

## **Boletín de Alerta sobre Remediación de suelos contaminados con alternativas sustentables**

### **PATENTES VERDES**



### **Departamento de Invenciones Oficina Nacional de la Propiedad Industrial**

Las propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas del suelo controlan en gran medida los ciclos biogeoquímicos superficiales, en los que actúa como un reactor complejo que sirve de elemento protector de otros medios más sensibles frente a elementos contaminantes. Así, se reconoce que el suelo ejerce su labor protectora a través de su poder de amortiguación o capacidad natural de depuración de la contaminación. Esta atenuación de los elementos nocivos contaminantes se realiza, entre otras, a través de reacciones de complejación, reacciones de adsorción y desorción, reacciones de precipitación y disolución, reacciones de óxido-reducción, reacciones ácido-base y reacciones derivadas de procesos metabólicos. Todas estas reacciones están estrechamente controladas por propiedades del suelo como su textura, estructura, porosidad, capacidad de intercambio catiónico, pH, y la actividad microbológica.

Si bien se reconoce que el suelo tiene la capacidad de filtrar, amortiguar, retener y degradar contaminantes. Sin embargo, como se sabe esta capacidad tiene sus límites, y en muchos de los casos estos suelos contaminados terminan afectando a la salud de los ecosistemas. Sobre la base de la necesidad de encontrar un equilibrio, lograr un sistema sostenible en el que podamos sacar partido a los suelos y luego dejarlos en las mismas condiciones es el objetivo fundamental de todas las estrategias de desarrollo que acuden a recuperar los suelos.

Fernando Herrera, Business Unit Manager de la Unidad de Negocio Environmental Service de TÜV SÜD, señala que “el principal papel que pueden ejercer las personas y las organizaciones sobre la calidad del suelo, es tomar conciencia de que tanto el suelo como las aguas subterráneas asociadas, son un bien escaso que hay que preservar, porque constituyen fuente de vida y desarrollo de un país”. Además, añade, “la evaluación de los potenciales pasivos ambientales asociados a la contaminación del suelo son ya una práctica habitual gracias a la proliferación de normativas ambientales de protección de los suelos y las aguas subterráneas”.

La contaminación del suelo está reconocida internacionalmente como una gran amenaza para la salud humana y la preservación de la biodiversidad del ecosistema<sup>1</sup>. Concretamente, las pérdidas económicas cuantificables se asocian con la reducción de la productividad del suelo y del rendimiento de los cultivos, generando un aumento del uso de agroquímicos y, en definitiva, agua contaminada y alimentos nocivos; así como con la consecuente disminución de la fuerza de trabajo y los ingresos de las poblaciones rurales.

El término “contaminación del suelo” se refiere a la presencia en este de un químico o una sustancia fuera de sitio y/o presente en una concentración más alta de lo normal, que tiene efectos adversos sobre cualquier organismo al que no están destinados. La contaminación del suelo con frecuencia no puede ser directamente evaluada o percibida visualmente, convirtiéndola en un peligro oculto.

En el Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo, Roma, Italia del 2015 señala: Hoy en día, el 33 por ciento de la tierra se encuentra de moderada a altamente degradada debido a la erosión, salinización, compactación, acidificación y la contaminación química de los suelos. Una mayor pérdida de suelos productivos dañaría severamente la producción de alimentos y la seguridad alimentaria, incrementaría la volatilidad de los precios de alimentos, y potencialmente sumiría a millones de personas en el hambre y la pobreza. También ofrece la evidencia de que esta pérdida del recurso suelo y sus funciones pueden ser evitadas. La gestión sostenible del suelo (entendida a su vez como el manejo sostenible del suelo), utilizando conocimiento científico, conocimiento local, y enfoques y tecnologías probadas, basadas en evidencia, pueden incrementar el suministro de alimentos nutritivos, proporcionar una valiosa herramienta para la regulación del clima y salvaguardar los servicios de los ecosistemas.

Alcanzar una gestión sostenible del recurso suelo generará grandes beneficios para todas las comunidades y naciones. En algunas partes del mundo será clave para la prosperidad económica y en otros incluso será importante para su seguridad nacional a corto y medio plazo.

