

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 600**

51 Int. Cl.:

B01D 43/00 (2006.01)

B03D 1/016 (2006.01)

B32B 5/02 (2006.01)

C02F 1/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.06.2015 PCT/US2015/033485**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2015 WO15184436**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2015 E 15799760 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 3148673**

54 Título: **Recuperación de mineral mediante el uso de superficies poliméricas hidrófobas**

30 Prioridad:

30.05.2014 US 201462004999 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.04.2020

73 Titular/es:

**CIDRA CORPORATE SERVICES, INC. (100.0%)
50 Barnes Park North
Wallingford, CT 06492, US**

72 Inventor/es:

**ROTHMAN, PAUL J.;
FERNALD, MARK R.;
O'KEEFE, CHRISTIAN V. y
ADAMSON, DOUGLAS H.**

74 Agente/Representante:

MARTÍN SANTOS, Victoria Sofia

ES 2 754 600 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

- 5 Recuperación de mineral mediante el uso de superficies poliméricas hidrófobas.
- 10 La presente solicitud también está relacionada con una familia de nueve solicitudes PCT, que se presentaron simultáneamente el 25 de mayo de 2012, de la siguiente manera: WO 2012/166580 A1, WO 2012/162591 A1, WO 2012/162593 A1, WO 2012/166580 A1, WO 2013/074151 A1, WO 2013/074150 A1, WO 2012/162632 A1, WO 2012/162614 A1 y WO 2012/162612 A1.
- 15 Esta solicitud también está relacionada con WO 2013/177267 A1, WO 2014/186352 A1 y WO 2012/162632 A1.
- 15 Antecedentes de la invención
- 20 1. Sector de la técnica
- La presente invención se refiere en general a un procedimiento y a un aparato para separar material de valor del material no deseado en una mezcla, como por ejemplo en una suspensión de pulpa.
- 25 2. Descripción de la técnica relacionada
- 30 A modo de ejemplo, en muchos procesos industriales se puede usar la flotación para separar material de valor del material no deseado. En este proceso, se coloca una mezcla de agua, material de valor, material no deseado, sustancias químicas y aire dentro de una celda de flotación. Las sustancias químicas se usan para hacer que el material deseado sea hidrófobo, y el aire se usa para llevar el material a la superficie de la celda de flotación.
- 35 Cuando el material hidrófobo y las burbujas de aire chocan, se unen entre sí. La burbuja sube hacia la superficie llevando consigo el material.
- 40 El funcionamiento de la celda de flotación depende del flujo del área superficial de la burbuja en la zona de recolección de la celda. El flujo de área superficial de las burbujas es dependiente del tamaño de las burbujas y de la velocidad de inyección de aire. Controlar el flujo del área superficial de las burbujas ha sido habitualmente muy difícil. Este es un problema de control multivariable y no existen mecanismos de retroalimentación en tiempo real, confiables para utilizarse para el control.
- 45 La recuperación de mineral de este proceso puede ser altamente dependiente de la distribución del tamaño de partícula del mineral que entra a la celda de flotación.
- 50 Normalmente, la recuperación de partículas gruesas y finas puede ser significativamente menor que el tamaño de partícula óptimo. En los trabajos de minería rutinariamente se descargan partículas grandes bien liberadas hacia el estanque de relaves.
- 55 En contraste con el proceso de flotación mencionado anteriormente que utiliza burbujas de aire, el titular de la presente invención ha diseñado una máquina y un proceso alternativo para recuperar minerales valiosos de la suspensión de pasta rica en pulpa, por ejemplo, consistente lo descrito en la familia de solicitudes de patente mencionadas anteriormente. Esta suspensión de pasta rica en minerales podría ser cualquier tipo de suspensión que sea minerales triturados transportados por aire, o una mezcla acuosa por ejemplo.
- 60 Esta suspensión rica en minerales se pone en contacto con una superficie de polímero funcionalizado que ha sido diseñada para atraer el mineral de interés. La superficie podría ser cualquier cosa, desde una burbuja diseñada por ingeniería hasta una placa plana. Luego de que la superficie polimérica funcionalizada se adhiere al material de interés, el material no deseado se lava y solo queda el material deseado sobre la superficie polimérica funcionalizada. Posteriormente la superficie enriquecida se trata para liberar y recoger el mineral. La superficie polimérica funcionalizada se puede entonces reutilizar.
- 65 Sumario de la invención

Uno de los desafíos actuales que el titular de la presente invención aborda es diseñar una superficie funcionalizada que tenga un área superficial máxima y que, aún así, sobreviva en un entorno industrial. Por lo tanto, la superficie funcionalizada debe ser fuerte, resistente al desgaste, y ser capaz de pasar una gran cantidad de sólidos rechazados al tiempo que captura el material con valor. En general, se entiende que los polímeros que están más reticulados serán más duraderos, mientras que los polímeros que están menos reticulados serán menos duraderos, y viceversa.

En particular, la superficie funcionalizada puede tomar la forma de una superficie de polímero hidrófobo, por ejemplo, consistente con lo que se expone a continuación:

Recuperación de minerales utilizando superficie de polímero hidrófobo

Dos medidas habituales para evaluar los sistemas de procesamiento de minerales pueden incluir el grado y la recuperación. El titular de la presente [invención] ha demostrado una recuperación de mineral de alto grado utilizando una superficie polimérica hidrófoba, por ejemplo, consistente con lo expuesto en la familia de solicitudes ante mencionadas. El grado de recuperación se mide por la capacidad de la superficie para rechazar el material de ganga y seleccionar únicamente el mineral valioso. En el presente documento, se entiende que la recuperación es una medida de qué porcentaje de mineral disponible se recupera efectivamente. Un sistema de procesamiento de mineral, ideal, ofrecería una recuperación del 100% y produciría el concentrado de más alto grado posible.

Además, la tasa de recuperación es una tercera medida importante que tiene un gran impacto sobre los costos de la infraestructura. Se entiende que la tasa de recuperación dicta los requerimientos de tamaño total de un sistema para lograr una recuperación especificada. Lo anterior es cierto porque el tamaño de un sistema diseñado para una recuperación especificada a un rendimiento especificado, se basará en la tasa de recuperación. Por ejemplo, cuanto más lenta sea la tasa de recuperación, mayor debe ser el sistema para lograr los resultados deseados, mientras que cuanto más rápida sea la tasa de recuperación, menor será el sistema para lograr los resultados deseados. La tasa de recuperación, o el tiempo de residencia, se pueden determinar por la tasa de recuperación de minerales por volumen de unidad y tiempo, lo cual a su vez es depende de varios factores de proceso, por ejemplo, incluyendo los siguientes:

Área de superficie: El área de superficie disponible para la fijación del mineral.

Cuanto más área de superficie por unidad de volumen, mayor es la tasa de recuperación.

