

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

20 NOV. 1978
Concedido el registro de acuerdo
con los datos que figuran en el
formulario de solicitud y con el
contenido de la memoria adjunta.

ES

11

21

22

NUMERO	468968	A3
FECHA DE PRESENTACION	20 ABR. 1978	

PATENTE DE INTRODUCCION

47) FECHA DE PUBLICIDAD	51) CLASIFICACION INTERNACIONAL BOLD
64) TITULO DE LA INVENCIÓN "PROCEDIMIENTO DE SOLIDIFICACION DE DESECHOS DE NATURALEZA Y ORIGEN DIVERSOS"	
59) PATENTE EXTRANJERA U OTRA FUENTE DE INFORMACION PATENTE BELGA Nº 844.917	
71) SOLICITANTE (S) PEC - ENGINEERING Société Anonyme Française	
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 62, rue Jeanne d' Arc - 75013 PRIS (Francia).-	
72) INVENTOR (ES)	
73) TITULAR (ES) PEC - ENGINEERING Société Anonyme Française	
74) REPRESENTANTE D. JAIME ISERN CUYÁS, Agente Oficial de la Propiedad Industrial.-	

MEMORIA DESCRIPTIVA

- La presente invención se refiere al campo del tratamiento de los desechos, en estado líquido o en fangos, - de diversos orígenes tales como industriales, agrícolas o domésticos. Se refiere mas particularmente a un nuevo procedimiento de solidificación de desechos que permite transformar estos últimos en materiales de gran estabilidad ante agentes exteriores tales como el agua, y con un fuerte poder de retención para los elementos contaminantes incluidos en estos desechos. Tiene igualmente por objeto la utilización para diversos fines de los desechos asi tratados.

- El volumen creciente de los desechos y residuos de todo tipo, en estado líquido o en fangos mas o menos espesos, constituye un problema cada vez mas preocupante - para los industriales y los municipios, particularmente si se tiene en cuenta el hecho de que estos desechos presentan por lo general riesgos importantes para el ambiente y para los seres vivos. En un cierto número de casos, se pueden incinerar estos lodos cuando poseen un elevado poder calorífico. En otros casos, pueden extenderse sobre terrenos agrícolas o forestales. Pero casi siempre - la única solución aceptable, desde el punto de vista económico y ecológico, es el de efectuar un tratamiento de estos lodos por un procedimiento que permita su fijación y su solidificación físico-bioquímica.

- Con esta finalidad, se han propuesto ya técnicas -- que consisten en mezclar los lodos con proporciones adecuadas de diversos ingredientes tales como, particularmente: cemento Portland, sólo o con puzolana, silicato de sodio al que se le ha añadido un agente de fraguado -

tal como la cal, cloruro cálcico, cemento Portland, carbonato cálcico..., mezcla de cal y puzolana, yeso natural o calcinado al que en caso necesario se le añaden resinas orgánicas, alquitranes, sulfato y sulfito cálcico -- mezclados con cal y/o puzolanas... etc.

5. Estos diversos procedimientos ofrecen soluciones -- bastante interesantes en algunos casos particulares, pero presentan un gran número de inconvenientes que perjudican su generalidad de aplicación. En efecto, después -- del tratamiento, los lodos tienen un pH a veces muy básico, que puede ser superior a 10, y presentan un contenido relativamente elevado de iones y moléculas perjudiciales para el ambiente, tales como: Na^+ , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ca^{2+} , Cr^{3+} , SO_4^{2-} , F^- , PO_4^{3-} , hidrocarburos... etc. En efecto, los elementos contaminantes, fijados teóricamente en la masa sólida obtenida después del tratamiento, son arrastrados en parte por lixiviación por agua, por la acción de agentes atmosféricos (aire caliente, etc.) o por la acción de los ciclos congelación-descongelación, etc. Parece que el contenido anormalmente elevado de ciertos iones procede de uno o varios de los reactivos utilizados en algunos procedimientos: los contenidos elevados de sodio, muy superiores a los de la lixiviación del desecho bruto, siendo por lo demás iguales las demás condiciones, han sido explicados por el uso de silicato sódico como reactivo de base. Por otra parte, estos procedimientos -- suponen un elevado coste porque las cantidades utilizadas de reactivo son importantes y los reactivos generalmente utilizados (cemento Portland, silicato sódico, etc ...) son de precio elevado. Por último, la mayor parte --
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

de las técnicas conocidas son selectivas para un tipo de terminado de lodo y, en ciertos casos, dan lugar a la presencia de cal libre soluble en agua y que tiene un papel no despreciable en el fenómeno de fragilización de los edificios de silicatos metálicos.