Las preocupaciones sobre la contaminación del suelo van en aumento en todas las regiones. La Asamblea Ambiental de las Naciones Unidas (UNEA-3) adoptó una resolución que clama por acciones aceleradas y por ayuda para abordar y manejar la contaminación del suelo<sup>2</sup>. Este consenso, logrado por más de 170 países, es un claro signo del reconocimiento del impacto global de la

---

<sup>1</sup> EL 60% DE LOS SUELOS CONTAMINADOS EN EUROPA SE DEBE AL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL Y A LA DEFICIENTE ELIMINACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS. Tomado de: <https://www.tuvsud.com/es-es/centro-recursos/articulos-de-opinion/60-suelos-contaminados-europa-impacto-actividad-industrial-tratamiento-residuos>

<sup>2</sup> LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO: UNA REALIDAD OCULTA. ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA Roma, 2019. Tomado de <https://www.fao.org/3/i9183es/i9183es.pdf>

contaminación del suelo y de la voluntad de estos países de desarrollar soluciones concretas para abordar las causas e impactos de esta enorme amenaza.

Las principales fuentes antropogénicas, es decir las provocadas por las actividades de los seres humanos y que trae como consecuencia la contaminación del suelo son los químicos utilizados, provocados por las actividades industriales, los residuos domésticos, los ganaderos y los municipales, así como agroquímicos y productos derivados del petróleo.

La contaminación del suelo también proviene de la deposición atmosférica de la fundición, transporte, pulverización de aplicaciones de plaguicidas y de la combustión incompleta de muchas sustancias, así como de la deposición de radionúclidos de pruebas de armas atmosféricas y accidentes nucleares. Sobre estos aspectos también han surgido nuevas preocupaciones sobre contaminantes emergentes como son productos farmacéuticos, interruptores endocrinos, hormonas y toxinas, entre otros, así como contaminantes biológicos como micro-contaminantes en suelos que incluyen bacterias y virus.



Rutas potenciales interrelacionadas para la contaminación química sub-superficial. Fuente: Yaron, Dror y Berkowitz, 2012.

Las diferentes fuentes agrícolas de contaminantes del suelo incluyen productos agroquímicos, como fertilizantes, estiércol animal, y plaguicidas.



Fuentes agrícolas de contaminación del suelo. Tomado de: <https://www.fao.org/3/i9183es/i9183es.pdf>

Los metales traza, contenidos en estos agroquímicos, como son Cu, Cd, Pb y Hg, también se consideran contaminantes del suelo ya que pueden perjudicar el metabolismo de las plantas y disminuir la productividad de los cultivos. Las fuentes de agua utilizadas para el riego también pueden causar contaminación del suelo si consisten en aguas residuales agrícolas, industriales o urbanas. El exceso de N y los metales pesados no sólo son una fuente de contaminación del suelo, sino que además suponen una amenaza para la seguridad alimentaria, la calidad del agua y la salud humana cuando entran en la cadena alimentaria (FAO y GTIS, 2015).

Los plaguicidas son otra fuente importante de la contaminación de los suelos, los plaguicidas son liberados al medio ambiente, el uso excesivo de estos provocan efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente según investigaciones publicadas (Popp, Peto y Nagy, 2013, FAO y GTIS, 2017). La mayor amenaza para la salud humana la representa la exposición a niveles de dosis bajos a lo largo de los efectos directos a corto plazo de dicha exposición no son obvios en una primera etapa.

Es necesario también tener en cuenta, que aún no se ha demostrado científicamente que exista una correlación lineal entre el aumento en la cantidad de fertilizante aplicado a los suelos agrícolas y el aumento en la producción de las cosechas; sin embargo, estos incrementos sí contribuyen a una baja eficiencia en el uso de nutrientes y a su vez en los mismos rendimientos más bajos en las cosechas paralelamente con graves problemas ambientales.

También los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son un grupo importante de los contaminantes orgánicos semi-volátiles persistentes en el suelo y representan un amplio grupo de moléculas diferentes, constituidas por dos o más anillos de benceno no substituidos fusionados cuando se comparte un par de átomos de carbonos entre ellos. Estos entran en el suelo y pueden ser atenuados o degradados por una serie de procesos físico-químicos y biológicos como la volatilización y/o la foto-oxidación a la atmósfera, la absorción irreversible a la materia orgánica del suelo, lixiviación al agua subterránea, la pérdida abiótica

(influencia de la fluctuación de la temperatura estacional diaria), la absorción por las plantas o la degradación microbiana. La presencia de HAP en los alimentos no procesados es muy baja y se rige por su relativa solubilidad en agua y disolventes orgánicos. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos se acumulan en los tejidos lipídicos de plantas y animales, pero no tienden a acumularse en los tejidos vegetales con un alto contenido de agua.

En República Dominicana mediante la Ley 64-00 - Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales Santo Domingo, República Dominicana. 2000, se definen las reglas sobre la contaminación al Medio Ambiente en general.