Probabilidad de fijación: Cuanto mayor es la probabilidad de fijación de mineral, mayor es la tasa de recuperación. Al controlar las propiedades superficiales específicas del polímero, se pueden lograr altas probabilidades de fijación.

Probabilidad de desprendimiento: Cuanto menor es la probabilidad de desprendimiento de minerales, mayor es la tasa de recuperación. Al controlar las propiedades superficiales específicas del polímero, se pueden alcanzar menos probabilidades de desprendimiento.

Velocidad de presentación de minerales en la banda: Cuanto mayor sea la tasa de presentación de minerales en la banda, más rápidamente se puede recuperar el mineral del proceso.

Velocidad de la banda: Se pueden lograr mayores tasas de recuperación a velocidades de banda más altas, siempre que la recuperación no esté limitada por la presentación del mineral en la banda. Cabe señalar que la velocidad de la banda se puede controlar con un rango más amplio y más preciso que el tiempo de subida de una burbuja.

Tamaño de partícula: Las partículas de mineral más grandes tendrán una mayor relación de masa a área de superficie proyectada. Esto significa para un área de superficie de banda polimérica dada, se logrará una mayor tasa de recuperación con partículas más grandes.

Liberación: Cuanto mayor sea la liberación de mineral, mayor es la probabilidad de fijación.

Con este antecedente, la presente invención descrita en la presente proporciona técnicas nuevas y únicas que pueden implementarse solas o en combinación con aquellas establecidas en la familia de solicitudes mencionadas anteriormente.

Importancia de la reticulación de polímeros para la separación de minerales utilizando polímeros funcionalizados

De acuerdo con algunas realizaciones, la presente invención proporciona un medio para evaluar y controlar la compensación entre la capacidad de recolección de minerales del polímero y la durabilidad del polímero, de acuerdo con lo establecido en este documento. Cuando más reticulado sea el polímero más duradero será el material, pero capturará menos partículas minerales. Del mismo modo, cuanto menos reticulado sea el polímero, más probabilidades habrá de recoger partículas minerales, pero será menos duradero. La capacidad de ajustar las propiedades de rendimiento del polímero por medio de la reticulación, proporciona un medio práctico para evaluar y controlar diversas soluciones de separación de minerales, por ejemplo, consistentes con lo establecido en la figura 1.

En el gráfico antes mencionado, se indica un espacio de solución económicamente viable en el área donde la tasa de recolección de minerales y la durabilidad del polímero son ambas altas, lo cual es un factor importante a considerar durante la fabricación de la superficie de recolección.

Importancia del espesor de la película polimérica de capa única y de capas múltiples para la separación de minerales utilizando polímero funcionalizado

De acuerdo con algunas realizaciones, la presente invención proporciona un medio o técnica para controlar el intercambio entre la capacidad de recolección del mineral del polímero y el tiempo de vida del polímero, de acuerdo con lo descrito en el presente documento. Una formulación de polímero que se ha optimizado para la recolección de minerales tiende a estar menos reticulada y, por lo tanto, es un material menos duradero. Si las partículas recolectadas se eliminan mecánicamente de la superficie, entonces la vida útil del polímero se reducirá cada vez que se elimine el mineral recolectado. Se ha demostrado que un polímero que ha sido optimizado para la recolección de minerales puede alcanzar el tiempo de vida deseado al mejorar su capacidad para liberar el mineral recolectado. Al hacer más fácil de liberar el mineral la fuerza de remoción requerida es menor, con lo cual se prolonga el tiempo de vida útil de los polímeros. Esto ha sido logrado controlando el espesor de la capa del polímero a un recubrimiento "delgado", (aproximadamente ≤ 125 micrones).

Los espesores de película delgada son vulnerables daños en un entorno industrial. Se ha demostrado que múltiples capas de película delgada mantendrán la capacidad deseada de recolección de mineral y al mismo tiempo aumentarán la vida útil total de la superficie del polímero.

Adhesión del Polímero Funcionalizado en Procesos de Separación de Mineral

De acuerdo con algunas realizaciones, la presente invención proporciona un medio o técnica para asegurar que el recubrimiento polímero permanezca bien adherido a la superficie de los componentes de la máquina, de conformidad con lo descrito en la presente. En el caso de que las partículas minerales recolectadas se eliminen mecánicamente de la superficie del polímero, es importante asegurarse de que el polímero sea tolerante tanto a las fallas de cohesión como a las de adhesión. Se ha demostrado que la preparación de la superficie del sustrato polimérico con una imprimación, proporciona una fuerte unión entre el sustrato y el polímero.

Importancia del procesamiento posterior del polímero reticulado para la separación de minerales utilizando polímero funcionalizado

De acuerdo con algunas realizaciones, la presente invención proporciona un medio o técnica de posprocesamiento del polímero reticulado, para eliminar el material no reticulado, de acuerdo con la presente invención. Esto ayuda a aumentar el área superficial expuesta, útil del material. Esto puede lograrse al lavar la superficie del polímero con tetrahidrofurano, aunque el alcance de la invención pretende incluir otros productos químicos.

Ejemplos de realizaciones Particulares

A modo de ejemplo, y de acuerdo con lo mencionado anteriormente, de acuerdo con la presente invención toma la forma de un artículo de fabricación y/o aparato para recuperar una partícula del mineral de interés de una suspensión en un proceso de extracción mineral, por ejemplo, que presenta un núcleo o sustrato; y múltiples capas dispuestas sobre el núcleo o el sustrato, cada una de las múltiples capas configuradas con

una superficie exterior respectiva que tiene una pluralidad de moléculas unidas a las mismas, las moléculas comprenden un grupo funcional seleccionado para atraer y unir una o más partículas minerales de interés para las moléculas.

5 La presente invención puede incluir una o más de las siguientes características:

Cada capa se puede configurar con un espesor menor que o igual a aproximadamente 125 micras.

Cada capa se puede configurar a partir de un polímero.

10 El polímero se puede seleccionar de un grupo que consiste de polidimetilsiloxano o dimetilsiloxano.

Las múltiples capas se pueden configurar para encapsular el núcleo o sustrato para formar una esfera diseñada por ingeniería.

15 Las múltiples capas pueden incluir una cubierta de múltiples capas, teniendo cada capa una superficie exterior elaborada de un material sintético que comprende moléculas.

20 El núcleo o sustrato se puede seleccionar de un grupo que consiste en vidrio, cerámica, metal y un polímero que es diferente del material sintético.

Las múltiples capas se pueden configurar para colocarse sobre la parte superior del núcleo o el sustrato, para formar así como una banda.

25 El material sintético se puede seleccionar de un grupo que consiste en poliamidas (nailon), poliésteres, poliuretanos, fenol-formaldehído, urea-formaldehído, melamina-formaldehído, poliacetal, polietileno, poliisobutileno, poliacrilonitrilo, poli(cloruro de vinilo), poliestireno, poli (metacrilatos de metilo), poli(acetato de vinilo), poli(cloruro de vinilideno), poliisopreno, polibutadieno, poliacrilatos, poli(carbonato), resina fenólica y polidimetilsiloxano.

