del grupo que consiste en etiltrimetilamonio (ETMA⁺), dietildimetilamonio (DEDMA⁺), y mezclas de los mismos, "r" es la relación en moles de R a E y tiene un valor de 0,1 a 2,0, E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y mezclas de los mismos, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (2 \cdot m + r + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y) / 2$$

y se caracteriza por que tiene un patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamentos d y las intensidades expuestas en la Tabla A:

Tabla A

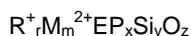
2θ	d(Å)	I/I ₀
6,81 - 6,61	12,98 - 13,34	m - vs
7,75 - 7,55	11,40 - 11,70	m - vs
13,36 - 13,14	6,62 - 6,73	w - m
13,51 - 13,32	6,55 - 6,64	w - m
14,98 - 14,68	5,91 - 6,03	w
15,51 - 15,34	5,71 - 5,77	w - m
18,99 - 18,79	4,67 - 4,72	w - m
20,26 - 20,07	4,38 - 4,42	w - m
21,50 - 21,24	4,13 - 4,18	w - s
24,10 - 23,84	3,69 - 3,73	w - m
24,30 - 24,03	3,66 - 3,70	w - m
24,57 - 24,23	3,62 - 3,67	w - m
26,83 - 26,51	3,32 - 3,36	w - m
27,59 - 27,42	3,23 - 3,25	w - m
27,86 - 27,59	3,20 - 3,23	w
28,68 - 28,49	3,11 - 3,13	w
28,87 - 28,59	3,09 - 3,12	w
30,06 - 29,76	2,97 - 3,00	w - m
30,27 - 29,96	2,95 - 2,98	w - m
31,03 - 30,70	2,88 - 2,91	w - m
33,80 - 33,54	2,65 - 2,67	w - m
34,06 - 33,80	2,63 - 2,65	w
35,60 - 35,31	2,52 - 2,54	w - m
36,65 - 36,34	2,45 - 2,47	w
38,44 - 38,10	2,34 - 2,36	w

10 Otra realización de la invención es un procedimiento de conversión de hidrocarburo que usa como catalizador el tamiz molecular descrito anteriormente. El procedimiento comprende poner en contacto al menos un hidrocarburo con el tamiz molecular en condiciones de conversión para generar al menos un hidrocarburo convertido.

15 Aún otra realización de la invención es un procedimiento de separación que usa el material MAPSO-64 cristalino. El procedimiento puede implicar separar mezclas de especies moleculares o eliminar contaminantes poniendo en contacto un fluido con el tamiz molecular MAPSO-64. La separación de las especies moleculares se puede basar en el tamaño molecular (diámetro cinético) o en el grado de polaridad de las especies moleculares. La eliminación de contaminantes se puede realizar mediante intercambio iónico con el tamiz molecular.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

20 Los solicitantes han preparado una familia de materiales de silicometalofosfato microporosos cuyas estructuras muestran la topología BPH. El actual material cristalino microporoso (MAPSO-64) tiene una composición empírica en la forma tal como se sintetiza y en una base anhidra expresada mediante la fórmula empírica:



25 en la que M es al menos un catión metálico divalente y se selecciona del grupo que consiste en metales alcalino-térreos y de transición. Los ejemplos específicos de los cationes M incluyen, pero no se limitan a, berilio, magnesio, cobalto (II), manganeso, cinc, hierro (II), níquel, y mezclas de los mismos. R es un catión de organoamonio seleccionado de etiltrimetilamonio (ETMA⁺), dietildimetilamonio DEDMA, y mezclas de los mismos, y "r" es la relación en moles de R a E, y varía de 0,1 a 2,0. El valor de "m" es la relación en moles de M a E, y varía de 0,01 a 1,5, "x" es la relación en moles de P a E, y varía de 0,5 a 2,5. La relación de silicio a E está representada por "y", que varía de 0,01 a 1,0. E es un elemento trivalente que está coordinado tetraédricamente, está presente en la estructura, y se

30

ES 2 644 610 T3

selecciona del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro (III) y boro. Finalmente, "z" es la relación en moles de O a E, y está dado por la ecuación:

$$z = (2 \cdot m + r + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y)/2.$$

5 El material de silicometalofosfato cristalino microporoso, MAPSO-64, se prepara mediante una cristalización hidrotérmica de una mezcla de reacción preparada combinando fuentes reactivas de R, E, fósforo, M y silicio. Cuando E es aluminio, las fuentes incluyen, pero no se limitan a, alcóxidos de aluminio, alúminas precipitadas, metal de aluminio, hidróxido de aluminio, sales de aluminio y soles de alúmina. Los ejemplos específicos de alcóxidos de aluminio incluyen, pero no se limitan a, orto sec-butóxido de aluminio y orto isopropóxido de aluminio. Las fuentes de otros elementos E incluyen, pero no se limitan a, boratos de organoamonio, ácido bórico, oxohidróxido de galio precipitado, sulfato de galio, sulfato férrico, y cloruro férrico. Las fuentes de fósforo incluyen, pero no se limitan a, ácido ortofosfórico, pentóxido de fósforo, y dihidrogenofosfato de amonio. Las fuentes de sílice incluyen, pero no se limitan a, ortosilicato de tetraetilo, sílice coloidal, y sílice precipitada. Las fuentes de los metales M incluyen las sales de haluro, sales de nitrato, sales de acetato, y sales de sulfato de los metales alcalino-térreo y de transición respectivos. R es un catión de organoamonio seleccionado del grupo que consiste en ETMA⁺, DEDMA⁺, y mezclas de los mismos, y las fuentes incluyen los compuestos de hidróxido, cloruro, bromuro, yoduro y fluoruro. Los ejemplos específicos incluyen, sin limitación, hidróxido de etiltrimetilamonio hidróxido de dietildimetilamonio, y cloruro de dietildimetilamonio. En una realización específica, R es DEDMA⁺. En otra realización, R es ETMA⁺. En otra realización, R es una combinación de DEDMA⁺ y ETMA⁺.

15 La mezcla de reacción que contiene fuentes reactivas de los componentes deseados se puede describir en términos de relaciones molares de los óxidos de la fórmula:



25 en la que "a" varía de 0,75 a 16, "b" varía de 0,01 a 3, "c" varía de 0,8 a 8, "d" varía de 0,01 a 4, y "e" varía de 20 a 800. Si se usan alcóxidos, se puede incluir una etapa de destilación o evaporativa para eliminar los productos de la hidrólisis del alcohol. La mezcla de reacción se hace reaccionar ahora a una temperatura de 60°C a 200°C, o en otra realización, de 115°C a 175°C, durante un período de 1 día a 3 semanas, o en otra realización, 1 día a 7 días, en una vasija de reacción cerrada herméticamente bajo presión autógena. Después de que se termina la cristalización, el producto sólido se aísla de la mezcla heterogénea por medios tales como filtración o centrifugación, y entonces se lava con agua desionizada y se seca al aire a temperatura ambiente hasta 100°C. Opcionalmente se pueden añadir semillas de MAPSO-64 a la mezcla de reacción a fin de acelerar la formación de la composición microporosa deseada.