Esta Ley propende por la protección de los recursos naturales, la disminución de su vulnerabilidad, la reversión de las pérdidas recurrentes por uso inadecuado del medio ambiente y los recursos naturales. La Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.



Sobre la contaminación de los suelos define:

*Capítulo III* | DE LA CONTAMINACIÓN  
DEL SUELO

**Art. 90.** Con el objeto de evitar la contaminación de los suelos, se prohíbe:

- 1) Depositar, infiltrar o soterrar sustancias contaminantes, sin previo cumplimiento de las normas establecidas;
- 2) Utilizar para riego las aguas contaminadas con residuos orgánicos, químicos, plaguicidas y fertilizantes minerales; así como las aguas residuales de empresas pecuarias y albañales, carentes de la calidad normada;
- 3) Usar para riego las aguas mineralizadas, salvo en la forma dispuesta por el organismo estatal competente;
- 4) Utilizar productos químicos para fines agrícolas u otros, sin la previa autorización de los organismos estatales competentes;
- 5) Utilizar cualquier producto prohibido en su país de origen.

**Art. 91.** Se prohíbe cualquier actividad que produzca salinización, laterización, aridización, desertificación, así como cualquier otra degradación del suelo, fuera de los parámetros establecidos.

En la actualidad se dispone de un amplio abanico de tecnologías de recuperación de suelos contaminados, algunas de aplicación habitual y otras todavía en fase experimental, diseñadas para aislar o destruir las sustancias contaminantes alterando su estructura química mediante procesos generalmente químicos, térmicos o biológicos.

Su aplicación depende de las características del suelo y del contaminante, de la eficacia esperada con cada tratamiento, de su viabilidad económica y del tiempo estimado para su desarrollo (Reddy et al., 1999). Según la forma en la que se apliquen las técnicas de recuperación de suelos se habla de tratamientos in situ, que actúan sobre los contaminantes en el lugar en el que se localizan, y

tratamientos ex situ, que requieren la excavación previa del suelo para su posterior tratamiento, ya sea en el mismo lugar (tratamiento on-site) o en instalaciones externas que requieren el transporte del suelo contaminado (tratamiento off-site). Los tratamientos in situ requieren menos manejo, pero por lo general son más lentos y más difíciles de llevar a la práctica dada la dificultad de poner en contacto íntimo a los agentes de descontaminación con toda la masa de suelo contaminada. Los tratamientos ex situ suelen ser más costosos, pero también más rápidos, consiguiendo normalmente una recuperación más completa de la zona afectada.

<i>Tipo de Tratamiento</i>		<i>Tratamiento</i>	<i>Aplicación</i>
Descontaminación	Físico-Químico	Extracción	In situ
		Lavado	Ex situ
		Flushing	In situ
		Electrocinética	In situ
		Adición de enmiendas	In situ
		Barreras permeables activas	In situ
		Inyección de aire comprimido	In situ
		Pozos de recirculación	In situ
		Oxidación ultravioleta	Ex situ
		Biológico	Biodegradación asistida
	Biotransformación de metales		In situ
	Fitorrecuperación		In situ
	Bioventing		In situ
	Landfarming		Ex situ
	Biopilas		Ex situ
	Compostaje		Ex situ
	Lodos biológicos		Ex situ
	Térmico	Incineración	Ex situ
		Desorción térmica	Ex situ
	Mixto	Extracción multifase	In situ
Atenuación natural		In situ	
Contención		Barreras verticales	In situ
		Barreras horizontales	In situ
		Barreras de suelo seco	In situ
		Sellado profundo	In situ
		Barreras hidráulicas	In situ
Confinamiento		Estabilización físico-química	Ex situ
		Inyección de solidificantes	In situ
		Vitrificación	Ex situ-In situ

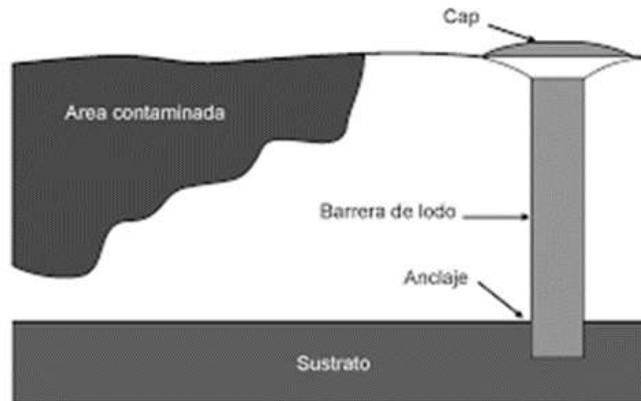
Tomado de Informe de Vigilancia Tecnológica sobre técnicas de recuperación de suelos contaminados. (2007)