30 El grupo funcional puede incluir un anión para atraer las partículas minerales de interés hacia la superficie.

El grupo funcional pueden ser un colector que sea iónico o no iónico.

35 El grupo funcional puede ser aniónico o catiónico.

El anión puede incluir un oxihidrido, que incluye carboxílico, sulfatos y sulfonatos, y un enlace sulfhidral.

40 El grupo funcional se puede configurar para provocar que la superficie sea hidrófoba.

La superficie puede estar hecha de un polímero funcionalizado con las moléculas para formar así una superficie polimerizada funcionalizada, por ejemplo, incluso cuando el polímero se selecciona de un grupo que consiste en poliestireno, poli(d,l-láctido), poli(dimetilsiloxano), polipropileno, poliacrílico, polietileno, polisiloxanatos, copolímero alquídico de silicona, y fluoroalquilsilano.

45 Cada capa puede incluir una combinación de un material polimérico reticulado y un material polimérico no reticulado, y cada capa puede responder al lavado con tetrahidrofurano para eliminar el material polimérico no reticulado para ayudar a aumentar el área superficial expuesta útil del material. El material polimérico no reticulado que se elimina puede formar parte de una capa superior para atraer y unir una o más partículas minerales de interés a medida que la esfera o la banda se desgasta, o puede formar al menos parte de una capa inferior por debajo de la capa superior, para atraer y adherir una o más partículas minerales de interés a medida que la esfera o la banda se desgasta.

50 Solo parte de la superficie se puede configurar para tener las moléculas unidas a la misma, en donde las moléculas comprenden colectores.

Otra parte de la superficie se puede configurar para que sea hidrófoba.

Una parte de la superficie se puede configurar para que sea hidrófoba.

60 El aparato puede incluir una capa de imprimación dispuesta entre el núcleo o sustrato y una primera capa de las múltiples capas.

65 Una ventaja de la presente invención es que proporciona una superficie funcionalizada que tiene un área superficial máxima y, aún así sobrevivirá en un entorno industrial. Además, la superficie polimérica funcionalizada está configurada para ser fuerte, resistente al desgaste, y poder pasar una gran cantidad de sólidos rechazados a la vez que captura el material de valor.

Breve Descripción de las Figuras

5

Haciendo referencia ahora a las figuras, que no están dibujadas a escala, las características y otras y ventajas anteriores de la presente invención se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones ilustrativas, tomadas en conjunto con las figuras anexas, en las que los elementos similares se enumeran por igual:

10

La figura 1 es un gráfico que muestra la tasa de recolección de minerales (de menor a mayor) frente a la durabilidad del polímero (de menor a mayor) que tiene una indicación con un espacio para una solución económicamente viable, en donde la tasa o de recolección de minerales es alta y la durabilidad del polímero es alta.

15

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de los ejemplos de las etapas que forman parte de un proceso de extracción de minerales, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

20

La figura 3A muestra una esfera diseñada por ingeniería que tiene múltiples capas, cada capa es menor que, o igual a, aproximadamente 125 micrómetros, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

25

La figura 3B muestra una placa plana o banda que tiene múltiples capas, cada capa es menor que, o igual a, aproximadamente 125 micrómetros, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

30

La figura 4A muestra una esfera diseñada por ingeniería que tiene al menos una capa de imprimación entre un núcleo y una primera capa, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

35

La figura 4B muestra una placa plana o banda que tiene al menos una capa de imprimación entre un núcleo o el sustrato y una primera capa, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

Descripción Detallada de la Invención

40

A modo de ejemplo, la figura 2 muestra al menos parte de un proceso de extracción mineral generalmente indicado como 10 para implementar una o más de las realizaciones de la presente invención.

45

Por ejemplo, el proceso 10 de extracción mineral incluye una etapa 12 para la fabricación de una superficie de recolección, una etapa 14 para el acondicionamiento de la superficie de recolección, una etapa 16 para la recolección de partícula del mineral de interés, y una etapa 18 para separar la partícula del mineral de interés desde la superficie de recolección. Las etapas 14, 16 y 18 se repiten durante todo el proceso de extracción de minerales, por ejemplo, al menos hasta que se logra la recuperación especificada de la partícula del mineral de interés. Cada una se describe brevemente con relación a lo indicado en la Figura 2.

50

Etapas 12: Fabricación de la superficie de recolección

55

A manera de ejemplo, la etapa 12 se puede implementar para la fabricación de las superficies de recolección, para formar así la superficie polimérica funcionalizada, y puede incluir alguna combinación de las siguientes consideraciones:

60

1) Determinar qué material utilizar como núcleo o material de sustrato, por ejemplo dependiendo de si la presente invención toma o no la forma de una esfera diseñada por ingeniería o una placa plana o banda, de conformidad con lo descrito en la familia de solicitudes de patente mencionadas anteriormente.

65

2) Preparar el núcleo de la superficie del sustrato, por ejemplo, considerando el intercambio entre las propiedades de rendimiento del polímero frente a la reticulación. Cada capa puede estar compuesta de una combinación de un material polimérico reticulado y un material polimérico no reticulado, en función del intercambio determinado.

3) Determinar qué material utilizar como material de recolección, por ejemplo, dependiendo de si la presente invención torna la forma de una esfera diseñada mediante ingeniería o una placa plana o una banda, de conformidad con lo descrito en la familia de solicitudes de patente mencionadas anteriormente.

4) Determinar si se necesita imprimación entre el núcleo o el sustrato y la primera capa, o cualquier otra capa. Si es así, entonces determinar cuál imprimación utilizar, por ejemplo, incluyendo el uso de silanos para promover la unión de dos superficies no adherentes. En el caso de que las partículas minerales recolectadas sean eliminadas mecánicamente (véase la etapa 18) de la superficie del polímero funcionalizado, es importante asegurarse de que el polímero sea tolerante a las fallas por cohesión y adhesión. La preparación de la superficie del sustrato polimérico con la imprimación proporciona una unión fuerte entre el sustrato y el polímero. A modo de ejemplo, una imprimación puede consistir de uno o más silanos reactivos, un catalizador de condensación y algún tipo de portador solvente; los silanos reactivos son normalmente conocidos por tener dos grupos reactivos: uno que es compatible con el núcleo o el sustrato, y otro más que es compatible con un adhesivo; y algunos tipos de grupos pueden ser hidrófilos, como un grupo silanol, o hidrófobos como un grupo 1-octenilo.

5) Curar cada capa del material de recolección.

6) Formar una estructura de capas múltiples del material de recolección, por ejemplo, formando un primer recubrimiento o capa fina (< - 125 micras), y formar múltiples recubrimientos o capas de película fina sobre la parte superior del primer recubrimiento o capa fina.

