

REIVINDICACIONES:

1. Un proceso de lixiviación para recuperar níquel y/o cobalto de un mineral de óxido, comprendiendo el proceso:

5 (a) combinar (i) uno o más microorganismos, (ii) una mezcla de sustrato, (iii) el mineral de óxido, (iv) un ligando opcional, (v) una lanzadera de electrones opcional, y (vi) una fase acuosa para formar una mezcla;

 (b) mantener la mezcla del paso a) durante un período de tiempo predeterminado en condiciones suficientes para reducir al menos parcialmente una cantidad de hierro
10 férico en el mineral a hierro ferroso, en donde el hierro ferroso y el níquel se solubilizan en la fase acuosa; y

 (c) aislar la fase acuosa como una solución de lixiviación que comprende el hierro ferroso y una cantidad de níquel disuelto, de la mezcla.

15 2. El proceso de la reivindicación 1, en donde los uno o más microorganismos del paso (a) se agregan a una suspensión que comprende la mezcla de sustrato, el mineral, el ligando opcional y la fase acuosa.

3. El proceso de la reivindicación 1 o 2, en donde el uno o más microorganismos del paso
20 (a) se derivan del mineral.

4. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el uno o más microorganismos producen una enzima o sistema enzimático seleccionado del grupo que consiste en CymA, DFE, DmkA/DmkB, EetA/EetB, FmnA/FmnB, GACE, MtrA/MtrA/MtrC,
25 Ndh2, OmcF/OmcS/OmcZ, PplA y T4ap, o combinaciones de los mismos.

5. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde el uno o más microorganismos se seleccionan del grupo que consiste en *Thermincola potens* JR (NC_014152.1), *Listeria monocytogenes* (NC_003210.1), *Clostridium celerecrescens*
30 (NZ_PGET01000001.1), *Bacillus infernus*, *Bacillus subterraneus*, *Bacillus pseudormus* MC02, *Bacillus subterraneus*, *Thermoanaerobacter siderophilus* (NZ_CM001486.1), *Carboxydotherrmus ferrireducens* (NZ_ATYG01000001.1), *Carboxydotherrmus siderophilus*, *Carboxydotherrmus pertinax* (NZ_BDJK01000055.1), *Carboxydocella thermautotrophica* (NZ_CP028491.1), *Moorella humiferrea* (NZ_PVXM01000006.1),
35 *Geosporobacter ferrireducens* IRF9, *Thermotalea metallivorans* B2-1(T), *Pelosinus fermentans*, *Thermotoga maritima* (NC_023151.1), *Sinirhodobacter ferrireducens* (NZ_SAVB01000001.1), *Acidiphilium* SJH, *Acidiphilium* PK40, *Acidiphilium* PK46, *Acidiphilium* KPWI4, *Acidiphilium cryptum* JF-5, *Acidocella facilis*, *Acidocella* M21, *Acidocella* PFBC, *Acidocella* PWB4, *Shewanella putrefaciens* (NZ_CP066370.1),
40 *Shewanella oneidensis* MR-1 (NC_004347.2), cepa de alga *Shewanella* BrY