### Técnicas de contención

Las técnicas de contención se emplean para prevenir o reducir significativamente la migración de los contaminantes orgánicos e inorgánicos en suelos y aguas subterráneas. No requieren la excavación del suelo y son típicamente de bajo coste, aunque sí necesitan de inspecciones periódicas

## BARRERAS VERTICALES.

Instalación de barreras de muros pantalla que requieren la excavación de zanjas profundas de hasta 100 metros que son rellenas con materiales aislantes (cemento y bentonita u hormigón); inyección vertical a presión (hasta 50 m de profundidad) formando pilotes constituyendo una barrera subterránea profunda y tableado metálico (perfiles de acero que se hincan en el suelo sobre una base permeable hasta 30 metros de profundidad).



Tomado de Métodos de Recuperación de suelos contaminados de Sergio Costa Lamela en <https://slideplayer.es/slide/10546384>

## BARRERAS HORIZONTALES.

Mediante la excavación de zanjas que se rellenan con material sellante.

## BARRERAS DE SUELO SECO.

Esta técnica de recuperación de suelos degradados permite incrementar su capacidad natural de retención de las sustancias contaminantes líquidas. De este modo se impide el paso del contaminante al agua subterránea. Se emplean pozos verticales u horizontales por los que se hace pasar aire seco hasta la zona afectada. El agua contaminada se elimina en la superficie. Permite contener la contaminación del suelo en ambientes sub superficiales donde otras técnicas no son viables.

Muchas de las técnicas que se utilizan actualmente para la descontaminación de suelos, están resumidas en TECNICAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS, DEGRADADOS O EMPOBRECIDOS en <https://www.posada.org/tecnicas-de-recuperacion-de-suelos-contaminados-degradados-o-empobrecidos/>

En la búsqueda realizada en literatura no patente se hallaron también algunos materiales de referencia sobre el tema que resultan importantes, entre ellos:

1. Huanaco Coscco, E.H. Tesis (2019) "POTENCIAL DEL BIOCHAR PARA LA REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON METALES".

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES. CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Universidad Científica del Sur. Lima. Perú.

En este trabajo se sustenta el uso del biochar como una alternativa con mucho potencial para remediar suelos contaminados con metales pues posee la capacidad de reducir in situ la movilidad y biodisponibilidad de estos elementos gracias a los procesos de absorción determinado por los diferentes mecanismos fisicoquímicos que se producen en la interacción biochar-metal; así también, la gran variedad de materia prima, biomasa residual, del cual se puede obtener el biocarbón representa una de las mayores ventajas de esta alternativa. Sin embargo, casi todos los estudios se han realizado en laboratorios en condiciones definidas; por ende, destacan que hacen falta muchos ensayos de campo que afronten los problemas como la contaminación múltiple. Además, el biocarbón, como enmienda al suelo mejora sus propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, contribuyendo de esta manera a la seguridad alimentaria, la salud pública y la gestión sostenible de los recursos. Por otro lado, representa también una tecnología de emisión negativa frente al cambio climático por su potencial de secuestro de carbono.

2. Arenaza Fababa, Sergio (2021) Tesis sobre Aplicación de Vermicompost para la remediación de suelos contaminados por metales pesados: Revisión Sistemática. FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL. Universidad Cesar Vallejo. Lima. Perú.

El vermicompost se obtiene en un proceso que implica la acción en conjunto de microorganismos y lombrices de tierra, en el que los desechos orgánicos se reciclan y del cual se obtiene un material similar al humus. La investigación realizada demostró que la utilización de vermicompost para la reducción de la disponibilidad o inmovilización de metales pesados en el suelo se considera altamente gratificante y eficiente según el análisis de datos de la literatura, otra razón para la disminución de la concentración y movilidad de estos metales pesados se debe también, al secuestro de las lombrices de tierra por medio de su metabolismo.

En cuanto al beneficio ambiental estos no generan efectos negativos al ambiente y contribuyen a la mejora y estabilización del suelo, debido a las fuentes naturales que se usan para su obtención. En el aspecto social, es asequible, y en relación a costo-beneficio suplantando el costoso precio comparado a otras técnicas de remediación de suelo.

3. Cuya Flores, Jhoset Junior y Varda Mayer, Carlos Alexander (2022) Tesis sobre Tecnologías Físicas y Biológica en la Remediación de Suelos Contaminados de PHs con un Enfoque Ecológico y Sostenible: Revisión sistemática FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL. Universidad Cesar Vallejo. Lima. Perú.