La implementación mencionada anteriormente para la fabricación de la superficie de recolección se proporciona a modo de ejemplo, y el alcance de la invención pretende incluir otros tipos o categorías de implementaciones para la fabricación de la superficie de recolección que ahora ya se conocen o que por ejemplo, se desarrollarán posteriormente en el futuro, de conformidad con el espíritu de la invención subyacente.

Etapas 14: Acondicionamiento y/o re-acondicionamiento de la superficie polimérica funcionalizada.

A modo de ejemplo, la etapa 14 se puede implementar para el acondicionamiento y/o reacondicionamiento de la superficie polimérica funcionalizada, y puede incluir las siguientes consideraciones: determinar una técnica de limpieza que puede tener la forma de limpieza química, por ejemplo, utilizando algún solvente; o limpieza mecánica, por ejemplo, utilizando tamponamiento; etc. La implementación anteriormente mencionada para el acondicionamiento y/o reacondicionamiento de la superficie polimérica funcionalizada, se proporciona a modo de ejemplo, y el alcance de la invención pretende incluir otros tipos o clases de implementaciones para la fabricación de la superficie de recolección, que ya son conocidas o que por ejemplo, se desarrollarán posteriormente en el futuro, de conformidad con el espíritu de la invención subyacente.

Etapas 16: Recolección de partículas minerales de interés

A modo de ejemplo, la etapa 16 se puede implementar para la recolección de la partícula del mineral de interés, y puede incluir alguna combinación de la siguientes consideraciones: determinar el tamaño de partícula de la partícula del mineral de interés que se va a recolectar, la tasa de la banda para recolectar la partícula del mineral de interés, y el agente humectante o floculante (por ejemplo, utilizando xantano) y sus concentraciones. La implementación anteriormente mencionada para la recolección de las partículas minerales de interés se proporciona a modo de ejemplo, y el alcance de la invención pretende incluir otros tipos o clases de implementaciones para la fabricación de la superficie de recolección, que ya sean ahora conocidas o que por ejemplo, se puedan desarrollar posteriormente en el futuro, de conformidad con el espíritu de la invención subyacente.

Etapas 18: Separación de la partícula del mineral de interés a partir de la superficie polimérica funcionalizada.

A modo de ejemplo, la etapa 18 se puede implementar para la separación de la partícula del mineral de interés a partir de la superficie polimérica funcionalizada, y puede incluir alguna combinación de las siguientes consideraciones: determinar una técnica de separación, incluyendo el uso de la separación mecánica (por ejemplo, vibración o lavado de la superficie polimérica (con tetrahidrofurano)), o utilizando la

separación química (por ejemplo, cambiando el pH), o usando una condición de separación física (por ejemplo, cambiando la temperatura). En efecto, durante este posprocesamiento, la superficie polimérica funcionalizada se puede lavar con tetrahidrofurano con el fin de remover el material polimérico no reticulado, para ayudar a incrementar el área superficial expuesta, útil, del material, por ejemplo, exponiendo otro material polimérico reticulado en la capa actual a medida que se desgasta la esfera o la banda durante el proceso de extracción mineral, o al exponer otro material polimérico reticulado en la capa por debajo de la capa actual, después de que al menos alguna parte de la presente capa se haya utilizado completamente a medida que se desgasta la esfera o la banda durante el proceso de extracción mineral.

Figura 3: Espesor de película polimérica de una sola capa y de múltiples capas para la separación de mineral utilizando polímero funcionalizado.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, la etapa 12 de fabricación de la superficie de recolección, se puede implementar, incluir o tomar la forma de, el uso de una superficie polimérica funcionalizada que tiene un espesor de capa polimérica que es efectivamente un recubrimiento o capa "fina", por ejemplo, aproximadamente menor que o igual a aproximadamente a 125 μm . Además, según algunas realizaciones de la presente invención, se disponen múltiples capas sobre el núcleo o el sustrato, cada capa de las múltiples capas está configurada con una superficie exterior respectiva que tiene una pluralidad de moléculas unidas a ellas, las moléculas comprenden un grupo funcional seleccionado para atraer y unir una o más partículas minerales de interés a las moléculas. Las múltiples capas de película fina se pueden configurar para mantener así la capacidad de recolección mineral, deseada, y al mismo tiempo para aumentar el tiempo de vida útil de la superficie polimérica.

En particular, y a modo de ejemplo, la figura 3A muestra una esfera 30 diseñada por ingeniería que tiene un sustrato de núcleo o de base 30a, una primera capa 30b, y una o más capas adicionales 30c, 30d, 30e, para formar así una denominada estructura de capas múltiples. El núcleo o el sustrato 30a pueden configurarse o seleccionarse a partir de un grupo que consiste en vidrio, cerámica, metal y un polímero que es diferente de las moléculas o el material sintético que se utiliza para las capas 30b, 30c, 30d, 30e. Cada capa 30b, 30c, 30d, 30e se puede configurar con una superficie exterior respectiva, por ejemplo, como el elemento 30e', que tiene la pluralidad de moléculas adheridas a la misma. Las moléculas incluyen el grupo funcional seleccionado para atraer y unir una o más partículas del mineral de interés a las moléculas. Además, el alcance de la invención pretende incluir cada capa en su totalidad que las moléculas con el grupo funcional, así como cada capa en parte, por ejemplo, la superficie exterior como el elemento 30e' que tiene las moléculas con el grupo funcional. La implementación mencionada anteriormente, mostrada en la figura 3A se proporciona a modo de ejemplo, y el alcance de la invención pretende incluir otros tipos o clases de implementaciones, por ejemplo, incluir estructuras de capas múltiples que tienen dos capas, tres capas, etc.

A modo de ejemplo adicional, la figura 3B muestra parte de una placa plana o banda 40 que tiene un sustrato de núcleo o de base 40a, una primera capa 40b, y una o más capas adicionales 40c, 40d, 40e, para formar así una denominada estructura de capas múltiples que tiene "n" capas (donde "n" es mayor que 1). El núcleo o sustrato 40a puede configurarse o seleccionarse de un grupo que consiste en un material de banda duradero como el caucho, un material compuesto sintético o un polímero, por ejemplo, que es diferente de las moléculas o el material sintético que se utiliza para las capas 40b, 40c, 40d, 40e. Se entenderá que el material de banda duradero es capaz de resistir, por ejemplo, las fuerzas asociadas con el accionamiento a través de un sistema de poleas, etc., consistente con lo establecido en una o más de las solicitudes de la familia de patentes anteriormente mencionada. Cada capa 40b, 40c, 40d, 40e se puede configurar con una superficie exterior respectiva como el elemento 40e' que tiene la pluralidad de moléculas unidas a ella. Las moléculas incluyen el grupo funcional seleccionado para atraer y unir una o más partículas del mineral de interés a las moléculas. Además, el alcance de la invención pretende incluir cada capa en su totalidad que tiene las moléculas con el grupo funcional, así como cada capa en parte, por ejemplo, la superficie exterior como el elemento 40e', que tiene las moléculas con el grupo funcional. La implementación mencionada anteriormente y mostrada en la figura 3B se proporciona a modo de ejemplo, y el alcance de la invención pretende incluir otros tipos o clases de implementaciones, por ejemplo, incluyendo estructuras de capas múltiples que tienen tres capas, etc.