(NZ_CP046378.1), *Shewanella amazonensis* sp. nov., *Shewanella putrefaciens* IR-1, *Shewanella* sp. HN-41, *Shewanella putrefaciens* CN-32, *Shewanella putrefaciens* 200R, *Shewanella oneidensis* MR-1, *Shewanella baltica* W3-6-1, *Shewanella* sp. PV-4, *Shewanella peizotolerans* WP3, *Shewanella decolorationis*, *Shewanella frigidimarina*,
5 *Shewanella gelidimarina*, *Shewanella loihica*, *Shewanella pealeana*, *Serratia plymuthica* (NC_015567.1), *Serratia fonticola* (NZ_CP011254.1), *Aeromonas hydrophila* (NZ_CP050851.1), *Klebsiella oxytoca* (NZ_CP033844.1), *Ferrimonas balearica* (NC_014541.1), aislado similar a *Frateruia* WJ2, *Desulfovibrio ferrofilo* (NZ_AP017378.1), *Desulfuromusa ferrireducens*, *Desulfuromonas svalbardensis*, *Desulfuromonas*
10 *acetoxidans* (JABWTG01), *Geobacter sulfurreducens* (NC_002939.5), *Geobacter bemidjensis* (NC_011146.1), *Geobacter metallireducens* (NC_007517.1), cepa *Geobacter pelophilus* Dfr2 (NZ_JAHCVJ010000001.1), *Geobacter daltonii* (NC_011979.1), *Geobacter capillalei* (NZ_JAHDYS010000001.1), *Geobacter psychrophilus* sp. nov., *Geobacter bremensis* sp. nov., *Geobacter lovleyi* sp. nov. Cepa
15 SZ, *Geobacter luticola*, *Geobacter pickeringii*, *Geobacter argillaceus*, *Geobacter uraniireducens*, *Desulfosediminicola ganghwensis* (NZ_CP050699.1), *Desulfosediminicola flagellatus* (NZ_CP050698.1), *Anaeromyxobacter dehalogenans* (NC_011891.1), Cepa de *Anaeromyxobacter* FAC12, *Geoalkalibacter subterraneus* (NZ_CP010311.1), *Geoalkalibacter ferrihydriticus* (NZ_FNGU01000001.1), *Rhodoferrax*
20 *ferrireducens* (NC_007908.1), *Ferribacterium limneticum* (NZ_CP075189.1), *Geothrix fermentans* (NZ_KE386810.1), *Geovibrio ferrireducens*, *Deferribacter thermophilus*, *Pyrobaculum islandicum* (NC_008701.1), *Pyrodictium abyssi*, *Methanopyrus kandleri* (NC_003551.1), *Archaeoglobus fulgidus* (NZ_CP006577.1), *Pyrococcus furiosus* (NZ_CP023154.1), *Methanococcus thermolithotrophicus* (NZ_AQXV01000055.1),
25 *Ferroglobus placidus* (NC_013849.1), *Geoglobus acetivorans* sp. nov., *Acidobacterium capsulatum*, *Acidobacterium* PK35, *Acidobacterium* RIT23, *Acidobacterium* WJ7, *Telmatospirillum* (género alfa proteobacteriano) (PRJNA561022), *Sideroxydans lithotrophicus* ES-1, *Magnetospirillum magnético* AMB-1, *Candidatus Tectomicrobia*, *Candidatus Zixibacteria*, *Candidatus Tectomicrobia*, *Candidatus Dadabacteria*,
30 *Candidatus Handelsmanbacteria*, *Carboxydotherrmus hidrogenoformans*, *Carboxydotherrmus islandicus*, *Telmatospirillum siberiense*, *Nitrosococcus halophilus*, *Skermanella stibiirensistens*, *Insolitospirillum peregrinum*, *Magnetospirillum magneticum*, y mezclas y/o mutantes genéticos de los mismos.

35 6. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el paso a) comprende combinar (i) uno o más microorganismos, (ii) una mezcla de sustrato, (iii) el mineral de óxido, (iv) un ligando opcional, (v) una lanzadera de electrones y (vi) una fase acuosa para formar una mezcla, y la lanzadera de electrones comprende una o más flavinas, quinonas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, biocarbón o una combinación de los mismos.

7. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el uno o más microorganismos son *Shewanella putrefaciens* IR-1, *Shewanella putrefaciens* CN-32 o *Shewanella putrefaciens* 200R.
- 5 8. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde el uno o más microorganismos son *Shewanella putrefaciens* 200R.
9. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde el uno o más microorganismos son *Shewanella putrefaciens* IR-1.
- 10 10. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el uno o más microorganismos son *Shewanella putrefaciens* CN-32.
11. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde el microorganismo
15 posee una o más mutaciones.
12. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en donde el microorganismo se muta para mejorar su capacidad para reducir el hierro.
- 20 13. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en donde la mezcla de sustrato comprende un agente reductor.
14. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-13, en donde la mezcla de sustrato comprende productos de desecho carbonoso, azufre elemental, sustancias que
25 contienen formas de azufre parcialmente reducidas o mezclas de los mismos.
15. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-13, en donde la mezcla de sustrato comprende melaza, azúcar, azúcar de remolacha, azúcar de caña, dextrosa hidrolizada de maíz, dextrosa hidrolizada de almidón de maíz, materiales que contienen sacarosa,
30 productos de fermentación de los mismos o mezclas de los mismos.
16. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en donde el sustrato es un acetato, lactato o glucosa derivado de aceite de palma, melaza, azúcar, azúcar de remolacha, azúcar de caña, dextrosa hidrolizada de maíz, dextrosa hidrolizada de
35 almidón de maíz o materiales que contienen sacarosa.
17. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-16, en donde el mineral de óxido es un mineral de laterita.
- 40 18. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-17, en donde se muele el mineral