5.

La presente invención permite superar el conjunto de los inconvenientes anteriormente mencionados y tiene como finalidad la de proponer un procedimiento apto para el tratamiento de un gran número de lodos y desechos, dando lugar a la obtención de materiales compuestos solidificados y endurecidos, que están dotados de una gran inercia y que son estables en las condiciones ecológicas normales.

10.

En particular, la invención permite resolver el delicado problema de la obtención de productos finales que no pueden liberar por tratamiento en agua (por ejemplo en tiempo de lluvia) una gran parte de los compuestos contaminantes fijados por reacción química cuando se trata el lodo.

15.

20.

En su forma mas general, el nuevo procedimiento de la invención consiste en mezclar los desechos, en estado líquido o en lodos, en escoria metalúrgica en medio alcalino y en presencia de agentes que activan la hidratación de la escoria.

25.

Como escoria se pueden utilizar las que se obtienen con la ocasión de la fabricación y de los diversos tratamientos de los hierros, fundiciones y aceros, así como de los metales no ferrosos como, por ejemplo, las escorias de altos hornos, las escorias de acerías o de hornos eléctricos, etc... que hayan sufrido una fragmentación y

30.

- una trituración para obtener granulados de poco diámetro. Como escorias que convienen particularmente bien se pueden citar los productos que encierran aproximadamente: -
5. de un 30 a un 50% de CaO ; de un 25 a un 40% de SiO_2 ; de un 8 a un 20% de Al_2O_3 ; de un 5 a un 15% de FeO , de un 2 a un 8% de MgO y trazas de elementos menores tales como S, Na, K, Mn... en diversas formas.
- La fuerte alcalinidad del medio, que corresponde a un pH superior a un 8,5, se obtiene por adición de una -
10. pequeña cantidad de un agente básico que puede ser particularmente: un hidroxido alcalino o alcalinotérreo como NaOH , KOH , Ca(OH)_2 o, en general, cualquier compuesto -- que proporcione un hidroxido similar por hidratación. En esta clase de compuestos se pueden citar a título no limitativo: carbonato sódico, carbonatos de calcio, silicatos de sodio, cemento Portland, clinker de cemento, aluminato sódico, etc... Preferentemente se emplean compuestos que proporcionan el hidroxido cálcico por hidratación.
15. Como se ha dicho mas arriba, la mezcla según la invención encierra igualmente uno o varios agentes destinados a activar la hidratación de la escoria en contacto - con el agua contenida en los desechos o lodos que hay -- que tratar. Estos activadores están constituidos preferentemente por productos que contienen iones de sulfato y al menos pequeñas cantidades de iones alcalinos tales como,
20. en particular: sulfato cálcico (yeso, fosfóyeso), sulfatos alcalinos o también una mezcla de yeso y de hidroxido alcalino. Entre los productos que proporcionan iones alcalinos distintos de los sulfatos e hidroxidos ya cita
- 25.

dos, se puede citar, por ejemplo, cloruros, nitratos o nitritos alcalinos.