A modo de otro ejemplo adicional, la figura 4A muestra una esfera 50 diseñada por ingeniería, que tiene un sustrato de núcleo o de base 50a, una capa de imprimación 50b, una primera capa 50c, y una o más de otras capas 50d, 50e, para formar así una denominada estructura de capas múltiples.

La capa de imprimación 50b puede incluir, o tomar la forma de silanos para promover la adhesión entre dos superficies no adherentes, por ejemplo, como el núcleo 50a y la primera capa 50c. La capa de imprimación 50a, proporciona una fuerte unión entre el sustrato de núcleo o base 50a y la primera capa polimérica funcionalizada 50c.

Consistente con lo expuesto en la figura 3A, cada capa 50c, 50d, 50e puede configurarse con una superficie exterior respectiva como el elemento 50e' que tiene la pluralidad de moléculas acopladas al mismo. Las moléculas incluyen el grupo funcional seleccionado para atraer y unir una o más partículas minerales de interés a las moléculas. Además, el alcance de la invención pretende incluir cada capa en su totalidad

5

10

A modo de otro ejemplo adicional, la figura 4B muestra parte de una placa plana o banda 60 que tiene un sustrato de núcleo o de base 60a, una capa de imprimación 60b, una primera capa 60c, y una o más capas adicionales 60d, 60e, para formar así una denominada estructura de capas múltiples que tiene "n" capas (donde "n" es mayor que 1).

15

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, la capa de imprimación 60b puede incluir, o tomar la forma de silanos para promover la unión entre dos superficies no adherentes, por ejemplo, como el núcleo 60a y la primera capa 60c. La capa de imprimación 60a proporciona una fuerte unión entre el sustrato de núcleo o base 60a y la primera capa polimérica funcionalizada 60c.

20

El alcance de la invención no pretende limitarse a ningún tipo o clase particular de imprimación o material de imprimación, y se prevén realizaciones, y el alcance de la invención pretende incluir, la utilización de otros tipos o clases de imprimaciones o materiales de imprimación, que ahora se conocen o que se desarrollarán posteriormente en el futuro.

25

Además, y a modo de ejemplo, las técnicas para aplicar una capa de imprimación como el elemento 50b o 60b a otro material como el elemento 50a o 60a, son conocidas en la técnica, y el alcance de la invención no pretende limitarse a ningún tipo o clase particular de técnica para su aplicación.

30

Ejemplos de Procesos de Extracción de Mineral

35

Tal y como se describe en el presente documento, la presente invención se puede implementar en relación a un proceso de extracción de minerales, por ejemplo, como la extracción de minerales que está habitualmente asociada con el cobre o el níquel. Sin embargo, otros tipos o clases de materiales o minerales de valor y de interés, incluyen el oro, molibdeno, etc.

40

Gel de Silicona

45

A modo de ejemplo, una o más de las capas mencionadas anteriormente 30b, 30c, 30d, 30e; 40b, 40c, 40d, 40e; 50d, 50e; y 60c, 60d, 60e se pueden configurar total o parcialmente utilizando un gel de silicona, por ejemplo, para recolectar el valioso material de interés de una amplia gama de tamaños, incluidas partículas tan grandes como o mayores que aproximadamente 500 micras. El gel de silicona puede incluir, o tornar la forma de, moléculas que tienen el grupo funcional siloxano, por ejemplo, incluyendo un siloxano que es, o puede tornar la forma de un grupo funcional en la química del organosilicio con el enlace Si-O-Si. A modo de ejemplo, los siloxanos originales pueden incluir, o tomar la forma de, hidruros oligoméricos y poliméricos con las fórmulas $H(OSiH_2)_nOH$ y $(OSiH_2)_n$.

50

El alcance de la invención también pretende incluir otros tipos o clases de siloxanos, ya sean ahora conocidos, o que se desarrollen posteriormente en el futuro, por ejemplo, incluyendo compuestos ramificados, donde la característica definitoria incluye cada par de centros de silicio separados por un átomo de oxígeno.

55

En una realización de la presente invención, y expuesta a modo de ejemplo, el gel de silicona puede tomar la forma de un producto de Dow-Corning® Corporation, Midland, MI 48686-0994, EE.UU., por ejemplo, etiquetado como producto N°. 2986922-1104 (lote: 0007137499), que se vende en una combinación que incluye el 3-4222 Dielectric Firm Gel Part A y 3-4222 Dielectric Firm Gel Part B. El Gel viene con dos partes: la Parte A incluye dimetilsiloxano, terminado en dimetilvinilo 68083-19-2; polidimetilsiloxano (PDMS)-63148-62-9; la reacción de etilenglicol y sílice - 170424-20 65-4; destilado de petróleo nafténico ligero hidrotratado 64742-53-6. La Parte B incluye dimetilsiloxano, terminado en dimetilvinilo 68083-19-2; polidimetilsiloxano-63148-62-9; dimetilsiloxano, terminado en hidrógeno-ninguno; sílice trimetilado 68909-20-6; 25 dimetilo, dimetil-hidrógeno-siloxano-68937-59-2.