30 El material a base de silicometalofosfato MAPSO-64, que se obtiene del procedimiento descrito anteriormente, se caracteriza por el patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamientos d e intensidades relativas expuestas en la Tabla A a continuación:

Tabla A

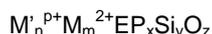
2θ	d(Å)	I/I ₀
6,81 - 6,61	12,98 - 13,34	m - vs
7,75 - 7,55	11,40 - 11,70	m - vs
13,36 - 13,14	6,62 - 6,73	w - m
13,51 - 13,32	6,55 - 6,64	w - m
14,98 - 14,68	5,91 - 6,03	w
15,51 - 15,34	5,71 - 5,77	w - m
18,99 - 18,79	4,67 - 4,72	w - m
20,26 - 20,07	4,38 - 4,42	w - m
21,50 - 21,24	4,13 - 4,18	w - s
24,10 - 23,84	3,69 - 3,73	w - m
24,30 - 24,03	3,66 - 3,70	w - m
24,57 - 24,23	3,62 - 3,67	w - m
26,83 - 26,51	3,32 - 3,36	w - m
27,59 - 27,42	3,23 - 3,25	w - m
27,86 - 27,59	3,20 - 3,23	w
28,68 - 28,49	3,11 - 3,13	w
28,87 - 28,59	3,09 - 3,12	w
30,06 - 29,76	2,97 - 3,00	w - m
30,27 - 29,96	2,95 - 2,98	w - m
31,03 - 30,70	2,88 - 2,91	w - m
33,80 - 33,54	2,65 - 2,67	w - m
34,06 - 33,80	2,63 - 2,65	w
35,60 - 35,31	2,52 - 2,54	w - m

ES 2 644 610 T3

2 θ	d(Å)	I/I ₀
36,65 - 36,34	2,45 - 2,47	w
38,44 - 38,10	2,34 - 2,36	w

5 El MAPSO-64 se puede modificar de muchas maneras para personalizarlo para el uso en una aplicación particular. Las modificaciones incluyen la calcinación, calcinaciones con amoníaco, intercambio iónico, sometimiento a vapor, extracciones con diversos ácidos, tratamiento con hexafluorosilicato de amonio, o cualquier combinación de las mismas, como se esquematiza para el caso de UZM-4 en el documento US 6.776.975 B1, que se incorpora como referencia en su totalidad. Las propiedades que se pueden modificar incluyen porosidad, adsorción, composición de la estructura, acidez, estabilidad térmica, etc.

10 Como se sintetiza, el material MAPSO-64 contendrá en sus poros algunos de los cationes intercambiables o equilibradores de la carga. Estos cationes intercambiables se pueden intercambiar por otros cationes, o en el caso de cationes orgánicos, se pueden eliminar calentando en condiciones controladas. Con la topología BPH de grandes poros de 12 anillos de MAPSO-5, a menudo se pueden eliminar directamente mediante intercambio iónico cationes de organoamonio pequeños. En una realización, el método para eliminar cationes orgánicos de los poros es la calcinación con amoníaco. La calcinación en aire convierte los cationes orgánicos en los poros en protones, lo que puede conducir, por ejemplo, a cierta eliminación de Al de la estructura al exponerla a vapor de agua. Cuando la calcinación se lleva a cabo en una atmósfera de amoníaco, el catión orgánico en el poro se sustituye por catión NH₄⁺ y la estructura permanece intacta; véase Studies in Surface Science, (2004) vol. 154, p. 1324 - 133). Las condiciones típicas para las calcinaciones con amoníaco incluyen el uso de amoníaco anhidro gaseoso que circula a un caudal de 1,1 l/min. mientras se calienta la muestra escalonadamente a 2 - 5°C/min. hasta 500°C y se mantiene a esa temperatura durante un tiempo que oscila de 5 minutos hasta 4 horas. La forma de amonio resultante de MAPSO-64 tiene esencialmente el patrón de difracción de la Tabla A. La forma de amonio de MAPSO-64 se puede intercambiar entonces con iones a cualquier otra forma, dando como resultado un material con una composición modificada, MAPSO-64M, dada por la fórmula empírica:



25 en la que M es al menos un catión de metal divalente seleccionado del grupo que consiste en Be²⁺, Mg²⁺, Zn²⁺, Co²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Ni²⁺, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, M' es NH₄⁺, H⁺, metales alcalinos, metales alcalino-térreos, metales de transición y metales de tierras raras y sus mezclas, "n" es la relación en moles de M' a E y tiene un valor de 0,03 a 2,0, "p" es la valencia promediada en peso de M', E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,0, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (p \cdot n + 2 \cdot m + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y) / 2$$

30 y se caracteriza por que tiene el patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamentos d e intensidades expuestos en la Tabla A:

Tabla A

2 θ	d(Å)	I/I ₀
6,81 - 6,61	12,98 - 13,34	m - vs
7,75 - 7,55	11,40 - 11,70	m - vs
13,36 - 13,14	6,62 - 6,73	w - m
13,51 - 13,32	6,55 - 6,64	w - m
14,98 - 14,68	5,91 - 6,03	w
15,51 - 15,34	5,71 - 5,77	w - m
18,99 - 18,79	4,67 - 4,72	w - m
20,26 - 20,07	4,38 - 4,42	w - m
21,50 - 21,24	4,13 - 4,18	w - s
24,10 - 23,84	3,69 - 3,73	w - m
24,30 - 24,03	3,66 - 3,70	w - m
24,57 - 24,23	3,62 - 3,67	w - m
26,83 - 26,51	3,32 - 3,36	w - m
27,59 - 27,42	3,23 - 3,25	w - m
27,86 - 27,59	3,20 - 3,23	w
28,68 - 28,49	3,11 - 3,13	w
28,87 - 28,59	3,09 - 3,12	w
30,06 - 29,76	2,97 - 3,00	w - m
30,27 - 29,96	2,95 - 2,98	w - m
31,03 - 30,70	2,88 - 2,91	w - m

ES 2 644 610 T3

2 θ	d(Å)	I/I ₀
33,80 - 33,54	2,65 - 2,67	w - m
34,06 - 33,80	2,63 - 2,65	w
35,60 - 35,31	2,52 - 2,54	w - m
36,65 - 36,34	2,45 - 2,47	w
38,44 - 38,10	2,34 - 2,36	w

En una realización de la invención, el MAPSO-64 es térmicamente estable hasta una temperatura de al menos 400°C, y en otra realización, el MAPSO-64 es térmicamente estable hasta una temperatura de al menos 500°C.

- 5 Cuando MAPSO-64 se calcina en aire y en vapor de agua ambiental, puede haber pérdida de metal de la estructura, tal como Al, lo que puede alterar el patrón de difracción de rayos X del observado para el MAPSO-64 según se sintetiza en la Tabla A; véase *Studies in Surface Science*, (2004) vol. 154, p. 1324 - 1331. Los materiales MAPSO-64 calcinados con aire, MAPSO-64C, se caracterizan por la fórmula empírica:



- 10 en la que M es al menos un catión de metal divalente seleccionado del grupo que consiste en Be²⁺, Mg²⁺, Zn²⁺, Co²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Ni²⁺, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, H es un protón, "a" es la relación en moles de H a E y tiene un valor de 0,1 a 2,0, E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$15 \quad z = (a + 2 \cdot m + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y) / 2$$

El material MAPSO-64 cristalino de esta invención se puede usar para separar mezclas de especies moleculares, eliminar contaminantes a través de intercambio iónico, y catalizar diversos procedimientos de conversión de hidrocarburo. La separación de especies moleculares se puede basar en el tamaño molecular (diámetro cinético) o en el grado de polaridad de la especie molecular.