- Se ha comprobado además que se podían mejorar aún más los resultados contemplados por la invención incorporando a la mezcla anteriormente descrita una cierta cantidad de puzolanas naturales o artificiales, o de cenizas volantes o cagafierros procedentes de la combustión del carbón o de las basuras domésticas o análogas. Los productos puzolánicos se añaden preferentemente en cantidad al menos igual a cuatro veces la cantidad de cal libre presente. Hay que notar que los agentes destinados a activar la hidratación de la escoria tiene también como efecto el de favorecer la reacción puzolánica, lo que evita cualquier fisuración del material final. Por otra parte, se puede añadir igualmente productos tales como uno o varios agentes emulsionantes que sirven de agentes arrastradores de aire a fin de mantener la cantidad de aire ocluido en los alrededores del 3 al 4%, y destinados igualmente a favorecer la reacción de hidratación de los granos de lechada, y hacer mas homogéneos los desechos que encierran hidrocarburos y aceites de origen vegetal o animal. Como agentes emulsionantes, se pueden citar, por ejemplo, los estearatos y lignosulfonatos, la etanolamina, los poliésteres sulfonados y/o otros agentes emulsionantes iónicos o no iónicos, todos los finos tales como la bentonita o el trípoli solícico y, eventualmente, uno o varios materiales hidrófobos tales como el alquitrán emulsionado, las resinas fenólicas o furánicas, resinas poliésteres, latex de butadieno-estireno, polímeros vinílicos tales como el acetato de polivinilo, etc...

- Las proporciones de los diversos ingredientes esenciales y secundarios que se utilizarán según el procedimiento de la invención las puede determinar fácilmente cualquier entendido en la técnica, teniendo en cuenta diferentes parámetros tales como, particularmente, el tipo y la composición del lodo que hay que tratar, el tipo de escoria utilizada, la granulometría de las materias sólidas, etc... En la práctica, los mejores resultados se obtienen para mezclas que encierran, para 100 partes en peso de desechos: de 5 a 35 de escoria (de composición indicada anteriormente).
5. De 0,02 a 15 partes de agente alcalino.
De 0,2 a 30 partes de activador y preferentemente 0,2 a 8 partes.
10. De 0 a 150 partes de puzolanas, cenizas volantes o cagafierros y preferentemente de 5 a 30 partes,
y eventualmente: de 0 a 2 partes de agente o agentes emulsionantes y de material hidrófobo.
15. En los límites anteriormente indicados, el entendido en la técnica puede determinar finalmente las proporciones de reactivos que hay que utilizar para cada tipo de desechos a tratar. En particular, se escoge la cantidad de iones de sulfato presente en la mezcla desecho- reactivos de forma que el material obtenido no presente fisuraciones. En efecto, si la cantidad de iones sulfato es demasiado baja, el material muestra la tendencia a fisurarse. Si, por el contrario, la cantidad de iones sulfato es demasiado elevada, el material queda sometido a presio
- 20.
- 25.

nes internas y tiene la tendencia a desagregarse. Algunas pruebas simples bastan al entendido en la técnica para determinar la cantidad de iones de sulfato que hay -- que añadir según la composición del desecho tratado.

5. En el procedimiento según la invención, las interacciones entre el desecho, por una parte, y la escoria y los reactivos por la otra, son sumamente complejas teniendo en cuenta los diversos tipos de composición y estructura de los constituyentes de desechos de origen variado. No obstante, se ha podido efectuar un cierto número de comprobaciones que conducen a las explicaciones siguientes, que no limitan el alcance de la presente invención.

10. Al contacto con el agua contenida en el desecho se produce, gracias a los agentes de activación de iones de sulfato y en presencia de pequeñas cantidades de iones alcalinos, una hidratación de escoria que permite abrir la estructura de esta última. El estudio físico de los productos obtenidos (por rayos X y medios equivalentes) muestra la formación de silicatos hidratados menos básicos y mas estables que los obtenidos por hidratación del cemento Portland, pero también sulfoaluminatos del tipo "Ettringite" de fórmula global:

25. $3 \text{ CaO}, \text{ Al}_2\text{O}_3, 3 \text{ CaSO}_4, 32 \text{ H}_2\text{O}.$

30. Se forman igualmente compuestos de fuerte poder absorbente, del tipo: $x\text{CaO}, y (\text{SiO}_2), z (\text{H}_2\text{O})$. Por otra parte, debido a interacción de los reactivos con los aniones y cationes del desecho, estos últimos se precipitan en forma