60

65

REIVINDICACIONES

1. Aparato para recuperar una partícula de mineral de interés de una suspensión en un proceso de extracción de minerales, que comprende:
 - un núcleo o sustrato; y
 - múltiples capas dispuestas en el núcleo o el sustrato, una encima de la otra, cada capa de las múltiples capas está configurada con una superficie exterior respectiva que tiene una pluralidad de moléculas unidas a ellas, las moléculas comprenden un grupo funcional seleccionado para atraer y unir una o más partículas de minerales de interés a las moléculas.
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que cada una de las capas está configurada con un espesor menor o igual a aproximadamente 125 micras.
3. Aparato según la reivindicación 1, en el que cada una de las capas está configurada a partir de un polímero, y además en el que, opcionalmente, el polímero se selecciona de un grupo que consiste en polidimetilsiloxano o dimetilsiloxano.
4. Aparato según la reivindicación 1, en el que las múltiples capas están configuradas para encapsular el núcleo o el sustrato para formar así una esfera diseñada por ingeniería, o en el que las múltiples capas están configuradas para colocarse sobre la parte superior del núcleo o sustrato para formar una banda.
5. Aparato según la reivindicación 4, en el que las múltiples capas están configuradas para encapsular el núcleo o sustrato para formar un cordón diseñado, y comprenden una cubierta de múltiples capas, cada capa tiene una superficie exterior hecha de un material sintético que comprende las moléculas, y además en el que, opcionalmente, el material sintético se selecciona de un grupo que consiste en poliamidas (nailon), poliésteres, poliuretanos, fenol-formaldehído, urea-formaldehído, melamina-formaldehído, poliacetal, polietileno, poliisobutileno, poliacrilonitrilo, poli(cloruro de vinilo), poliestireno, poli(metacrilatos de metilo), poli(acetato de vinilo), poli(cloruro de vinilideno), poliisopreno, polibutadieno, poliacrilatos, poli(carbonato), resina fenólica y polidimetilsiloxano.
6. Aparato según la reivindicación 5, en el que el núcleo o el sustrato se selecciona de un grupo que consiste en vidrio, cerámica, metal y un polímero que es diferente del material sintético.
7. Aparato según la reivindicación 4, en el que las múltiples capas están configuradas para colocarse en la parte superior del núcleo o sustrato para formar una correa y comprender una correa de múltiples capas, cada capa tiene una superficie exterior hecha de un material sintético que comprende las moléculas, y además en el que, opcionalmente, el material sintético se selecciona de un grupo que consiste en poliamidas (nailon), poliésteres, poliuretanos, fenol-formaldehído, ureaformaldehído, melamina-formaldehído, poliacetal, polietileno, poliisobutileno, poliacrilonitrilo, poli(cloruro de vinilo), poliestireno, poli(metacrilatos de metilo), poli(acetato de vinilo), poli(cloruro de vinilideno), poliisopreno, polibutadieno, poliacrilatos, poli(carbonato), resina fenólica y polidimetilsiloxano.
8. Aparato según la reivindicación 1, en el que el grupo funcional tiene un anión para atraer las partículas del mineral de interés hacia la superficie.
9. Aparato según la reivindicación 1, en el que el grupo funcional es un colector que es ya sea iónico o no iónico.
10. Aparato según la reivindicación 9, en el que el grupo funcional es aniónico o catiónico, y además en el que opcionalmente, el anión comprende un comprende un oxihidrido, que incluye carboxílico, sulfatos y sulfonatos, y un enlace sulfhidral.
11. Aparato según la reivindicación 1, en el que el grupo funcional está configurado para causar que la superficie sea hidrófoba, y además en el que, opcionalmente, la superficie está hecha de un polímero funcionalizado con las moléculas para formar una superficie polimérica funcionalizada en, en el que el polímero se selecciona de un grupo que consiste de poliestireno, poli(d,l-láctido), poli(dimetilsiloxano), polipropileno, poliacrílico, polietileno, polisiloxanatos, copolímero alquídico de siliconal y fluoroalquilsilano.
12. Aparato según la reivindicación 1, [en el que] solo al menos la parte de la superficie está configurada para tener las moléculas unidas a sí misma, en donde las moléculas comprenden colectores y además en el que, opcionalmente otra parte de la superficie está configurada para que sea hidrófoba.
13. Aparato según la reivindicación 1, en el que una parte de la superficie está configurada para que sea hidrófoba.

14. Aparato según la reivindicación 1, en el que el aparato comprende una capa de imprimación dispuesta entre el núcleo o sustrato y una primera capa de las múltiples capas.

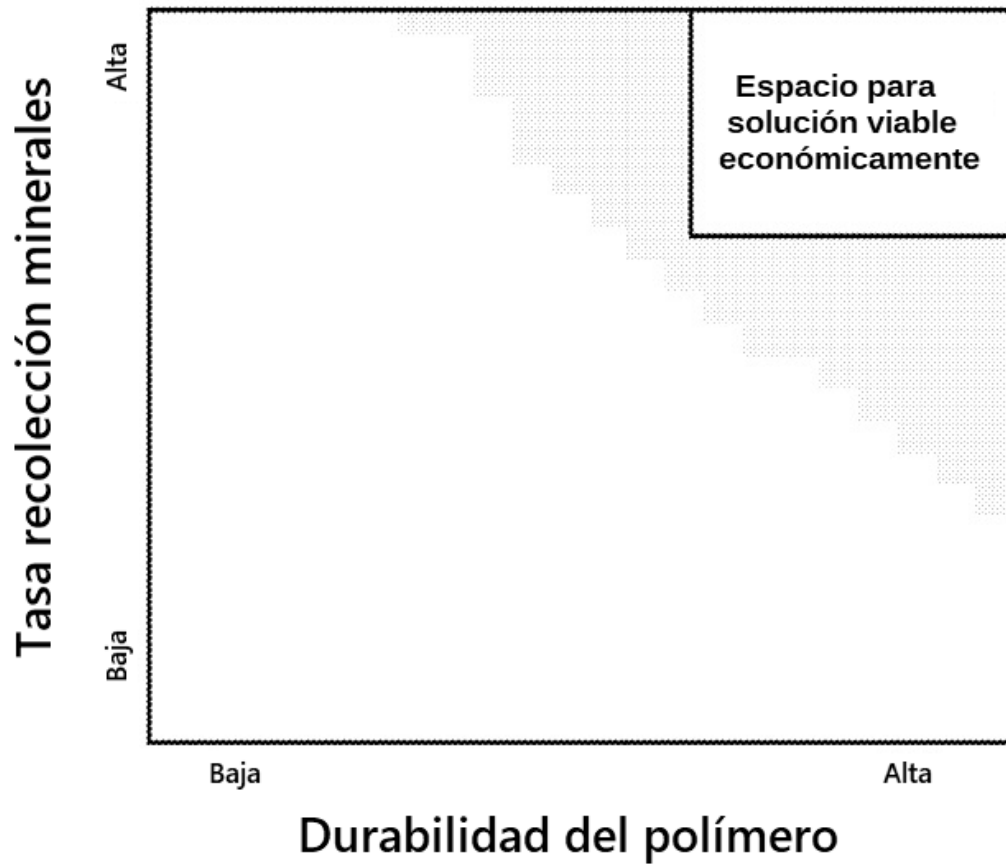


Figura 1: Gráfico de tasa de recolección de minerales (de menor a mayor) frente a durabilidad del polímero (de menor a mayor)