- 20 Las composiciones de MAPSO-64 de esta invención también se pueden usar como un catalizador o soporte catalítico en diversos procedimientos de conversión de hidrocarburo. Los procedimientos de conversión de hidrocarburo son bien conocidos en la técnica, e incluyen craqueo, hidrocraqueo, alquilación tanto de sustancias aromáticas como de isoparafinas, isomerización, polimerización, reformado, hidrogenación, deshidrogenación, transalquilación, desalquilación, hidratación, deshidratación, hidrotratamiento, hidrodeshidrogenación, hidrodeshidrosulfuración, metanol a olefinas, metanación y procedimiento de desplazamiento de gas de síntesis. Las condiciones de reacción específicas y los tipos de alimentaciones que se pueden usar en estos procedimientos se exponen en los documentos US 4.310.440, US 4.440.871 y US 5.126.308, que se incorporan aquí como referencia. Los procedimientos preferidos de conversión de hidrocarburo son aquellos en los que el hidrógeno es un componente, tales como hidrotratamiento o hidrorrefinado, hidrogenación, hidrocraqueo, hidrodeshidrogenación, hidrodeshidrosulfuración, etc.

- 35 Las condiciones de hidrocraqueo incluyen típicamente una temperatura en el intervalo de 400° a 1200°F (204-649°C), preferiblemente entre 600° y 950°F (316-510°C). Las presiones de reacción están en el intervalo de la atmosférica a 3.500 psig (24.132 kPa g), preferiblemente entre 200 y 3000 psig (1379 – 20.685 kPa g). Los tiempos de contacto corresponden habitualmente a velocidades espaciales horarias del líquido (LHSV) en el intervalo de 0,1 h⁻¹ a 15 h⁻¹, preferiblemente entre 0,2 y 3 h⁻¹. Las velocidades de circulación del hidrógeno están en el intervalo de 1.000 a 50.000 pies cúbicos estándar (scf) por barril de carga (178-8.888 std. m³/m³), preferiblemente entre 2.000 y 30.000 scf por barril de carga (355-5.333 std. m³/m³). Las condiciones de hidrotratamiento adecuadas están generalmente dentro de los intervalos amplios de las condiciones de hidrocraqueo expuestas anteriormente.

- 40 El efluente de la zona de reacción se elimina normalmente del lecho catalítico, se somete a condensación parcial y separación de vapor-líquido, y entonces se fracciona para recuperar sus diversos componentes. El hidrógeno, y si se desea, algunos o todos los materiales más pesados sin convertir, se reciclan al reactor. Como alternativa, se puede emplear un caudal de dos etapas, haciendo pasar el material no convertido a un segundo reactor. Los catalizadores de la presente invención se pueden usar en solamente una etapa de tal procedimiento, o se pueden usar en ambas etapas del reactor.

- 45 Los procedimientos de craqueo catalítico se llevan a cabo preferiblemente con la composición de MAPSO-64 usando materias primas tales como gasóleos, naftas pesadas, residuos de petróleo bruto desasfaltados, etc., siendo la gasolina el producto deseado principal. Son adecuadas condiciones de temperatura de 850° a 1100°F, valores de LHSV de 0,5 a 10, y condiciones de presión de 0 a 50 psig.

- 50 La alquilación de sustancias aromáticas implica habitualmente hacer reaccionar un compuesto aromático (C₂ a C₁₂), especialmente benceno, con una monoolefina para producir un compuesto aromático sustituido con alquilo lineal. El

procedimiento se lleva a cabo a una relación de compuesto aromático:olefina (por ejemplo, benceno:olefina) de entre 5:1 y 30:1, una LHSV de 0,3 a 6 h⁻¹, una temperatura de 100° a 250°C, y presiones de 200 a 1000 psig. Otros detalles sobre el aparato se pueden encontrar en el documento US 4.870.222, que se incorpora como referencia.

5 La alquilación de isoparafinas con olefinas para producir alquilatos adecuados como componentes de combustibles para motores se lleva a cabo a temperaturas de -30° a 40°C, presiones desde la atmosférica a 6.894 kPa (1.000 psig), y una velocidad espacial horaria en peso (WHSV) de 0,1 a 120. Los detalles sobre la alquilación de parafinas se pueden encontrar en los documentos US 5.157.196 y US 5.157.197, que se incorporan como referencia.

10 La conversión de metanol en olefinas se efectúa poniendo en contacto el metanol con el catalizador de MAPSO-64 en condiciones de conversión, formando de ese modo las olefinas deseadas. El metanol puede estar en fase líquida o de vapor, prefiriéndose la fase de vapor. La puesta en contacto del metanol con el catalizador de MAPSO-64 se puede realizar en un modo continuo o en un modo discontinuo, prefiriéndose un modo continuo. La cantidad de tiempo que el metanol está en contacto con el catalizador de MAPSO-64 debe de ser suficiente para convertir el metanol en los productos de olefinas ligeras deseados. Cuando el procedimiento se lleva a cabo en un procedimiento discontinuo, el tiempo de contacto varía desde 0,001 h a 1 h, y preferiblemente desde 0,01 h a 1,0 h. 15 A menores temperaturas se usan tiempos de contacto más prolongados, mientras que a mayores temperaturas se usan tiempos más cortos. Además, cuando el procedimiento se lleva a cabo en un modo continuo, la Velocidad Espacial Horaria en peso (WHSV) basada en metanol puede variar desde 1 h⁻¹ hasta 1000 h⁻¹, y preferiblemente desde 1 h⁻¹ hasta 100 h⁻¹.

20 Generalmente, el procedimiento se debe llevar a cabo a temperaturas elevadas a fin de formar olefinas ligeras a una velocidad suficientemente rápida. De este modo, el procedimiento se debería llevar a cabo a una temperatura de 300°C a 600°C, preferiblemente de 400°C a 550°C, y lo más preferible de 450°C a 525°C. El procedimiento se puede llevar a cabo a lo largo de un amplio intervalo de presiones, incluyendo la presión autógena. De este modo, la presión puede variar desde 0 kPa (0 psig) hasta 1724 kPa (250 psig), y preferiblemente desde 34 kPa (5 psig) hasta 345 kPa (50 psig).

25 Opcionalmente, la materia prima metanólica se puede diluir con un diluyente inerte a fin de convertir de forma más eficiente el metanol en olefinas. Los ejemplos de los diluyentes que se pueden usar son helio, argón, nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrógeno, vapor de agua, hidrocarburos parafínicos, por ejemplo metano, hidrocarburos aromáticos, por ejemplo benceno, tolueno, y mezclas de los mismos. La cantidad de diluyente usada puede variar considerablemente, y habitualmente es de 5 a 90 por ciento en moles de la materia prima, y preferiblemente de 25 a 75 por ciento en moles. 30

La configuración real de la zona de reacción puede ser cualquier aparato de reacción catalítica conocido, conocido en la técnica. De este modo, se puede usar una única zona de reacción, o un número de zonas dispuestas en serie o paralelo. En tales zonas de reacción, la materia prima metanólica se hace pasar a través de un lecho que contiene el catalizador de MAPSO-64. Cuando se usan múltiples zonas de reacción, se puede usar uno o más catalizadores 35 de MAPSO-64 en serie para producir la mezcla de productos deseada. En lugar de un lecho fijo, se puede usar un sistema de lecho dinámico, por ejemplo fluidizado o móvil. Tal sistema dinámico facilitaría cualquier regeneración del catalizador de MAPSO-64 que se pueda requerir. Si se requiere la regeneración, el catalizador de MAPSO-64 se puede introducir de forma continua como un lecho móvil a una zona de regeneración, en la que se puede regenerar por medios tales como oxidación en una atmósfera que contiene oxígeno, para eliminar materiales carbonosos.

40 Los siguientes ejemplos se presentan en ilustración de esta invención, y no están previstos como limitaciones excesivas sobre el alcance generalmente amplio de la invención como se expone en las reivindicaciones anejas. Los productos se designarán como MeAPSO-64 para reflejar la composición y estructura.