- de silicatos de calcio y de silicatos complejos poco solubles en las condiciones del medio. Por último, el exceso de cal libre, que se observa frecuentemente por la neutralización de los desechos con cal, se elimina con la adición de productos de carácter puzolánico, lo que contribuye a la formación de silicatos de calcio estables. La mejora de las calidades del material se prosigue durante mucho tiempo, en particular cuando la mezcla reaccional pone en juego reacciones puzolánicas.
- 5.
10. De este conjunto de reacciones se deriva un endurecimiento y una solidificación del lodo inicial, en forma de materiales estables en las condiciones normales, de los que un cierto número, por otra parte, presentan propiedades fisicoquímicas análogas a las de los productos hallados en la naturaleza.
15. Estos materiales sólidos pueden ser utilizados como rellenos o terraplenados, como materias absorbentes capaces de mejorar una descarga controlada que se comporta entonces como una resina de intercambio de cationes y de aniones, como abonos, correctores de suelos u otros empleos análogos.
20. En caso de que el lodo o el desecho que hay que tratar contenga ya uno de los reactivos preconizados según la invención, lógicamente es inútil añadirlo.
25. En la práctica, para la realización del procedimiento de la invención, es preciso asegurar en primer lugar la homogeneidad del desecho. La experiencia muestra que, aún cuando se utilicen lodos muy viscosos (por ejemplo, de una viscosidad de 100.000 centipoises), se pueda obtener una buena homogeneización por agitación. Esta última
- 30.

- puede hacerse con ayuda de bombas centrífugas de autocebado, de cangilones accionados por tornos u otros medios equivalentes. El tratamiento del desecho, por su parte, se puede efectuar de forma discontinua o continua, en --
5. instalaciones fijas o móviles, según las técnicas ya conocidas. Por ejemplo, se puede utilizar el material que generalmente se usa para preparar los asfaltos y lechadas o morteros (mezcladores de tren dosificador, de cubeta giratoria, etc.) o para asegurar el transporte de los
10. asfaltos y de los desechos líquidos (camiones de vacío, etc.). El desecho se trata en su propio depósito de almacenamiento, después de homogeneización, o bien por bombeo del lodo hasta una planta fija o móvil, donde se --
15. efectúa la adición de los reactivos, depositándose acto seguido en un terreno de descarga los materiales tratados obtenidos.

- La realización práctica del procedimiento de la invención se ilustra con los ejemplo siguientes, descritos a título no limitativo, que se refieren al tratamiento --
20. de desechos de diversas fuentes y composiciones. A fin de poder comparar los resultados de una lixiviación con agua de desechos brutos y de desechos tratados según la invención, y poner así de relieve el poder de retención de los elementos contaminantes por los materiales sólidos
25. obtenidos según la invención, se ha utilizado, en todos los ejemplos, la prueba ecológica siguiente: se ha añadido 900 g de agua ordinaria a 90 g de una toma-muestra, y después se ha agitado enérgicamente la mezcla durante un minuto aproximadamente, dejándose reposar en frascos her
30. méticamente cerrados de unos 10 cm de diámetro, durante

72 horas. Después de este tiempo se han efectuado los análisis necesarios para determinar los porcentajes de iones arrastrados por la lixiviación, así como las cifras de demanda química de oxígeno (DQO).

5. Salvo indicaciones contrarias, todas las partes se expresan en peso.

Ejemplo 1.-

10. Como desecho a tratar, se han utilizado residuos derivados de una fábrica de automóviles, constituido por una mezcla de lodos procedentes, por una parte, de un taller de fundición y, por otra, de una instalación de aceites solubles y, finalmente, de un taller de fosfatación.

El desecho ha sido mezclado a los ingredientes siguientes (por 100 partes de desecho):

15. 15 partes de escoria (según la composición que se indica mas adelante)

1,5 partes de una mezcla de yeso y de sosa con un 15% de sosa

20. 0,15 partes de un agente humectante (alquilbencensulfonato de Na) a fin de introducir alrededor de un 3% de aire ocluido en el material.