Esta revisión demostró que la biorremediación es un proceso productivo y atractivo que utiliza la actividad microbiana para remediar, limpiar, gestionar y rehabilitar el medio ambiente contaminado. Los procesos de biodegradación natural se han mejorado con la biorremediación, que se considera una técnica para limpiar la contaminación. En comparación con los métodos fisicoquímicos, la biorremediación es un método muy activo sin alterar los entornos contaminados. Mediante el primer objetivo de estudio se concluye que la técnica física es más la usada, y aunque la técnica biológica fue por poco menos aplicada presenta un enfoque ecológico y sostenible. Así mismo, entre la técnica biológica el tratamiento de biorremediación empleando bacterias y hongos fue la más usada. Mientras que con la técnica física el método in situ fue la más usada.

En el segundo objetivo, se define que el promedio de la tasa de eliminación porcentual de cada tecnología generada para la remediación de suelos contaminados de PHs se encuentra en un promedio alto para los tratamientos biológicos con un 80 a 90% y una tasa de eliminación media para los tratamientos físicos, presentando un porcentaje del 40 al 80%.

Por último, al analizar los efectos de los PHs en el medio ambiente y la salud humana causado por suelos contaminado, se tiene que los efectos que más se presentan por la contaminación de los PHs en el medio ambiente son en suelos agrícolas y en la vegetación. Donde, los efectos en los suelos agrícolas resaltan los problemas de fertilidad del suelo, y las alteraciones en las propiedades físicas y químicas, así como la germinación de las plantas de cultivos.

4. Arroyo Maravi, Alessandra Kelly y Palacios Gutierrez, Patricia Rosa (2020) Tesis sobre Revisión Sistemática: Métodos de remediación biológica de metales pesados para la remediación de suelos contaminados” FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.Universidad Cesar Vallejo. Lima. Perú.

Se revisaron los métodos eficientes de remediación biológica de metales pesados que influyen en la remediación de suelos contaminados. Donde el método de remediación microbiana obtuvo una eficiencia de 100%, 96.8%, 61,0% y 66% respectivamente según los artículos revisados. Por otro lado, el método fitorremediación obtuvo una eficiencia de 87%, 70,6%, 66 % y 59%. Se llegó a reconocer las condiciones de operación en los métodos de remediación biológica de metales pesados que influyen en la remediación de suelos contaminados. Debido a que, existen variaciones en las condiciones de operación según los resultados de los artículos revisados. Lo cual, estas condiciones de operación fueron pH, temperatura y tiempo donde en el método de remediación microbiana el pH fue de (6.5, 8.4, 7.03 y 7.6), temperatura (25 ° y 30 °C) y en el tiempo (21 días, 24 horas, 10 meses y 20 días). Igualmente, en la fitorremediación el pH fue de (7, 6.72, 8.4, 7.6, 7.8 y 8.5), temperatura (75 °C, 60 °C, 34 °C, 25 °C, 105 °C y 30 °C) y en el tiempo (103 días, 12 meses, 105 días, 60 días, 6 meses y 7 días)

De igual manera, se explica las ventajas y desventajas en la remediación biológica de metales pesados que influyen en la remediación de suelos contaminados. El

método de remediación microbiana es un método biológico y ecológico que comprende buenas perspectivas en remediación de suelos con metales pesados.

Sin embargo, la desventaja del estudio es que los metales pesados como el Cd es una amenaza para los ecosistemas y cadena alimentaria, a la vez, su recuperación de suelo es de largo plazo.

Por otro lado, el método de fitorremediación es un método viable y eficiente para el tratamiento de suelos contaminados por metales pesados, sin embargo, la desventaja del método es una preocupación ambiental por las operaciones industriales y sus impactos.

En conclusión, se expresa los métodos de remediación biológica de metales pesados que mejoran la remediación de suelos contaminados como la remediación microbiana y fitorremediación que se emplean para suelos contaminados por metales pesados.