La estructura de las composiciones de MAPSO-64 de esta invención se determinó mediante el análisis de patrones de polvo de rayos X. Los patrones de rayos X presentados en los siguientes ejemplos se obtuvieron usando técnicas 45 de difracción en polvo de rayos X estándar. La fuente de radiación fue un tubo de rayos X de alta intensidad que funciona a 45 kV y 35 mA. El patrón de difracción para la radiación de cobre K-alfa se obtuvo mediante técnicas apropiadas a base de ordenador. Muestras de polvo comprimidas planas se barrieron de forma continua a 2° hasta 56° (2θ). Los espaciamientos interplanares (d) en unidades de Angstrom, se obtuvieron a partir de la posición de los picos de difracción, expresados como θ, en el que θ es el ángulo de Bragg como se observa a partir de los datos digitalizados. Las intensidades se determinaron a partir del área integrada de los picos de difracción tras restar el fondo, siendo "I_o" la intensidad de la línea o pico más fuerte, y siendo "I" la intensidad de cada uno de los otros picos. 50

Como se entenderá por los expertos en la técnica, la determinación del parámetro 2θ está sujeta a error tanto humano como mecánico, que en combinación puede imponer una cierta incertidumbre de ±0,4° en cada valor de 2θ dado a conocer. Esta incertidumbre, por supuesto, también se manifiesta en los valores dados a conocer de los espaciamientos d, que se calculan a partir de los valores de 2θ. La imprecisión es general a lo largo de la técnica, y no es suficiente para excluir la diferenciación de los presentes materiales cristalinos entre sí y de las composiciones de la técnica anterior. En algunos de los patrones de rayos X dados a conocer, las intensidades relativas de los espaciamientos d se indican por las notaciones vs, s, m y w, que representan muy fuerte, fuerte, media, y débil, respectivamente. En términos de 100 x I/I_o, las designaciones anteriores se definen como: 55

ES 2 644 610 T3

w = 0-15; m = 15-60; s = 60-80 y vs = 80-100

5 En ciertos casos, la pureza de un producto sintetizado se puede evaluar con referencia a su patrón de difracción de polvo de rayos X. De este modo, por ejemplo, si se afirma que una muestra es pura, se pretende solamente que el patrón de rayos X de la muestra esté libre de líneas atribuibles a impurezas cristalinas, y no que no haya materiales amorfos presentes.

A fin de ilustrar de forma más completa la invención, se exponen los siguientes ejemplos. Se ha de entender que los ejemplos son solamente a título ilustrativo, y no están previstos como una limitación excesiva sobre el alcance amplio de la invención como se expone en las reivindicaciones anejas.

EJEMPLO 1

10 Se cargó un vaso de precipitados de Teflon con 100,00 g de DEDMAOH (20%), que entonces se agitó con una mezcladora de alta velocidad. Después, se añadieron 4,65 g de Al(OH)₃ (78,1%), un poco cada vez, con agitación hasta que la mezcla de reacción era casi una disolución transparente. A continuación, se añadieron rápidamente 5,94 g de TEOS (98%) vía un gotero. La mezcla de reacción se agitó durante 1,5 horas para dar tiempo a que el TEOS se hidrolizase. La mezcla de reacción se trató entonces con 12,89 g de H₃PO₄ (85%), añadidos gota a gota a lo largo de un período de 15 minutos, y se dejó agitar 20 minutos adicionales, momento en el cual la disolución era transparente. De forma separada, se disolvieron 20,5 g de Zn(OAc)₂·2H₂O en 10,00 g de agua desionizada. Esta disolución se añadió lentamente, gota a gota, y la mezcla de reacción siguió siendo una disolución transparente. La mezcla de reacción se agitó durante una hora adicional antes de que se distribuyese entre 7 autoclaves forrados de Teflon, y se digirió a presiones autógenas a diversas temperaturas y períodos de tiempo. Los productos se aislaron y se lavaron con agua desionizada mediante centrifugación. Los productos que resultan de las mezclas de reacción digeridas a 155°C durante 55 y 152 horas y a 175°C durante 55 horas se identificaron como ZAPSO-64 mediante difracción de rayos X de polvo. La Tabla 1 a continuación muestra líneas de difracción representativas para la fase de 150°C/152 horas. El análisis elemental de este producto tuvo las relaciones elementales C/N = 6,38, N/Al = 0,40, Zn/Al = 0,97, P/Al = 1,59, Si/Al = 0,16, consistentes con la estequiometría DEDMA_{0,40}Zn_{0,96}AlP_{1,59}Si_{0,16}O_{6,96}.

25 Tabla 1

2-θ	d(Å)	I/I ₀ (%)
6,66	13,26	vs
7,60	11,63	m
13,22	6,69	w
13,36	6,62	m
14,80	5,98	w
15,40	5,75	w
16,66	5,32	w
18,84	4,71	m
20,12	4,41	m
20,26	4,38	w
20,35	4,36	w
21,32	4,16	w
23,93	3,72	w
24,16	3,68	w
24,34	3,65	w
26,64	3,34	w
26,92	3,31	w
27,48	3,24	w
27,72	3,22	w
28,54	3,12	w
28,68	3,11	w
29,88	2,99	w
30,10	2,97	w
30,80	2,90	w
33,64	2,66	w
33,90	2,64	w
35,44	2,53	w
36,48	2,46	w
38,19	2,35	w
43,50	2,08	w

EJEMPLO 2

Un vaso de precipitados de Teflon se cargó con 100,00 g de ETMAOH (20%), y se colocó en una agitadora de alta velocidad. Con agitación vigorosa, se añadieron lentamente 5,27 g de $\text{Al}(\text{OH})_3$ (78,1%), y éste se disolvió fácilmente. A esto le siguió la adición de 6,74 g de TEOS (98%) en un único vertido. Tras agitar durante 30 minutos para hidrolizar el TEOS, se añadieron gota a gota 14,61 g de H_3PO_4 (85%). El resultado fue una disolución transparente. De forma separada, se disolvieron 2,32 g de $\text{Zn}(\text{OAc})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en 10,00 g de agua desionizada. Esta disolución se añadió gota a gota a la mezcla de reacción, que siguió siendo una disolución transparente. Después de la homogeneización posterior, la mezcla de reacción se distribuyó entre 7 autoclaves forrados de teflon y se digirió a presión autógena a diversas temperaturas y períodos de tiempo. Los productos se aislaron y se lavaron con agua desionizada mediante centrifugación. El producto que resulta de la digestión de 125°C/180 horas se identificó como MAPSO-64 según se determina mediante difracción de rayos X de polvo. La Tabla 2 a continuación muestra líneas de difracción representativas para este producto.