25. La escoria metalúrgica utilizada tenía la siguiente composición: SiO_2 : 32,85%; Al_2O_3 : 14,50; Fe_2O_3 : 0; FeO : 10; MnO : 0,55; CaO : 44,80; MgO : 4,80; SO_3 : 0; S : 0,9; K_2O : 0,7; Na_2O : 0,3; Na_2O soluble : 0,02; CaO libre : 0

Después de mezcla, se ha dejado endurecer a temperatura ordinaria, y en pocos días se obtuvo un material sólido muy estable. La lixiviación con agua, según la prue

ba ecológica anteriormente citada, efectuada en una muestra-patrón de desecho bruto y en el desecho tratado, -- siendo por lo demás iguales las restantes condiciones, - proporcionó los resultados que se dan en la tabla 1 que sigue a la presente descripción.

5.

Como puede verse, la cantidad de iones contaminantes arrastrados por el agua en el caso de desecho tratado según la invención es notablemente reducida en comparación con la del desecho no tratado. En la mayor parte de los iones, ha permanecido en un valor despreciable.

10.

Ejemplo 2.-

El desecho tratado procedía de una fábrica que efectuaba tratamientos de superficie de diversos materiales metálicos, y se presentaba en forma de un lodo con un 34% de materia seca (a 600°C) que encerraba 12,1% de cromo; 7,5% de cobre; 3,5% de cinc; 7,6% de aluminio; 1,3% de hierro; 3,6% de amonio; 0,4% de níquel; 30 p.p.m. (partes por millón) de mercurio; 10 p.p.m. de plomo; 15 p.p.m. de cadmio y 1,3% de boro.

15.

20.

El tratamiento se efectuó con la ayuda de una mezcla de: 7 partes de escoria (idéntica a la del ejemplo 1), 10 partes de una mezcla de escoria y cemento Portland (denominado CLK 325) y 0,20 partes de sosa cáustica (por 100 partes en peso).

25.

El material se solidificó en pocos días, y la lixiviación con agua y mas tarde el análisis de los iones y la determinación de la DQO proporcionaron los excelentes resultados que se dan en la tabla 2 siguiente (al final de la descripción).

Ejemplo 3.-

Como desecho se utilizó un lodo procedente de la industria del petróleo, y cuya muestra patrón encerraba los elementos esenciales siguientes (expresados en p.p.m.):

5. aluminio: 3500; calcio: 46000; bario 430; cinc: 370; plomo: 1800; níquel: 20; manganeso: 110; hierro: 6300; cobre: 230; cromo: 45; sodio: 830; potasio: 40000; iones de fosfato: 2400; sulfatos: 210000; nitratos: 1900.

10. Para el tratamiento según la invención, se añadió al desecho (por 100 partes en peso): 15 partes de escoria (idéntica a la del ejemplo 1), 1,5 partes de cemento Portland (calidad CPA 400), 1,5 partes de solución acuosa de silicatos de sodio con un título de 40-42° Baumé y 2 partes de puzolana.

15. Se obtuvo una perfecta solidificación en pocos días, y la lixiviación por agua permitió comprobar, como demuestran los resultados de la tabla 3 siguiente (al final de la descripción), que la mayor parte de los iones contaminantes eran retenidos en su mayoría o totalmente por la masa sólida.

20.

Ejemplo 4.-

El lodo tratado procedía de unos depósitos de decantación de una fábrica de productos químicos, que comprendía talleres de fabricaciones orgánicas, minerales y bioquímicas. Tenía un contenido de materias sólidas de un 21% aproximadamente y contenía, por una parte, alquitranes y disolventes orgánicos y, por la otra, elementos minerales tales como: calcio, hierro, silicio y, en cantidades menores: bario, cobre, estaño, aluminio, plomo, manganeso y cinc.

25.

30.

Para efectuar el tratamiento según la invención se mezclaron a 100 partes de lodo: 18 partes de escoria (la misma que la del ejemplo 1), 1,8 partes de yeso, 0,5 partes de sulfato de sodio con un título de 40-42° Baumé y 2 partes de puzolana.

5.

El material se solidificó en pocos días y el olor nauseabundo del desecho desapareció con gran rapidez.