##### 5. Chan-Quijano et al. / Botanical Sciences 101 (1): 197-216. 2023

En esta investigación se concluye que el desempeño fisiológico de *Tabebuia rosea* y *Haematoxylum campechianum* indicó que ambas especies presentan mecanismos de respuesta fisiológica, lo suficientemente robustos a concentraciones como las utilizadas en este estudio, para aclimatarse y sobrevivir en suelos contaminados con PC. Si bien la plasticidad fisiológica encontrada en las diferentes variables evaluadas fue baja, fue posible determinar que *T. rosea* podría ser más sensible a la presencia del contaminante, en comparación con *H. campechianum*, ya que esta última presentó menor variabilidad en su respuesta fisiológica en todos los tratamientos, lo que hace a esta especie la mejor candidata a procesos de remediación a concentraciones de PC similares a las presentadas en este trabajo. Finalmente, ambas especies presentaron un efecto de hormesis ante la presencia del petróleo crudo a bajas concentraciones; sin embargo, es posible que un mayor estrés derivado de concentraciones más altas podría impactar negativamente sobre su crecimiento y desarrollo, como lo han demostrado trabajos previos (Pérez-Hernández et al. 2013, 2017).

En el análisis de la fuente de información de patentes sobre la temática en la búsqueda de alternativas de solución a la mitigación de la contaminación de los suelos se basa en que el sistema de Propiedad Industrial, a través de la divulgación de la información de patentes que promueve el propio sistema, favorece la gestión de la innovación, así como la transferencia y difusión de la tecnología, incluida la tecnología climáticamente inteligente, facilitando la apropiación de esos nuevos conocimientos permitiendo su asimilación en la gestión de la innovación. Los derechos de PI, además de proporcionar incentivos para desarrollar nuevas soluciones técnicas, también ayudan a difundir conocimientos para la innovación en los lugares que más lo necesiten, a través, por ejemplo, de acuerdos de licencia o empresas conjuntas y facilitando paralelamente la apropiación del conocimiento de las tecnologías de dominio público.

El objetivo de este **Boletín de Alerta en el tema de Remediación de suelos contaminados** sobre la base de las denominadas patentes verdes tiene como fin acercar a investigadores y decisores, información de patente sobre la temática y a su vez cuando estas no posean derechos de patentes vigentes en el territorio nacional, se facilita la asimilación del conocimiento divulgado en estas, sin el desembolso de pagos por conceptos de uso y acelerando el proceso de I+d+i e invirtiendo menos recursos.

Los resultados que mostramos en este boletín de alerta se basó en una búsqueda en bases de datos de patentes denominada: PATENTSCOPE de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI) y LATIPAT correspondiente a países de América Latina incluyendo la base de patentes de España. La estrategia se aplicó en el campo de las reivindicaciones.

La estrategia de búsqueda utilizada se basó en la conjugación de las palabras clave: ***soils and (bioremediation or remediation or decontamination)*** en el campo de las reivindicaciones donde se define el alcance técnico-legal de la invención y sus particularidades. Las patentes seleccionadas fueron las siguientes:

#### **CN111748351B (2020)**

MODIFICADOR PARA REPARAR SUELO CONTAMINADO CON METALES PESADOS Y MÉTODO DE PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL MODIFICADOR

Solicitante: SHENGSHI ECOLOGÍA ENV CO LTD

La invención describe un modificador para reparar suelos contaminados con metales pesados. El modificador se prepara a partir de las siguientes materias primas en partes en peso; 30 a 60 partes de zeolita modificada; 10-50 partes de cal, 5-10 partes de escoria de alto horno; 10-15 partes de fertilizante orgánico, 5-10 partes de ácido húmico y 5-10 partes de un agente microbiano, donde la zeolita modificada se forma mezclando zeolita calcinada y un modificador mixto, la masa del modificador mixto representa 10- 20% en peso de la masa de la zeolita modificada, y el modificador mixto se forma mezclando fosfato y Cyanex 301 según la relación de masa de (2-4): 1; la invención describe además un método de preparación del modificador y la aplicación del modificador en la remediación de suelos contaminados con metales pesados. El modificador preparado por el método es adecuado para varios suelos contaminados con metales pesados y tiene las ventajas de variedades de metales de acción múltiple, bajo costo, reutilización de recursos, protección ambiental ecológica, remediación acorta período, buen efecto, alta eficiencia, aumento de la fertilidad del suelo y similares.

Para reparar suelos contaminados con metales pesados, se utiliza un producto de materias primas en partes en peso: 30-60 partes de zeolita modificada, 10-50 partes de cal, 5-10 partes de escoria de alto horno, y 10-15 partes de fertilizante orgánico, 5-10 partes de ácido húmico y 5-10 partes de agentes microbianos;

La zeolita modificada se forma mezclando zeolita calcinada y un modificador mixto, la masa del modificador mixto representa el 10-20 % en peso de la masa de la zeolita modificada, y el modificador mixto está compuesto de fosfato y Cyanex 301. Se mezcla de acuerdo con la relación de masa de 2-4:1, y la fórmula química de Cyanex 301.