Tabla 2

2- θ	d(Å)	I/I ₀ (%)
6,76	13,06	m
7,70	11,47	vs
13,30	6,65	m
13,45	6,58	m
14,90	5,94	w
15,40	5,75	w
15,50	5,71	w
18,92	4,69	m
20,21	4,39	m
20,32	4,37	m
21,42	4,15	m
24,05	3,70	w
24,22	3,67	m
24,43	3,64	w
26,72	3,33	m
27,52	3,24	m
27,80	3,21	w
28,62	3,12	w
28,75	3,10	w
29,98	2,98	m
30,19	2,96	m
30,94	2,89	w
31,19	2,87	w
33,72	2,66	m
34,02	2,63	w
35,52	2,53	w
36,54	2,46	w
38,30	2,35	w
43,48	2,08	w
49,28	1,85	w
49,93	1,82	w

EJEMPLO 3

Un vaso de precipitados de Teflon se cargó con 130,00 g de ETMAOH (20%) y 6,19 g de sílice coloidal (Ludox AS-40, 40% SiO_2), y se agitó brevemente antes de que se colocase en una botella de Teflon y se digiriera a 95°C durante 2 horas. La disolución se enfrió, y se añadieron lentamente 6,29 g de $\text{Al}(\text{OH})_3$ (85,1%) con agitación vigorosa. La mezcla de reacción se homogeneizó durante 45 minutos después de la adición y nunca se aclaró, permaneciendo turbia. A esto le siguió la adición gota a gota de 19,00 g de H_3PO_4 (85%). La mezcla de reacción resultante es solamente semitransparente. De forma separada, 1,51 g de $\text{Zn}(\text{OAc})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en 6,0 g de agua desionizada. Esta disolución se añadió a la mezcla de reacción agitada vigorosamente de manera gota a gota, haciéndose la mezcla de reacción homogénea más opaca durante la adición. La mezcla de reacción se dividió entre 7 autoclaves forrados de Teflon, y se digirió a presión autógena a diversas temperaturas y períodos de tiempo. Los productos se aislaron y lavaron con agua desionizada mediante centrifugación. El producto que resulta de la digestión de 150°C/47 horas se identificó como ZAPSO-64 mediante difracción de rayos X de polvo, pero la muestra contenía una ligera impureza de MAPSO-59. La Tabla 3 a continuación muestra las líneas de difracción representativas para el producto MAPSO-64.

Tabla 3

2- θ	d(Å)	I/I ₀ (%)
6,67	13,24	m
7,60	11,62	vs
8,98	9,84	w*
13,20	6,70	m
13,36	6,62	m
14,77	5,99	w
15,38	5,76	m
18,08	4,90	w*
18,84	4,71	m
20,14	4,41	m
20,76	4,28	w*
21,32	4,16	m
22,44	3,96	w*
23,96	3,71	w
24,16	3,68	m
24,34	3,65	w
26,60	3,35	m
27,46	3,25	w
27,70	3,22	w
28,55	3,12	w
28,70	3,11	w
29,90	2,99	m
30,12	2,96	m
30,86	2,90	w
31,16	2,87	w
33,66	2,66	w
33,93	2,64	w
35,44	2,53	w
36,52	2,46	w
38,24	2,35	w
43,40	2,08	w

*- Impureza de MAPSO-59

EJEMPLO 4

5 Una botella de Teflon se cargó con 193,3 g de DEDMAOH (20%) y 8,12 g de sílice coloidal (Ludox AS-40, 40% SiO₂), se cerró herméticamente, y se colocó en un horno a 100°C durante 1,5 horas. La disolución de silicato de DEDMA resultante se colocó en un vaso de precipitados de Teflon en una agitadora de alta velocidad. Después, se añadieron 8,37 g de Al(OH)₃ (83,0%) con agitación vigorosa. A continuación, se añadieron gota a gota 24,95 g de H₃PO₄ (85%), y la mezcla de reacción se homogeneizó posteriormente. De forma separada, se disolvieron 1,98 g de Zn(OAc)₂·2H₂O en 13,29 g de agua desionizada. Esta disolución se añadió gota a gota a la mezcla de reacción, que se homogeneizó posteriormente durante 30 minutos. La mezcla de reacción final fue una suspensión blanca transparente. Una porción de la mezcla de reacción se colocó en un autoclave forrado con Teflon y se digirió a 125°C durante 161 horas. El producto se aisló y se lavó con agua desionizada vía centrifugación. El producto se identificó como MAPSO-64 mediante difracción de rayos X de polvo. En la Tabla 4 a continuación se muestran líneas de difracción representativas para el producto.

15

Tabla 4

2- θ	d(Å)	I/I ₀ (%)
6,70	13,19	m
7,62	11,60	vs
10,13	8,73	w
13,20	6,70	m
13,39	6,61	m
14,84	5,97	w
15,44	5,74	m
16,66	5,32	w
18,86	4,70	m
20,18	4,40	m

2- θ	d(Å)	I/I ₀ (%)
21,34	4,16	m
23,98	3,71	w
24,18	3,68	m
24,34	3,65	m
26,64	3,34	w
26,98	3,30	w
27,46	3,25	m
27,72	3,22	w
28,54	3,12	w
28,71	3,11	w
29,90	2,99	m
30,18	2,96	m
30,82	2,90	m
33,66	2,66	w
33,99	2,64	w
35,46	2,53	w
36,42	2,47	w
36,56	2,46	w
38,26	2,35	w
39,07	2,30	w
39,82	2,26	w
40,39	2,23	w
43,42	2,08	w
43,65	2,07	w
49,88	1,83	w
55,69	1,65	w

EJEMPLO 5

5 Un vaso de precipitados de Teflon se cargó con 130,00 g de ETMAOH (20%) y 6,19 g de sílice coloidal (Ludox AS-40, 40% SiO₂), la mezcla se agitó brevemente, se transfirió a una botella de Teflon, y se digirió a 95°C durante 2 horas. La disolución de silicato de ETMA resultante se colocó en un vaso de precipitados en una agitadora de alta velocidad, y se añadieron lentamente 6,29 g de Al(OH)₃ (85,1%), dando como resultado una mezcla de reacción turbia, incluso después de 45 minutos de homogeneización tras la adición. A continuación, se añadieron intermitentemente de manera gota a gota 19,00 g de H₃PO₄ (85%). Resulta una mezcla de reacción semitransparente. De forma separada, se disolvieron 3,01 g de Zn(OAc)₂*2H₂O en 12,0 g de agua desionizada. Esta disolución se añadió de forma intermitente en tres adiciones diferentes de manera gota a gota mientras la mezcla de reacción se agitaba vigorosamente. La mezcla de reacción permaneció homogénea, pero se hizo más opaca. La mezcla de reacción se cargó en 7 autoclaves forrados con Teflon y se digirió a presión autógena a diversas temperaturas y períodos de tiempo. Los productos se aislaron y se lavaron con agua desionizada mediante centrifugación. El producto que resulta de la digestión de 125°C/183 horas se identificó como MAPSO-64 mediante difracción de rayos X de polvo. Las líneas de difracción representativas para este producto se muestran en la Tabla 5 a continuación.

Tabla 5

2- θ	d(Å)	I/I ₀ (%)
6,68	13,22	m
7,62	11,59	vs
13,22	6,69	m
13,38	6,61	m
14,83	5,97	w
15,41	5,75	w
18,86	4,70	m
20,14	4,41	m
20,26	4,38	m
21,36	4,16	s
23,98	3,71	w
24,15	3,68	m
24,36	3,65	m
26,68	3,34	m
27,48	3,24	m

ES 2 644 610 T3

2- θ	d(Å)	I/I ₀ (%)
27,74	3,21	w
28,55	3,12	w
28,72	3,11	w
29,92	2,98	m
30,14	2,96	m
30,86	2,90	m
33,70	2,66	w
33,97	2,64	w
35,48	2,53	w
36,50	2,46	w
38,26	2,35	w
40,43	2,23	w
43,50	2,08	w

Una realización es un material de silicometalofosfato cristalino microporoso que tiene una estructura tridimensional de unidades tetraédricas de EO_2^- , PO_2^+ , $[\text{M}^{2+}\text{O}_2]^{2-}$ y SiO_2 , y una composición empírica en base a según se sintetiza y en base anhidra expresada mediante una fórmula empírica de:



en la que M es al menos un catión divalente seleccionado del grupo que consiste en metales alcalino-térreos y de transición, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, R es un catión de organoamonio seleccionado del grupo de etiltrimetilamonio (ETMA^+), dietildimetilamonio (DEDMA^+), y mezclas de los mismos, "r" es la relación en moles de R a E y tiene un valor de 0,1 a 2, E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y mezclas de los mismos, "x" es la relación en moles de P a E y tiene un valor de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (2 \cdot m + r + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y) / 2$$

15 y se caracteriza por que tiene el patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamentos d y las intensidades expuestas en la Tabla A anterior. E puede ser aluminio. M se puede seleccionar del grupo que consiste en magnesio, cinc, cobalto, manganeso, y mezclas de los mismos. El material de silicometalofosfato puede ser térmicamente estable hasta una temperatura de al menos 400°C. El material de silicometalofosfato puede ser térmicamente estable hasta una temperatura de al menos 500°C. R puede ser DEDMA^+ , ETMA^+ , o mezclas de los mismos.