La lixiviación proporcionó los resultados siguientes:

	Elementos	Desecho bruto (mg/l)	Desecho tratado (mg/l)
10.	Cd	0,50	≤ 0,05
	Cr	1,0	≤ 0,04
	Fe	39,40	≤ 0,05
	Mn	0,40	≤ 0,05
15.	Cu	1,50	≤ 0,05
	Ni	0,30	≤ 0,05
	Pb	0,40	≤ 0,05
	Zn	1,05	≤ 0,05
	Ca	139,2	17,0
20.	DQO	2400	460

Ejemplo 5.-

Se efectuó el tratamiento de un lodo de una estación de depuración urbana, incorporándole una mezcla (por 100 partes de lodo) de: 15 partes de escoria (como se describe en el ejemplo 1), 1,5 partes de cemento Portland, 1,5 partes de yeso y 2 partes de cenizas volantes.

25.

El olor característico del lodo, así como las colonias bacterianas, desaparecieron muy rápidamente, y se obtuvo un material sólido que, después de lixiviación,

30.

no contenía ya prácticamente (a no ser trazas mínimas) - iones contaminantes, como demuestran los resultados comparativos de la tabla 4 siguiente (Al término de la descripción).

5. Ejemplo 6.-

El desecho tratado procedía de instalaciones agrícolas, particularmente de porquerizas (cochineras) y tenía la composición y las características siguientes:

10. Materias sólidas: 16,1% DQO: 160.000; nitrógeno total: 0,9%; P_2O_5 : 0,71%; K_2O : 0,31% ; cobre: 800 ppm; cinc: 1.600 ppm; manganeso: 228 ppm.

15. Después de añadir cal (6 g de cal por litro de desecho), se añadió al desecho (por 100 partes): 8 partes de escoria, 1,3 partes de yeso (mezclado con un 10% de sosa) y 1,1 partes de cenizas volantes. La cantidad de aire - ocluido era de un 4% aproximadamente.

Después de solidificación en 2 día, el producto sólo presentaba un olor muy débil, y la prueba ecológica de lixiviación con agua dio los resultados siguientes:

20. DQO : 600 ppm
cobre : 0,2 ppm
cinc : 0,4 ppm
manganeso : 0,2 ppm

Ejemplo 7.-

25. El lodo procedía de una planta especializada en el tratamiento de desechos industriales. Su pH era de cerca de 7 y tenía la composición siguiente:

Hidróxido férrico: 10%; hidróxidos de cromo, níquel, cobre y cinc: 5% (en total); contenido de agua: 60%, estan

do el resto constituido fundamentalmente por sulfato cálcico.

5. Para efectuar el tratamiento, se añadieron a 100 g de lodo: 6 g de escoria (idéntica a la del ejemplo 1); - 4 g de cenizas volantes o de cagafierro finamente triturado procedente de la incineración de basuras domésticas; 0,3 g de yeso y 1,1 ml de silicato sódico con un título de 40-42° Baumé.

10. Se obtuvo un espesamiento inmediato y, en pocos días, un material muy duro. Después de lixiviación con agua, - según la prueba anteriormente citada, se obtuvieron los resultados siguientes:

cobre: 0,3 ppm; cinc: 0,5 ppm; níquel: 0,4 ppm;
cromo: 0,5 ppm.

15. Ejemplo 8.-

El residuo a tratar procedía de una planta de tratamiento de desechos industriales y contenía un 20% de hidrocarburos pesados y un 4% en total de compuestos de cromo, níquel, hierro, arsénico, cadmio y plomo.

20. A 100 Kg de este lodo se añadieron 9,6 Kg de cal, - 15 Kg de escoria finamente triturada (2.800 Blaine), 4 - Kg de yeso y 56 Kg de cenizas volantes (conteniendo alrededor de un 1% de compuestos alcalinos). En seis días, y a una temperatura inferior a 0°C, se obtuvo un material endurecido sobre el que podía andar un hombre. El contenido de hidrocarburos del desecho tratado sometido a la --
25. prueba de lixiviación era de 0,1 ppm para un desecho tratado 5 días antes. Este contenido era de aproximadamente 0,03 ppm para un desecho tratado 6 semanas antes.