de óxido.

19. El proceso de la reivindicación 18, en donde el mineral de óxido molido comprende partículas de menos de aproximadamente 1 mm de diámetro.

5

20. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-17, en donde se muele el mineral de óxido.

21. El proceso de la reivindicación 20, en donde el mineral de óxido molido comprende partículas de menos de aproximadamente 6 mm de diámetro.

10

22. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-21, en donde el mineral de óxido comprende de aproximadamente 1 % a aproximadamente 25 % en peso de uno o más minerales de hierro férrico.

15

23. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-22, en donde el mineral de óxido comprende de aproximadamente 5 % a aproximadamente 15 % en peso de hierro.

24. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-23, en donde el mineral de óxido comprende de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 15 % en peso de níquel.

20

25. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-24, en donde el mineral de óxido comprende de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 5 % en peso de níquel.

26. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-25, en donde el mineral de óxido comprende de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 2,5 % en peso de níquel.

25

27. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-26, en donde el níquel en el mineral de óxido está asociado con uno o más minerales de hierro férrico, cuarzo y silicatos de magnesio.

30

28. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-27, en donde la mayoría del níquel en el mineral de óxido está asociado con uno o más minerales de hierro férrico.

29. El proceso de la reivindicación 27 o 28, en donde el uno o más minerales de hierro férrico son (oxi)hidróxidos de hierro férrico o $\alpha\text{-FeO}\cdot\text{OH}$ (goethita).

35

30. El proceso de la reivindicación 29, en donde entre aproximadamente 40 % a aproximadamente 70 % del níquel en el mineral de óxido está asociado con la goethita.

40

31. El proceso de la reivindicación 29 o 30, en donde aproximadamente 50 % a aproximadamente 60 % del níquel en el mineral de óxido está asociado con la goethita.
- 5 32. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-33, en donde el mineral de óxido comprende además cobalto.
33. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-32, en donde el mineral de óxido comprende aproximadamente 0,01 % a aproximadamente 2,0 % en peso de cobalto.
- 10 34. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-33, en donde el mineral de óxido comprende de aproximadamente 0,1 % a aproximadamente 0,5 % en peso de cobalto.
35. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-34, en donde el cobalto se solubiliza en la fase acuosa del paso (b).
- 15 36. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-35, en donde la mezcla del paso (a) comprende (i) uno o más microorganismos, (ii) la mezcla de sustrato, (iii) el mineral, (iv) un ligando, y (v) la fase acuosa.
- 20 37. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-36, en donde el ligando es un ácido orgánico.
38. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-37, en donde el ligando es una combinación de ácidos orgánicos.
- 25 39. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-37, en donde el ligando es un ácido orgánico seleccionado del grupo que consiste en ácido málico, ácido láctico, ácido glucónico, ácido pirúvico, ácido succínico, ácido cetoglutárico, ácido oxálico, ácido fumárico, ácido cítrico, ácido acético, ácido malónico, ácido salicílico, ácido acetohidroxámico, ácido mugineico, ácido benzoico, ácido hidroxámico y una combinación de los mismos.
- 30 40. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-39, en donde la fase acuosa del paso (a) comprende un tampón.
- 35 41. El proceso de la reivindicación 40, en donde el tampón mantiene un pH de aproximadamente 5 a 9.
42. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-41, en donde el período de tiempo predeterminado del paso (b) es de aproximadamente 1 hora a aproximadamente 30 días
- 40

43. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-42, en donde el período de tiempo predeterminado del paso (b) es de aproximadamente 1 hora a aproximadamente 24 horas.
- 5 44. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-43, en donde las condiciones del paso (b) comprenden mantener la mezcla a una temperatura de aproximadamente 5 °C a aproximadamente 75 °C.
- 10 45. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-44, en donde las condiciones del paso (b) comprenden mantener la mezcla a una temperatura de aproximadamente 10 °C a aproximadamente 50 °C.
- 15 46. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-45, en donde las condiciones del paso (b) comprenden mantener la mezcla a una presión absoluta de aproximadamente una atmósfera.
47. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-46, en donde las condiciones del paso (b) comprenden mantener la fase acuosa a un pH de aproximadamente 5 a 9.
- 20 48. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-47, en donde las condiciones del paso (b) comprenden agitar la mezcla.
49. El proceso de la reivindicación 48, en donde la mezcla se agita mediante agitación.
- 25 50. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-49, en donde el uno o más microorganismos utilizados en la reducción del paso (b) se cultivan en condiciones anaeróbicas o sustancialmente anaeróbicas.
- 30 51. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-50, en donde la reducción de hierro férrico a hierro ferroso se lleva a cabo en condiciones anóxicas o sustancialmente anóxicas.
52. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-51, en donde sustancialmente todo el hierro férrico en el mineral se reduce a hierro ferroso durante el paso b).
- 35 53. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-52, en donde al menos 30 %, al menos 40 %, al menos 50 %, al menos 60 %, más de 70 %, al menos 80 % o al menos 90 %, en peso, del hierro férrico en el mineral se reduce a hierro ferroso durante el paso b).
- 40 54. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-53, en donde más de 70 %, más

de 80 % o más de 90 %, en peso, del hierro férrico en el mineral se reduce a hierro ferroso durante el paso b).

5 55. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-54, en donde el proceso se lleva a cabo como un proceso de flujo continuo o de flujo semicontinuo.

56. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-55, en donde el proceso se lleva a cabo como una lixiviación en pilas, lixiviación en columna, lixiviación en tanque agitado o un proceso *in situ*.

10

57. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-56, en donde aproximadamente 5 % a aproximadamente 90 % en peso del níquel en el mineral se solubiliza en la fase acuosa después del paso (b).

15

58. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-57, en donde aproximadamente 50 % a aproximadamente 80 % en peso del níquel en el mineral se solubiliza en la fase acuosa después del paso (b).

20

59. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-58, en donde aproximadamente 1 % a aproximadamente 10 % en peso del níquel se solubiliza por día a partir del mineral.

60. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-59, en donde aproximadamente 3 % a aproximadamente 6 % en peso del níquel se solubiliza por día a partir del mineral.

25

61. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 32-60, en donde aproximadamente 5 % a aproximadamente 90 % en peso del cobalto en el mineral se solubiliza en la fase acuosa después del paso (b).

30

62. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 32-61, en donde al menos aproximadamente 30 % en peso del cobalto se solubiliza en la fase acuosa después del paso (b).

35

63. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 32-62, en donde aproximadamente 30 % a aproximadamente 70 % en peso del cobalto en el mineral se solubiliza en la fase acuosa después del paso (b).

64. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 32-63, en donde aproximadamente 1 % a aproximadamente 10 % en peso del cobalto se solubiliza por día a partir del mineral.

40

65. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 32-64, en donde aproximadamente

2 % a aproximadamente 5 % en peso del cobalto se solubiliza por día a partir del mineral.

66. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 32-65, en donde la solución de lixiviación del paso (c) comprende además una cantidad de cobalto disuelto.

5

67. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-66, en donde la fase acuosa del paso (c) se aísla de la mezcla mediante sedimentación de los sólidos no disueltos y decantación de la solución de lixiviación.

10 68. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-66, en donde la fase acuosa del paso (c) se aísla de la mezcla mediante filtración por gravedad.

69. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-68, en donde la solución de lixiviación está sustancialmente libre de sólidos no disueltos.