20 La solicitud describe un procedimiento para preparar un material de silicometalofosfato cristalino microporoso que tiene una estructura tridimensional de al menos unidades tetraédricas de EO_2^- , PO_2^+ , $[\text{M}^{2+}\text{O}_2]^{2-}$ y SiO_2 , y una composición empírica en base a según se sintetiza y en base anhidra expresada mediante una fórmula empírica de:



25 en la que M es al menos un catión divalente seleccionado del grupo que consiste en metales alcalino-térreos y de transición, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, R es un catión de organoamonio seleccionado del grupo que consiste en los cationes etiltrimetilamonio (ETMA^+), dietildimetilamonio (DEDMA^+), y mezclas de los mismos, "r" es la relación en moles de R a E y tiene un valor de 0,1 a 2,0, E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y mezclas de los mismos, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (2 \cdot m + r + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y) / 2$$

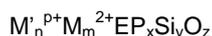
35 y se caracteriza por que tiene un patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamentos d y las intensidades expuestas en la Tabla A anterior, comprendiendo el procedimiento formar una mezcla de reacción que contiene fuentes reactivas de R, E, P, M y Si, y calentar la mezcla de reacción a una temperatura de 60°C a 200°C durante un tiempo suficiente para formar el material de silicometalofosfato, teniendo la mezcla de reacción una composición, expresada en términos de relaciones en moles de los óxidos, de:



40 en la que "a" tiene un valor de 0,75 a 16, "b" tiene un valor de 0,01 a 3,0, "c" tiene un valor de 0,8 a 8, "d" tiene un valor de 0,01 a 4, y "e" tiene un valor de 20 a 800. M se puede seleccionar del grupo que consiste en magnesio, cinc, cobalto, manganeso, níquel, hierro (II), y mezclas de los mismos. La fuente de M se puede seleccionar del grupo que consiste en sales de haluro, sales de nitrato, sales de acetato, sales de sulfato, y mezclas de las mismas. La fuente

de E se puede seleccionar del grupo que consiste en isopropóxido de aluminio, sec-butóxido de aluminio, alúmina precipitada, Al(OH)₃, aluminio metálico, sales de aluminio, ácido bórico, oxihidróxido de galio precipitado, sulfato de galio, sulfato férrico, cloruro férrico, y mezclas de los mismos. La fuente de silicio se puede seleccionar del grupo que consiste en ortosilicato de tetraetilo, sílice pirolizada, sílice coloidal, y sílice precipitada. La mezcla de reacción se puede hacer reaccionar a una temperatura de 125°C hasta 175°C durante un tiempo de 1 día a 7 días. R puede ser DEDMA⁺, ETMA⁺, y mezclas de los mismos. El procedimiento puede comprender además añadir siembras de MAPSO-64 a la mezcla de reacción.

Una realización implica una forma modificada del silicometalofosfato, en la que la modificación puede comprender la calcinación con amoníaco en condiciones de calcinación con amoníaco, y opcionalmente un intercambio iónico adicional, para formar un silicometalofosfato microporoso modificado, MAPSO-64M, que tiene una estructura tridimensional de unidades tetraédricas de EO₂⁻, PO₂⁺, [M²⁺O₂]²⁻ y SiO₂, dándose la composición en una base anhidra mediante la fórmula empírica:



en la que M es al menos un catión de metal divalente seleccionado del grupo que consiste en Be²⁺, Mg²⁺, Zn²⁺, Co²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Ni²⁺, y sus mezclas, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, M' es NH₄⁺, H⁺, metales alcalinos, metales alcalino-térreos, y metales de tierras raras, y sus mezclas, "n" es la relación en moles de M' a E y tiene un valor de 0,03 a 2,0, "p" es la valencia promediada en peso de M', E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (p \cdot n + 2 \cdot m + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y) / 2$$

y se caracteriza por que tiene el patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamentos d e intensidades expuestos en la Tabla A anterior.

Una realización implica una forma calcinada, estable, del silicometalofosfato microporoso cristalino, MAPSO-64C, comprendiendo la calcinación calentar el silicometalofosfato en condiciones de calcinación para eliminar los cationes orgánicos en presencia de aire y vapor de agua ambiental, teniendo dicho MAPSO-64 una estructura tridimensional de unidades tetraédricas de EO₂⁻, PO₂⁺, SiO₂ y [M²⁺O₂]²⁻ caracterizada por la fórmula empírica:



en la que M es al menos un catión de metal divalente seleccionado del grupo que consiste en Be²⁺, Mg²⁺, Zn²⁺, Co²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Ni²⁺, y sus mezclas, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,0, H es un protón, "a" es la relación en moles de H a E y tiene un valor de 0,1 a 2,0, E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (a + 2 \cdot m + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y) / 2$$

Una realización implica un procedimiento de conversión de hidrocarburo, que comprende poner en contacto una corriente que comprende al menos un hidrocarburo con un catalizador en condiciones de conversión de hidrocarburo para generar al menos un producto convertido, en el que el catalizador se selecciona del grupo que consiste en un material MAPSO-64 cristalino microporoso, un material MAPSO-64M cristalino microporoso, un material MAPSO-64C cristalino microporoso, o mezclas de los mismos, en el que el MAPSO-64 tiene una estructura tridimensional de unidades tetraédricas de EO₂⁻, PO₂⁺, [M²⁺O₂]²⁻ y SiO₂, y una composición empírica en base a según se sintetiza y en base anhidra expresada mediante una fórmula empírica de:

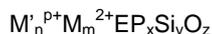


en la que M es al menos un catión de valencia 2+ seleccionado del grupo que consiste en metales alcalino-térreos y de transición, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, R es un catión de organoamonio seleccionado del grupo de etiltrimetilamonio (ETMA⁺), dietildimetilamonio (DEDMA⁺), y mezclas de los mismos, "r" es la relación en moles de R a E y tiene un valor de 0,1 a 2,0, E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (2 \cdot m + r + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y) / 2$$

y se caracteriza por que tiene el patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamentos d e intensidades expuestos en la Tabla A anterior, en el que el material MAPSO-64M cristalino microporoso comprende una estructura tridimensional de unidades tetraédricas de EO₂⁻, PO₂⁺, [M²⁺O₂]²⁻ y SiO₂, dándose la composición

mediante la fórmula empírica:



5 en la que M es al menos un catión metálico de valencia 2+ seleccionado del grupo que consiste en Be²⁺, Mg²⁺, Zn²⁺, Co²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Ni²⁺, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, M' se selecciona del grupo que consiste en NH₄⁺, H⁺, metales alcalinos, metales alcalino-térreos, metales de tierras raras, y sus mezclas, "n" es la relación en moles de M' a E y tiene un valor de 0,03 a 2,0, "p" es la valencia promediada en peso de M', E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$10 \quad z = (p \cdot n + 2 \cdot m + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y)/2$$

y se caracteriza por que tiene el patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamentos d e intensidades expuestos en la Tabla A anterior, y en el que el material MAPSO-64C cristalino microporoso comprende una estructura tridimensional de unidades tetrahédricas de EO₂⁻, PO₂⁺, [M²⁺O₂]²⁻ y SiO₂ caracterizada por la fórmula empírica:



20 en la que M es al menos un catión metálico de valencia 2+ seleccionado del grupo que consiste en Be²⁺, Mg²⁺, Zn²⁺, Co²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Ni²⁺, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, H es un protón, "a" es la relación en moles de H a E y tiene un valor de 0,1 a 2,0, E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (a + 2 \cdot m + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y)/2$$

25 El procedimiento de conversión de hidrocarburo se puede seleccionar del grupo que consiste en craqueo, hidrocrqueo, alquilación, isomerización, polimerización, reformado, hidrogenación, deshidrogenación, transalquilación, desalquilación, hidratación, deshidratación, hidrottratamiento, hidrorrefinado, hidrodeshidrogenación, hidrodeshidrosulfuración, metanol a olefinas, metanación, procedimientos de desplazamiento de gas de síntesis, dimerización de olefinas, oligomerización, desparafinado, y combinaciones de los mismos. El procedimiento de conversión de hidrocarburo puede ser hidrocrqueo o hidrottratamiento, en el que el hidrocrqueo o hidrottratamiento se puede operar a una temperatura en el intervalo de 400° a 1200°F (204-649°C) y a una presión en el intervalo de atmosférica a 3.500 psig (24.132 kPa manométricos). El procedimiento puede ser hidrocrqueo o hidrottratamiento operado a velocidades espaciales horarias del líquido (LHSV) en el intervalo de 0,1 h⁻¹ a 15 h⁻¹. El procedimiento puede ser hidrocrqueo o hidrottratamiento operado a velocidades de circulación de hidrógeno en el intervalo de 1.000 a 50.000 pies cúbicos estándar (scf) por barril de carga (178-8.888 m³ std./m³). El procedimiento puede comprender además eliminar un efluente que comprende el al menos un producto convertido, fraccionar el efluente, y recuperar al menos un producto convertido. El procedimiento puede comprender además someter el efluente a condensación parcial y separación de vapor-líquido antes del fraccionamiento. El procedimiento puede comprender además reciclar al menos una porción del efluente hacia el catalizador. El procedimiento de conversión de hidrocarburo puede comprender una operación de dos etapas, y el catalizador está presente en al menos una de las dos etapas. El procedimiento de conversión de hidrocarburo puede ser craqueo catalítico operado a una temperatura en el intervalo de 850° a 1100°F, valores de LHSV de 0,5 a 10, y una presión en el intervalo de 0 a 50 psig. La corriente de hidrocarburo se puede seleccionar del grupo que consiste en gasóleos, naftas pesadas, y residuos de petróleo desasfaltados. El procedimiento de conversión de hidrocarburo puede ser alquilación de aromáticos, y el producto convertido puede ser al menos un aromático sustituido con alquilo lineal, en el que el procedimiento se opera a una relación en moles de aromático:olefina de entre 5:1 y 30:1, una LHSV de 0,3 a 6 h⁻¹, una temperatura de 100° a 250°C, y presiones de 200 a 1000 psig. El procedimiento de conversión de hidrocarburo puede ser alquilación de isoparafinas con olefinas, y el producto convertido puede ser al menos un alquilado adecuado como un componente de combustible de motor, y en el que el procedimiento se opera a una temperatura de -30° a 40°C, una presión desde la atmosférica a 6.894 kPa (1.000 psig), y una velocidad espacial horaria ponderal (WHSV) de 0,1 a 120. El procedimiento de conversión de hidrocarburo puede ser la conversión de metanol en olefinas, en el que el procedimiento se opera a una temperatura de 300°C a 600°C y una presión de 0 kPa (0 psig) a 1724 kPa (250 psig). El metanol puede estar en la fase líquida o de vapor, y la operación puede estar en un modo continuo o discontinuo. El metanol se puede diluir con un diluyente seleccionado del grupo que consiste en helio, argón, nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrógeno, vapor, al menos un hidrocarburo parafínico, al menos un hidrocarburo aromático, y mezclas de los mismos. El catalizador puede estar situado en una o más zonas catalíticas dispuestas en una configuración en serie o en paralelo, y en las que el catalizador puede estar en lechos fijos o lechos fluidizados. El procedimiento puede comprender además regenerar el catalizador.

Una realización de la invención es un procedimiento de separación que comprende poner en contacto al menos dos componentes con un material para generar al menos un componente separado, en el que el material se selecciona

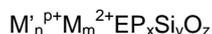
del grupo que consiste en un material MAPSO-64 cristalino microporoso, un material MAPSO-64M cristalino microporoso, un material MAPSO-64C cristalino microporoso, o una mezcla de los mismos, en el que MAPSO-64 tiene una estructura tridimensional de unidades tetraédricas de EO_2^- , PO_2^+ , $[\text{M}^{2+}\text{O}_2]^{2-}$ y SiO_2 , y una composición empírica en base a según se sintetiza y en base anhidra expresada mediante una fórmula empírica de:



en la que M es al menos un catión de valencia 2+ seleccionado del grupo que consiste en metales alcalino-térreos y de transición, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, R es un catión de organoammonio seleccionado del grupo de etiltrimetilamonio (ETMA^+), dietildimetilamonio (DEDMA^+), y mezclas de los mismos, "r" es la relación en moles de R a E y tiene un valor de 0,1 a 2,0, E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (2 \bullet m + r + 3 + 5 \bullet x + 4 \bullet y)/2$$

15 y se caracteriza por que tiene el patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamentos d e intensidades expuestos en la Tabla A anterior; el material MAPSO-64M cristalino microporoso comprende una estructura tridimensional de unidades tetraédricas de EO_2^- , PO_2^+ , y al menos uno de $[\text{M}^{2+}\text{O}_2]^{2-}$ y SiO_2 , dándose la composición mediante la fórmula empírica:



20 en la que M es al menos un catión metálico de valencia 2+ seleccionado del grupo que consiste en Be^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} , "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, M' se selecciona del grupo que consiste en NH_4^+ , H^+ , metales alcalinos, metales alcalino-térreos, metales de tierras raras, y sus mezclas, "n" es la relación en moles de M' a E y tiene un valor de 0,03 a 2,0, "p" es la valencia promediada en peso de M', E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (p \bullet n + 2 \bullet m + 3 + 5 \bullet x + 4 \bullet y)/2$$

30 y se caracteriza por que tiene el patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamentos d e intensidades expuestos en la Tabla A anterior; y el material MAPSO-64C cristalino microporoso comprende una estructura tridimensional de unidades tetrahédricas de EO_2^- , PO_2^+ , $[\text{M}^{2+}\text{O}_2]^{2-}$ y SiO_2 caracterizada por la fórmula empírica:



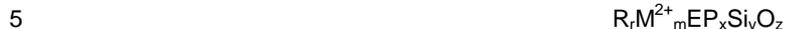
35 en la que M es al menos un catión metálico de valencia 2+ seleccionado del grupo que consiste en Be^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} , "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, H es un protón, "a" es la relación en moles de H a E y tiene un valor de 0,1 a 2,0, E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (a + 2 \bullet m + 3 + 5 \bullet x + 4 \bullet y)/2.$$

40 La separación se puede basar en el tamaño molecular de los componentes, en el grado de polaridad de los componentes, o en el intercambio iónico de los componentes con el material.