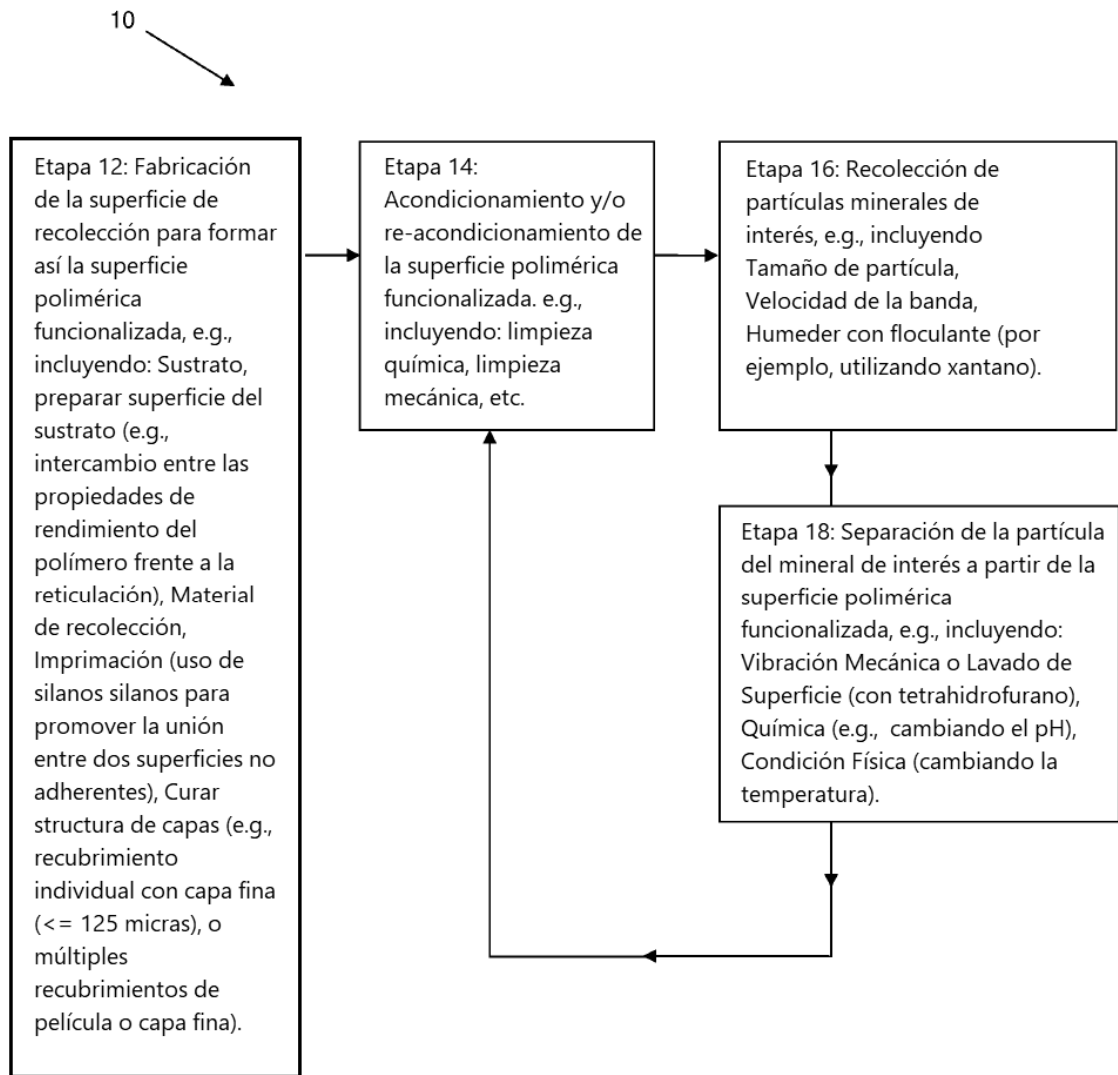


Figura 2: Ejemplo de las etapas en el proceso de extracción mineral

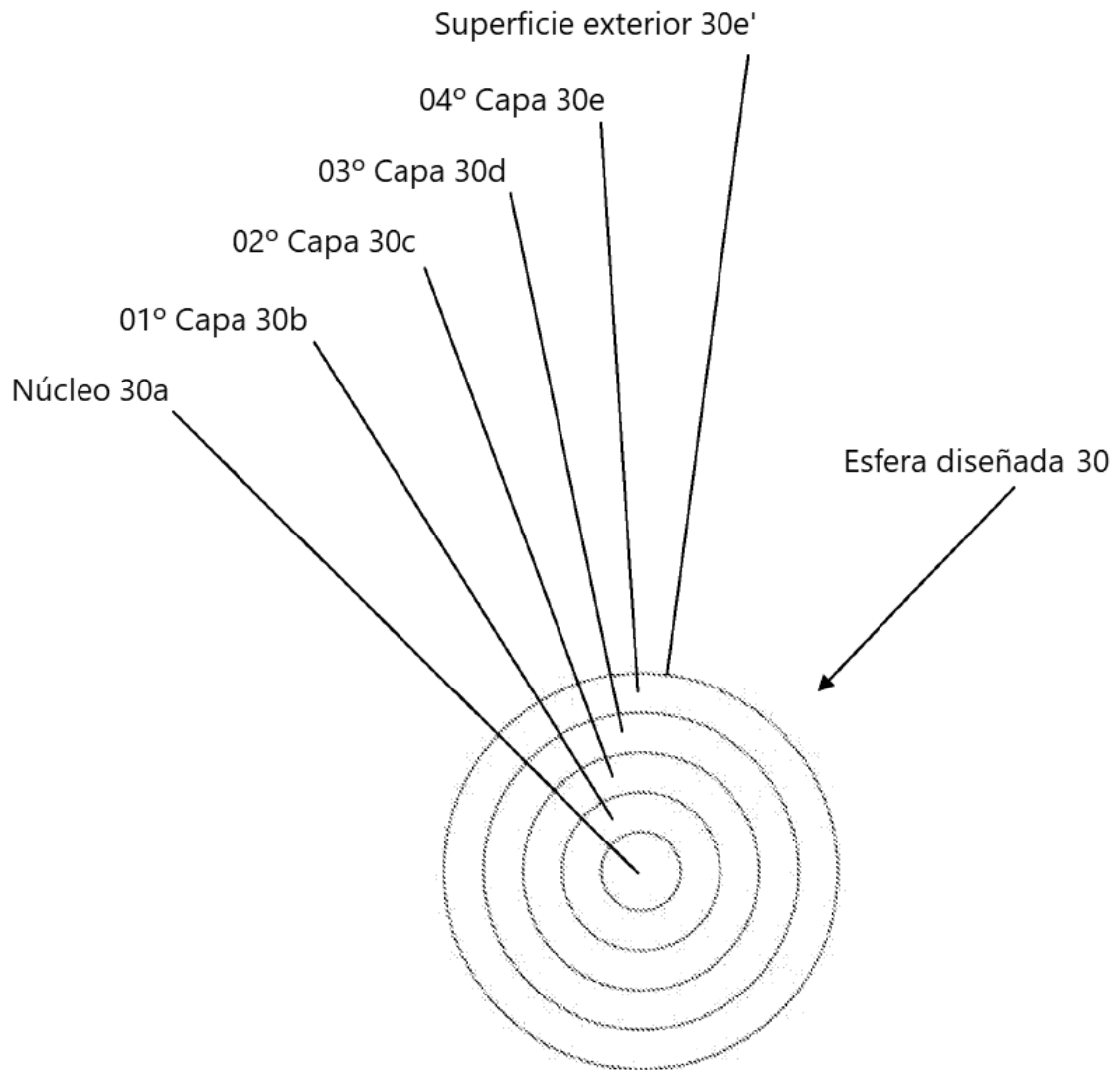


Figura 3A: Esfera diseñada por ingeniería con capas de menos que o iguales a aproximadamente 125 micras