15

70. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1-40, que comprende además:

(d) poner en contacto la solución de lixiviación del paso (c) con un conjugado que comprende un péptido y una perla de poliestireno (PS) durante un período de tiempo en condiciones que forman un complejo de ión metálico-conjugado, en donde el péptido está configurado para unirse selectivamente al níquel y/o al cobalto;

20

(e) aislar el complejo de iones metálicos conjugados del paso (d);

(f) eluir el uno o más iones metálicos del complejo de iones metálicos conjugados lavando el complejo con ácido, formando así una solución;

25

(g) transferir la solución del paso (f) que comprende los iones metálicos a un circuito de electroobtención;

(h) aplicar una corriente eléctrica a través de la solución del paso (f) que comprende los iones metálicos;

30

(i) recoger el uno o más metales resultantes en una superficie de un cátodo; y

(j) recuperar el uno o más metales del cátodo.

71. El proceso de la reivindicación 70, en donde el péptido y la perla de PS están unidos covalentemente.

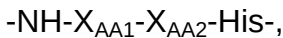
35

72. El proceso de la reivindicación 70 o 71, en donde el péptido comprende un residuo de histidina.

73. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-72, en donde el péptido comprende de 3 a 10 residuos de aminoácidos.

40

74. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-73, en donde el péptido comprende:



en donde X_{AA1} y X_{AA2} son cada uno independientemente un residuo de aminoácido distinto de histidina.

75. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-74, en donde el péptido comprende:



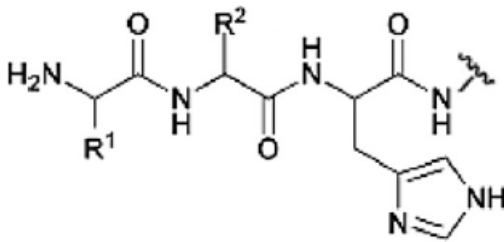
en donde X_{AA1} , X_{AA2} y X_{AA3} son cada uno independientemente un residuo de aminoácido distinto de histidina.

76. El proceso de la reivindicación 74 o 75, en donde cada X_{AA1} y X_{AA2} es independientemente un residuo de glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, serina, treonina, ácido aspártico, asparagina, ácido glutámico, glutamina, lisina, hidroxilisina, histidina, arginina, ornitina, fenilalanina, tirosina, triptófano, cisteína, metionina o α -hidroximetilserina.

77. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 74-76, en donde $-\text{NH}-\text{X}_{\text{AA1}}-\text{X}_{\text{AA2}}-\text{His}-$ se selecciona del grupo que consiste en: $-\text{NH}-\text{DAH}$, $-\text{NH}-\text{DTH}$, $-\text{NH}-\text{VIH}$, $-\text{NH}-\text{MDH}$, $-\text{NH}-\text{RFH}$, $-\text{NH}-\text{RTH}$, $-\text{NH}-\text{HSH}$, $-\text{NH}-\text{GGH}$, $-\text{NH}-\text{GKH}$, $-\text{NH}-\text{KGH}$, $-\text{NH}-\text{KKH}$, $-\text{NH}-\text{YYH}$, $-\text{NH}-\text{MNH}$, $-\text{NH}-\text{kGH}$, $-\text{NH}-\text{KGH}$, $-\text{NH}-\text{GkH}$ y $-\text{NH}-\text{kkH}$.

78. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 75-77, en donde X_{AA3} es un residuo de lisina.

79. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-78, en donde el péptido tiene la estructura:



en donde R^1 y R^2 son cada uno independientemente H o una cadena lateral de un aminoácido.

80. El proceso de la reivindicación 79, en donde la cadena lateral está cargada positivamente.

81. El proceso de la reivindicación 79 o la reivindicación 80, en donde la cadena lateral

comprende un resto de amina o guanidina.