Ejemplo 9.-

El desecho, con un elevado contenido de agua y muy poca viscosidad, procedía de una fábrica de antibióticos y contenía sobre todo productos de descomposición de materias amiláceas.

5.

A 150 g de lodo se añadieron 40 g de escoria, 10 g de yeso y 140 g de cenizas volantes conteniendo un 1% de compuestos alcalinos.

10.

El análisis dio un CQD de aproximadamente 110 ppm - para un material tratado 5 días antes.

15.

20.

25.

30.

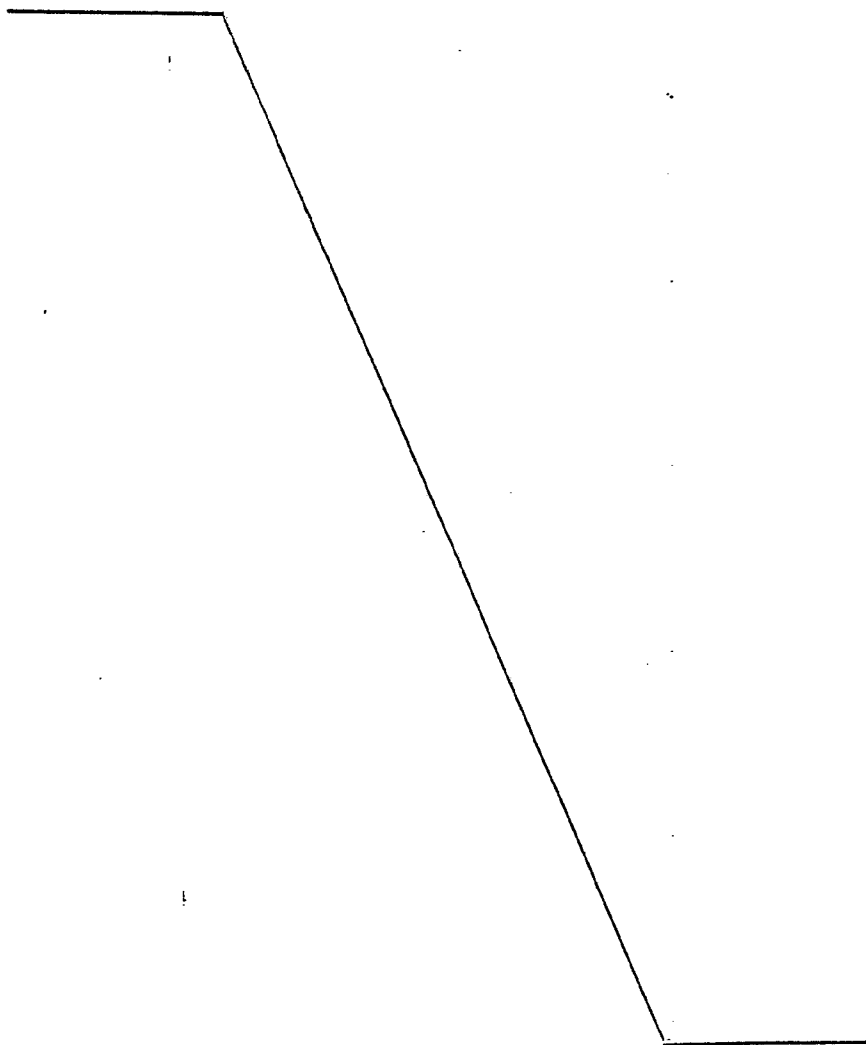


Tabla 1

	pH	F ⁻	NO ₃	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	B	Na	Ca	Al	Fe	Cr	Ni	Cu	DCO
Desecho bruto (control)	7,7	2	7	240	0,2	2	80	150	10	0,1	0,2	0,05	0,09	167
Desecho tratado	8,1	0,5	5,4	90	≤ 0,1	≤ 0,5	46	41	0,9	≤ 0,1	≤ 0,02	0,02	0,04	75

Tabla 2

	pH	F	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	Al ³⁺	Zn	Ni	Pb	Cu	Cr	DCO
Desecho bruto	6,3	6	130	3	31	8	1,2	0,08	1	0,67	4,8	76
Desecho tratado	8,6	2	80	0,67	18	0,1	≤ 0,1	0,02	≤ 0,1	0,09	0,2	39

NOTA.- Todos los resultados se expresan en estas tablas en ppm (partes por millón).