Placa plana o banda 40



Núcleo o sustrato 40a
01° Capa 40b
02° Capa 40c

...

n-1° Capa 40d
n Capa 40e

Superficie exterior 40e'

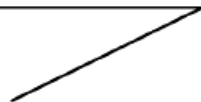


Figura 3B: Placa plana o banda con capas de menos de,
o igual a, 125 micras

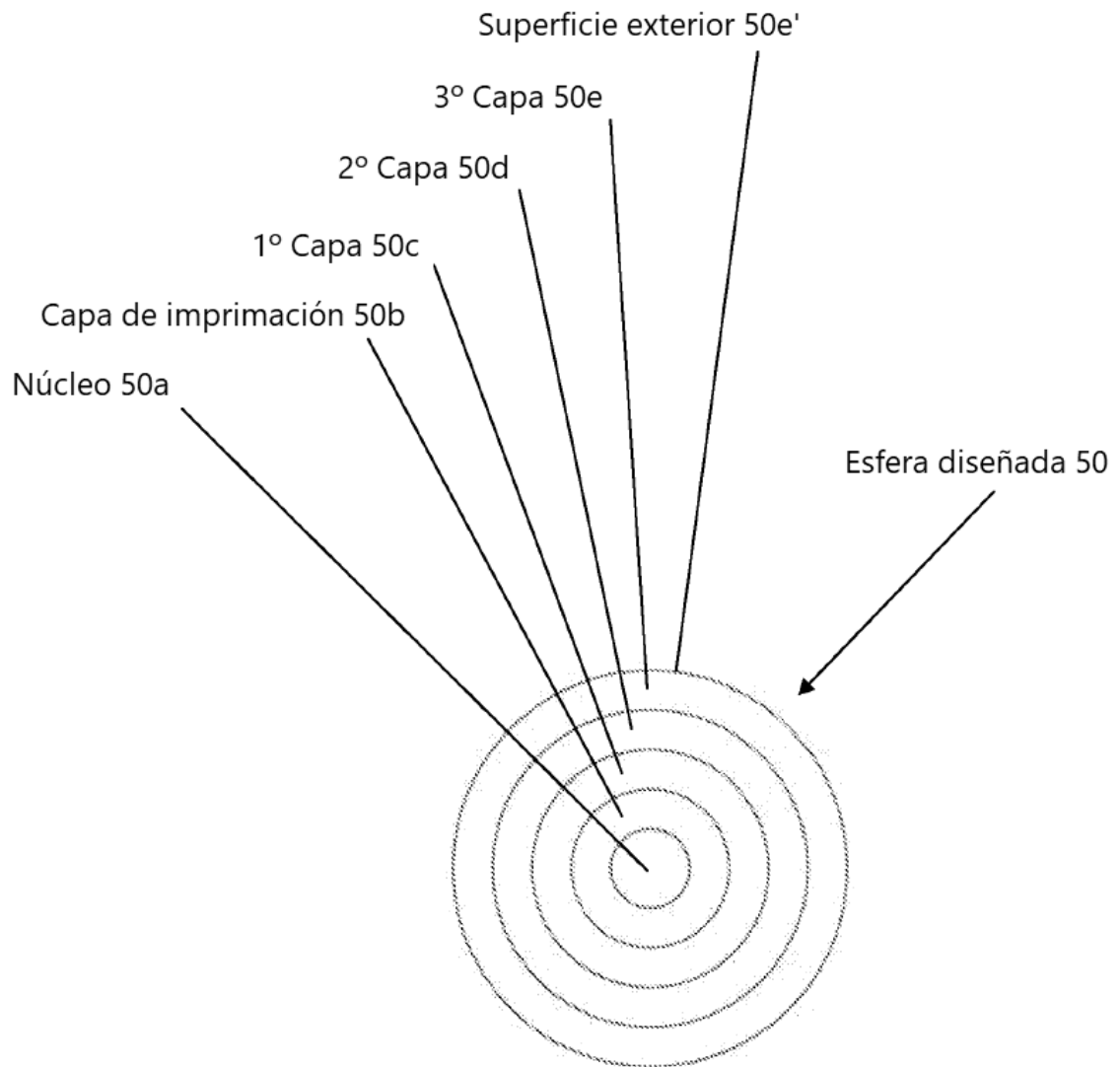
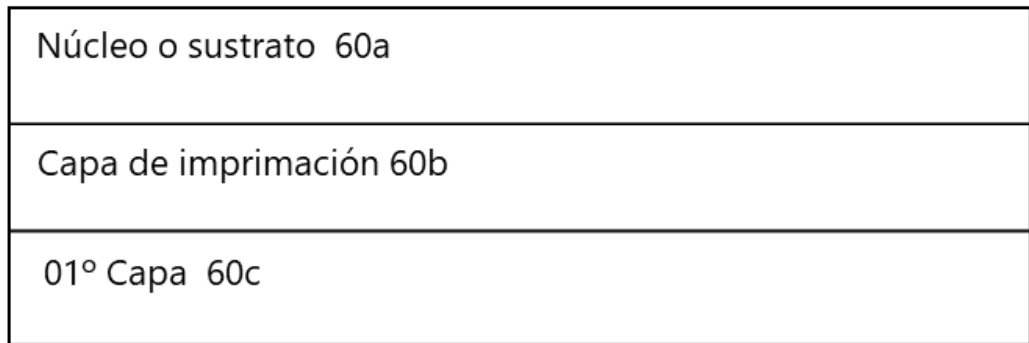
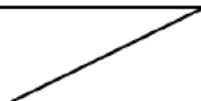
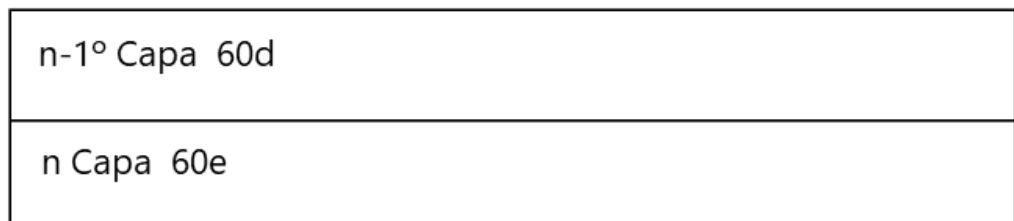


Figura 4A: Esfera diseñada por ingeniería que tiene al menos una capa de imprimación 50b entre un núcleo 50a y una primera capa 50c

Placa plana o banda 60



...



Superficie exterior 60e'

Figura 4B: Placa plana o banda 60 que tiene una capa de imprimación 60b entre un núcleo o sustrato 60a y una primera capa 60c