El abono orgánico es estiércol de pollo, estiércol de cerdo o estiércol de oveja. El número de bacterias viables del agente microbiano es de 200-300 millones por gramo. El fosfato en el modificador mixto es fosfato de amonio.

El método de preparación de la enmienda para reparar suelos contaminados con metales pesados comprende los siguientes pasos:

- (1) Pesar cada materia prima en partes por peso;
- (2) Mezcle la zeolita modificada, la escoria de alto horno y el fertilizante orgánico para obtener la mezcla 1, y mezcle la cal y el ácido húmico para obtener la mezcla 2;
- (3) Deje reposar la mezcla 1 y la mezcla 2 durante 0,5-2 horas respectivamente, luego combine y mezcle bien, luego agregue el agente microbiano y mezcle bien para obtener.

La zeolita modificada se realiza de acuerdo con los siguientes pasos: en condiciones de agitación, a 200-300°C, agregando una modificación mixta a la zeolita calcinada. La zeolita modificada se obtiene después de un tratamiento con radiación de microondas durante 0,5-1 hora, luego un tratamiento ultrasónico durante 0,5-1 hora y enfriamiento a temperatura ambiente; donde la potencia de radiación de microondas es 1000-1200W y la potencia ultrasónica es 1500-2000W. La potencia de la radiación de microondas es de 1100W, y la potencia de la onda ultrasónica es de 1800W preferentemente.

### **WO2021226698A1 (2021)**

#### **MÉTODOS Y SISTEMAS PARA ESTIMULAR LA DEGRADACIÓN BIOLÓGICA DE HIDROCARBUROS EN SUELOS CONTAMINADOS**

Solicitantes MAT CIENCIA AMBIENTAL INC [CA]

La biorremediación implica el uso de procesos biológicos para degradar y eliminar contaminantes del medio ambiente. El proceso de biorremediación utiliza microorganismos para convertir compuestos químicos, como la gasolina, en energía, masa celular y productos de desecho biológicos. Por lo general, el proceso de remediación se lleva a cabo de una de dos maneras: (1) se extrae el suelo y luego se trata o (2) el proceso de remediación se lleva a cabo in situ. Este documento analiza los sistemas y métodos de uso de bacterias residentes y /o de origen natural en la remediación de suelos. Se agrega una solución química al suelo que comprende uno o más de ácido nítrico, citrato de amonio férrico, trifosfato de sodio y sulfato de magnesio. La biodisponibilidad del fósforo puede

limitar la biodegradación de la gasolina en suelos calcáreos. La adición de uno o más citratos puede aumentar la degradación de hidrocarburos y estimular la actividad microbiana anaeróbica, y aumentar la biodisponibilidad de fósforo. Al aumentar las concentraciones de citrato mediante adiciones a nuestros suelos, la cantidad de fósforo adsorbido disminuye, lo que permite un mayor transporte de fósforo. En algunos casos, la inyección de dichos productos químicos en el suelo estimula la actividad microbiana para degradar los hidrocarburos y remediar el suelo.

La propuesta del método de tratamiento in situ de suelos contaminados con hidrocarburos en un sitio impactado, comprende: inyectar productos químicos líquidos in situ a través de una pluralidad de pozos de inyección en el suelo contaminado con hidrocarburos, que se encuentra debajo de la superficie del suelo en el sitio impactado, en el que los productos químicos líquidos se seleccionan para bioestimular un proceso de degradación microbiana de hidrocarburos para remediar el sitio impactado, en el que la inyección de productos químicos líquidos es controlada por un controlador; y monitorear el proceso de degradación microbiana usando una pluralidad de pozos sensores, que están ubicados dentro del suelo contaminado con hidrocarburos.

La pluralidad de sensores comprende uno o más de un sensor de oxígeno, un sensor de dióxido de carbono, un sensor de metano, un sensor de hidrocarburos, un sensor de temperatura, un sensor de conductividad eléctrica y un sensor de humedad. La pluralidad de pozos sensores comprende el sensor de oxígeno, el sensor de dióxido de carbono y el sensor de hidrocarburos.

El tubo sensor ubicado en el pozo sensor; y el módulo sensor que forma parte del tubo sensor, teniendo el módulo sensor: una parte sensora dentro del tubo sensor; un puerto en el tubo del sensor en comunicación fluida con la parte de detección; y un filtro permeable a los fluidos entre la parte de detección y el puerto. Cada tubo sensor tiene una pluralidad de módulos sensores espaciados longitudinalmente a lo largo del tubo sensor a diferentes profundidades respectivas en el pozo del sensor.