REIVINDICACIONES

1. Un material de silicometalofosfato cristalino microporoso denominado MAPSO-64 que tiene una estructura tridimensional de unidades tetraédricas de EO_2^- , PO_2^+ , $[M^{2+}O_2]^{2-}$ y SiO_2 , y una composición empírica en base a según se sintetiza y en base anhidra expresada mediante una fórmula empírica de:



en la que M es al menos un catión divalente seleccionado del grupo que consiste en metales alcalino-térreos y de transición, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, R es un catión de organoamonio seleccionado del grupo de etiltrimetilamonio (ETMA⁺), dietildimetilamonio (DEDMA⁺), y mezclas de los mismos, "r" es la relación en moles de R a E y tiene un valor de 0,1 a 2, E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y mezclas de los mismos, "x" es la relación en moles de P a E y tiene un valor de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (2 \cdot m + r + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y) / 2$$

15 y se caracteriza por que tiene el patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamentos d y las intensidades expuestas en la Tabla A:

Tabla A

2θ	d(Å)	I/I ₀
6,810 - 6,61	12,98 - 13,34	m - vs
7,75 - 7,55	11,40 - 11,70	m - vs
13,36 - 13,14	6,62 - 6,73	w - m
13,51 - 13,32	6,55 - 6,64	w - m
14,98 - 14,68	5,91 - 6,03	w
15,51 - 15,34	5,71 - 5,77	w - m
18,99 - 18,79	4,67 - 4,72	w - m
20,26 - 20,07	4,38 - 4,42	w - m
21,50 - 21,24	4,13 - 4,18	w - s
24,10 - 23,84	3,69 - 3,73	w - m
24,30 - 24,03	3,66 - 3,70	w - m
24,57 - 24,23	3,62 - 3,67	w - m
26,83 - 26,51	3,32 - 3,36	w - m
27,59 - 27,42	3,23 - 3,25	w - m
27,86 - 27,59	3,20 - 3,23	w
28,68 - 28,49	3,11 - 3,13	w
28,87 - 28,59	3,09 - 3,12	w
30,06 - 29,76	2,97 - 3,00	w - m
30,27 - 29,96	2,95 - 2,98	w - m
31,03 - 30,70	2,88 - 2,91	w - m
33,80 - 33,54	2,65 - 2,67	w - m
34,06 - 33,80	2,63 - 2,65	w
35,60 - 35,31	2,52 - 2,54	w - m
36,65 - 36,34	2,45 - 2,47	w
38,44 - 38,10	2,34 - 2,36	w

2. El material de silicometalofosfato cristalino microporoso de la reivindicación 1, en el que E es aluminio, y en el que M se selecciona del grupo que consiste en magnesio, cinc, cobalto, manganeso, y mezclas de los mismos.

20 3. El material de silicometalofosfato cristalino microporoso de la reivindicación 1, en el que R es DEDMA⁺ y ETMA⁺.

4. El material de silicometalofosfato cristalino microporoso de la reivindicación 1 tras la modificación que comprende la calcinación con amoníaco en condiciones de calcinación con amoníaco, y opcionalmente un intercambio iónico adicional, para formar un silicometalofosfato microporoso modificado, MAPSO-64M, que tiene una estructura tridimensional de unidades tetraédricas de EO_2^- , PO_2^+ , $[M^{2+}O_2]^{2-}$ y SiO_2 , dándose la composición en una base anhidra mediante la fórmula empírica:



en la que M es al menos un catión de metal divalente seleccionado del grupo que consiste en Be^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} , y sus mezclas, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,5, M' es NH_4^+ , H^+ , metales alcalinos, metales alcalino-térreos, y metales de tierras raras, y sus mezclas, "n" es la relación en moles de M' a E y

ES 2 644 610 T3

tiene un valor de 0,03 a 2,0, "p" es la valencia promediada en peso de M', E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (p \cdot n + 2 \cdot m + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y) / 2$$

y se caracteriza por que tiene el patrón de difracción de rayos X que tiene al menos los espaciamentos d y las intensidades expuestas en la Tabla A:

Tabla A

2θ	d(Å)	I/I ₀
6,81 - 6,61	12,98 - 13,34	m - vs
7,75 - 7,55	11,40 - 11,70	m - vs
13,36 - 13,14	6,62 - 6,73	w - m
13,51 - 13,32	6,55 - 6,64	w - m
14,98 - 14,68	5,91 - 6,03	w
15,51 - 15,34	5,71 - 5,77	w - m
18,99 - 18,79	4,67 - 4,72	w - m
20,26 - 20,07	4,38 - 4,42	w - m
21,50 - 21,24	4,13 - 4,18	w - s
24,10 - 23,84	3,69 - 3,73	w - m
24,30 - 24,03	3,66 - 3,70	w - m
24,57 - 24,23	3,62 - 3,67	w - m
26,83 - 26,51	3,32 - 3,36	w - m
27,59 - 27,42	3,23 - 3,25	w - m
27,86 - 27,59	3,20 - 3,23	w
28,68 - 28,49	3,11 - 3,13	w
28,87 - 28,59	3,09 - 3,12	w
30,06 - 29,76	2,97 - 3,00	w - m
30,27 - 29,96	2,95 - 2,98	w - m
31,03 - 30,70	2,88 - 2,91	w - m
33,80 - 33,54	2,65 - 2,67	w - m
34,06 - 33,80	2,63 - 2,65	w
35,60 - 35,31	2,52 - 2,54	w - m
36,65 - 36,34	2,45 - 2,47	w
38,44 - 38,10	2,34 - 2,36	W

- 10 5. El material de silicometalofosfato cristalino microporoso de la reivindicación 1 tras la calcinación, que comprende calentar el silicometalofosfato de la reivindicación 1 en condiciones de calcinación para eliminar los cationes orgánicos en presencia de aire y vapor de agua ambiental para formar MAPSO-64C, teniendo dicho MAPSO-64 una estructura tridimensional de unidades tetraédricas de EO₂⁻, PO₂⁺, SiO₂ y [M²⁺O₂]²⁻ caracterizada por la fórmula empírica:



- 15 en la que M es al menos un catión de metal divalente seleccionado del grupo que consiste en Be²⁺, Mg²⁺, Zn²⁺, Co²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Ni²⁺, y sus mezclas, "m" es la relación en moles de M a E y varía de 0,01 a 1,0, H es un protón, "a" es la relación en moles de H a E y tiene un valor de 0,1 a 2,0, E es un elemento trivalente seleccionado del grupo que consiste en aluminio, galio, hierro, boro, y sus mezclas, "x" es la relación en moles de P a E y varía de 0,5 a 2,5, "y" es la relación en moles de Si a E y varía de 0,01 a 1,0, y "z" es la relación en moles de O a E y tiene un valor determinado por la ecuación:

$$z = (a + 2 \cdot m + 3 + 5 \cdot x + 4 \cdot y) / 2$$

- 25 6. Un procedimiento para poner en contacto una alimentación con cualquiera del silicometalofosfato cristalino microporoso de las reivindicaciones 1, 4 o 5, en el que el procedimiento es un procedimiento de conversión de hidrocarburo o un procedimiento de separación.

- 30 7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el procedimiento de conversión de hidrocarburo se selecciona del grupo que consiste en craqueo, hidrocraqueo, alquilación, isomerización, polimerización, reformado, hidrogenación, deshidrogenación, transalquilación, desalquilación, hidratación, deshidratación, hidrotrotamiento, hidrorrefinado, hidrodeshidrogenación, hidrodeshulfuración, metanol a olefinas, metanación, procedimiento de desplazamiento de gas de síntesis, dimerización de olefinas, oligomerización, desparafinado, y combinaciones de

los mismos, o en el que el procedimiento de separación se basa en el tamaño molecular de los componentes, en el grado de polaridad de los componentes, o en el intercambio iónico de los componentes con el material.