- 5 82. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 79-81, en donde R^1 y R^2 son cada uno independientemente la cadena lateral de un residuo de lisina, ornitina, arginina u homoarginina.
83. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-82, en donde la perla de PS comprende una pluralidad de grupos H_2N-PEG .
- 10 84. El proceso de la reivindicación 83, en donde los grupos H_2N-PEG están en la superficie de la perla de PS.
85. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-84, en donde el péptido está unido covalentemente a la perla de PS.
- 15 86. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-85, en donde uno o más péptidos están unidos covalentemente a la perla de PS.
87. El proceso de la reivindicación 85 o 86, en donde el péptido está unido covalentemente a la perla de PS mediante una amina del grupo PEG.
- 20 88. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-87, en donde la solución de lixiviación del paso (d) comprende níquel disuelto y, opcionalmente, cobalto.
- 25 89. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-88, en donde el péptido está configurado para unirse selectivamente al níquel.
90. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-89, en donde el péptido tiene una selectividad para el níquel sobre el hierro que es mayor que 3:1.
- 30 91. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-89, en donde el péptido tiene una selectividad para el níquel sobre el hierro que es mayor que 10:1.
92. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-91, en donde el níquel está en forma de iones Ni^{II} .
- 35 93. El proceso de la reivindicación 92, en donde el péptido tiene una afinidad de unión por Ni^{II} de aproximadamente 1×10^{-16} a aproximadamente $1 \times 10^{-8} M^{-1}$.
- 40 94. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-93, en donde la solución de

lixiviación del paso (d) comprende un complejo de coordinación de iones conjugados-Ni^{II}.

95. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-94, en donde más de aproximadamente el 50 % del níquel en la solución de lixiviación se compleja con el conjugado después del período de tiempo en el paso (d).

96. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-95, en donde más de aproximadamente el 80 % del níquel en la solución de lixiviación se compleja con el conjugado después del período de tiempo en el paso (d).

97. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-96, en donde el péptido está configurado para unirse selectivamente al cobalto.

98. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-97, en donde el péptido tiene una selectividad para el cobalto sobre el hierro que es mayor que 3:1.

99. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-97, en donde el péptido tiene una selectividad para el cobalto sobre el hierro que es mayor que 10:1.

100. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-99, en donde el cobalto está en forma de iones Co^{II}.

101. El proceso de la reivindicación 100, en donde el péptido tiene una afinidad de unión por Co^{II} de aproximadamente 1×10^{-16} a aproximadamente $1 \times 10^{-8} \text{ M}^{-1}$.

102. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-101, en donde la solución de lixiviación del paso (d) comprende un complejo de coordinación de iones conjugados-Co^{II}.

103. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-102, en donde más de aproximadamente el 50 % del cobalto en la solución de lixiviación se compleja con el conjugado después del período de tiempo en el paso (d).

104. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-103, en donde más de aproximadamente el 80 % del cobalto en la solución de lixiviación se compleja con el conjugado después del período de tiempo en el paso (d).

105. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-104, en donde el contacto del paso (d) comprende la aplicación de calor y/o agitación.

106. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-105, en donde el período de tiempo en el paso (d) es de aproximadamente 1 h a aproximadamente 24 h.
107. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-106, en donde el paso (e) de
5 aislar el complejo de ion metálico conjugado comprende filtrar la solución de lixiviación.
108. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-107, en donde el ácido tiene un pH que varía de aproximadamente 2-4.
109. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-108, en donde la solución del
10 paso (f) comprende más del 60 % del níquel en la solución de lixiviación del paso (a).
110. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-109, en donde la solución del
paso (f) comprende más del 80 % del níquel en la solución de lixiviación del paso (a).
15
111. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-110, en donde el níquel recuperado del cátodo en el paso (j) representa más de aproximadamente 50 % en peso del níquel en el mineral de óxido.
112. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-111, en donde el níquel
20 recuperado del cátodo en el paso (j) representa más de aproximadamente 75 % en peso del níquel en el mineral de óxido.
113. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-112, en donde el cobalto
25 recuperado del cátodo en el paso (j) representa más de aproximadamente 50 % en peso del cobalto en el mineral de óxido.
114. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones 70-113, en donde el cobalto
recuperado del cátodo en el paso (j) representa más de aproximadamente 75 % en peso
30 del cobalto en el mineral de óxido.
115. Un conjugado que comprende un péptido y una perla de poliestireno (PS).
116. El conjugado de la reivindicación 115, en donde el péptido y la perla de PS están
35 unidos covalentemente.
117. El conjugado de la reivindicación 115 o 116, en donde el péptido comprende un residuo de histidina.
118. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-117, en donde el péptido
40

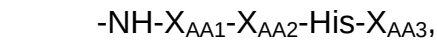
comprende de 3 a 10 residuos de aminoácidos.

119. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-118, en donde el péptido comprende la estructura:



en donde X_{AA1} y X_{AA2} son cada uno independientemente un residuo de aminoácido distinto de histidina.

120. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-118, en donde el péptido comprende la estructura:



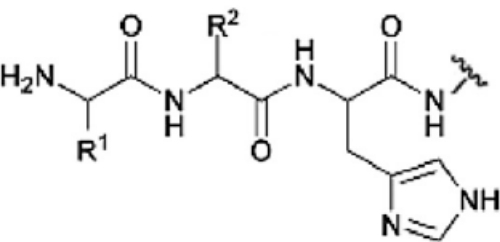
en donde X_{AA1}, X_{AA2} y X_{AA3} son cada uno independientemente un residuo de aminoácido distinto de histidina.

121. El conjugado de la reivindicación 119 o 120, en donde cada X_{AA1} y X_{AA2} es independientemente un residuo de glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, serina, treonina, ácido aspártico, asparagina, ácido glutámico, glutamina, lisina, hidroxilisina, histidina, arginina, ornitina, fenilalanina, tirosina, triptófano, cisteína, metionina o α-hidroximetilserina.

122. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 119-121, en donde -NH-X_{AA1}-X_{AA2}-His- se selecciona del grupo que consiste en: -HN-DAH, -HN-DTH, -HN-VIH, -HN-MDH, -HN-RFH, -HN-RTH, -HN-HSH, -HN-GGH, -HN-GKH, -HN-KGH, -HN-KKH, -HN-YYH, -HN-MNH, -HN-kGH, -HN-kGH, -HN-GkH, y -HN-kkH.

123. El conjugado de cualquiera de las modalidades 120-122, en donde X_{AA3} es un residuo de lisina.

124. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-123, que tiene la estructura:



, en donde R¹ y R² son cada uno independientemente H o una cadena lateral de un aminoácido.

125. El conjugado de la reivindicación 10, en donde la cadena lateral está cargada positivamente.

126. El conjugado de la reivindicación 124 o la reivindicación 125, en donde la cadena

lateral comprende un resto de amina o guanidina.

127. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 124-126, en donde R^1 y R^2 son cada uno independientemente la cadena lateral de un residuo de lisina, ornitina, arginina u homoarginina.

128. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-127, en donde el péptido está configurado para unirse selectivamente al níquel.

129. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-128, en donde el péptido tiene una selectividad para el níquel sobre el hierro que es mayor que 3:1.

130. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-128, en donde el péptido tiene una selectividad para el níquel sobre el hierro que es mayor que 10:1.

131. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-130, en donde el níquel está en forma de iones Ni^{II} .

132. El conjugado de cualquiera de las modalidades 115-131, en donde el péptido tiene una afinidad de unión por Ni^{II} de aproximadamente 1×10^{-16} a aproximadamente $1 \times 10^{-8} M^{-1}$.

133. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-132, en donde el péptido está configurado para unirse selectivamente al cobalto.

134. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-133, en donde el péptido tiene una selectividad para el cobalto sobre el hierro que es mayor que 3:1.

135. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-133, en donde el péptido tiene una selectividad para el cobalto sobre el hierro que es mayor que 10:1.

136. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-135, en donde el cobalto está en forma de iones Co^{II} .

137. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-136, en donde el péptido tiene una afinidad de unión por Co^{II} de aproximadamente 1×10^{-16} a aproximadamente $1 \times 10^{-8} M^{-1}$.

138. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-137, en donde la perla de PS comprende una pluralidad de grupos H_2N -PEG.

139. El conjugado de la reivindicación 138, en donde los grupos H₂N-PEG están en la superficie de la perla de PS.

5 140. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-139, en donde el péptido está unido covalentemente a la perla de PS.

141. El conjugado de cualquiera de las reivindicaciones 115-139, en donde uno o más péptidos están unidos covalentemente a la perla de PS.

10 142. El conjugado de la reivindicación 140 o 141, en donde el péptido está unido covalentemente a la perla de PS mediante una amina del grupo PEG.