Tabla 3

	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	K	Ba	Ca	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Na
Resecho bruto	0,2	0,30	0,3	0,9	3,7	1	180	1,8	380	600	29	320
Resecho tratado	≤0,01	0	0	0,04	0	0,1	21	0,3	89	36	2,1	7

Tabla 4

	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Zn	Ni	Pb	Fe	Cu	Cr	Cd	COD
Resecho bruto	60000	105	8000	150	250	19	33	470	13	25	3	180000
Resecho tratado	40	2	9	30	≤0,10	≤0,10	≤0,20	≤0,10	1	≤0,20	≤0,10	590

NOTA.- Todos los resultados se expresan en estas tablas en p.p.m. (partes por milloón).

N O T A

5. Hecha la descripción del presente invento lo que se declara como no ejecutado ni practicado en España comprend de las reivindicaciones siguientes:
- 1.- Procedimiento de solidificación de desechos de naturaleza y origen diversos, en estado líquido o en lodo, para su solidificación en materiales que fijen los elementos contaminantes y estables ante agentes exteriores tales como el agua, caracterizado porque los desechos se mezclan con escoria metalúrgica en medio alcalino y en presencia de agentes que activan la hidratación de la escoria.
- 10.
15. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el medio tiene un pH superior a 8,5.
- 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizada porque la alcalinidad del medio se obtiene por adición de hidróxidos alcalinos o alcalinotérreos o de compuestos que proporcionan tales hidróxidos por hidratación.
- 20.
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque los compuestos que proporcionan un hidróxido alcalino o alcalinoténreo se eligen en el grupo de los carbonatos de sodio o calcio, silicato sódico, aluminato sódico y composiciones que los contienen, tales como clinkers de cemento, cemento Portland.
- 25.
- 5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los agentes de acti

vación están constituidos por una mezcla de productos que contienen iones de sulfato y al menos pequeñas cantidades de iones alcalinos tales como sulfato cálcico (yeso, fosfoyeso), y sulfatos alcalinos.

5. 6.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque los iones alcalinos proceden de productos tales como cloruros, nitratos o nitritos alcalinos.
- 7.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque se añaden además a la mezcla puzolanas o productos análogos, tales como cenizas volantes, cagafierros o mezclas de estos productos.
10. 8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque se añade a la mezcla un agente emulsionante.
15. 9.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque se añade a la mezcla un material hidrófobo.
- 10.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la escoria, contiene como elementos esenciales de un 30 a 50% de CaO , de un 25 a un 40% de SiO_2 , de un 8 a un 20% de Al_2O_3 , de un 5 a un 15% de FeO y de un 2 a un 8% de MgO .
20. 11.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque 100 partes en peso de desechos se tratan con 5 a 35 partes de escoria, de 0,02 a 15 partes de agentes alcalinos, de 0,2 a 30 partes de activador, de 0 a 2 partes de agente emulsionante y de 0 a 150 partes de puzolanas, cenizas volantes o cagafierros.
25. 12.- Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado porque se utiliza preferentemente de 0,2 a 8 partes de activador y de 5 a 30 partes de puzolanas, ce-
- 30.

nizas volantes o cagafierros.

5. 13.- Procedimiento según la reivindicación 1 y según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 12, caracterizado porque el tratamiento se efectúa en discontinuo o en continuo, en unidades fijas o móviles, haciéndose homogéneos los desechos antes del tratamiento con los reactivos.

14.- Procedimiento de solidificación de desechos de naturaleza y origen diversos.

10. Según se describe y reivindica en la presente Memoria que consta de 22 hojas foliadas y mecanografiadas por una sola cara.

Madrid, a 20 ABR. 1978

PEC - ENGINEERING Société Anonyme Française

p.a.

JAIMÉ ISERN

p.p.

Firmado: JOSE F. N. 17