El método comprende además ajustar con el controlador la inyección de los productos químicos líquidos en respuesta a los datos del sensor de la pluralidad de sensores para mantener una tasa del proceso de degradación microbiana dentro de un rango predeterminado. El ajuste comprende además aumentar uno o más de la concentración de productos químicos líquidos y el caudal de los productos químicos líquidos si se detecta una o más de las siguientes situaciones:

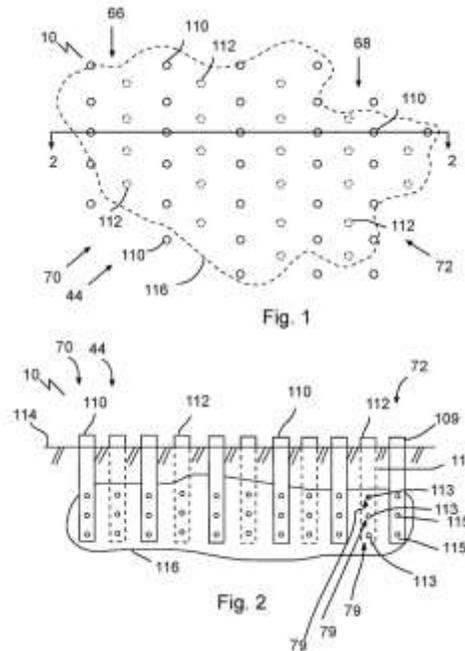
- Unas tasas de cambio en los niveles de oxígeno están fuera de un rango predeterminado;
- Una tasa de cambio en los niveles de dióxido de carbono está fuera de un rango predeterminado;
- Una tasa de cambio en los niveles de metano está fuera de un rango predeterminado;

- Una tasa de cambio en los niveles de hidrocarburos está fuera de un rango predeterminado;
- Una tasa de cambio en los niveles de temperatura está fuera de un rango predeterminado;
- Los niveles de pH están fuera de un rango predeterminado; o los niveles de humedad están fuera de un rango predeterminado.

Cada estación de dosificación comprende, aguas abajo del depósito de producto químico líquido: una válvula de control conectada al depósito de producto químico líquido; un depósito columnar conectado a la válvula de control; una bomba conectada al depósito columnar; un sensor de la estación de dosificación conectado para detectar el nivel o la presión en el depósito en columna; y un controlador de inyección conectado al sensor de la estación de dosificación y conectado para operar la bomba y la válvula de control para proporcionar un caudal predeterminado de producto químico líquido corriente abajo. Los productos químicos líquidos comprenden ácido nítrico, citrato de amonio férrico, tripolifosfato de sodio y sulfato de magnesio. La inyección de los productos químicos líquidos a uno o más de 1-5 litros por minuto y entre 0 y 10 libras por pulgada cuadrada (psi). Además, inyectar los productos químicos líquidos a 0,1-1 mmol/L.

El suelo contaminado con hidrocarburos está delimitado y define un volumen de suelo debajo de la superficie del suelo en el sitio impactado, que además comprende determinar los límites del volumen de suelo, en el que la perforación e instalación comprende distribuir la pluralidad de pozos de inyección sobre el volumen de suelo para permitir la inyección de los productos químicos líquidos para saturar el volumen de suelo.

Esta propuesta de sistema de remediación de suelos contaminados con hidrocarburos que comprende: uno o más depósitos químicos líquidos; un inyector conectado a uno o más depósitos de productos químicos líquidos; una red de pozos de inyección conectados al inyector, penetrando la pluralidad de pozos de inyección en el suelo contaminado con hidrocarburos por debajo de la superficie del suelo en un sitio impactado; una red de pozos sensores de agotamiento de hidrocarburos, dispuesta dentro de la red de pozos de inyección, penetrando los pozos sensores de agotamiento de hidrocarburos en la superficie del suelo en el sitio impactado; y un controlador conectado para recibir datos de sensores de los pozos de sensores de agotamiento de hidrocarburos y para controlar el inyector para dispensar productos químicos líquidos en el suelo contaminado con hidrocarburos a través de los pozos de inyección. En la siguiente imagen se presentan detalles del sistema.



**KR102068941B1 (2019)**

**SISTEMA DE REMEDIACIÓN DE TIPO COMPACTO DE SUELOS CONTAMINADOS COMPLEJOS**

Solicitante: CHEUK CHEON IND CO. LTD.

De acuerdo con la presente invención se refiere a un sistema de purificación de suelo contaminado compuesto compacto capaz de tratar simultáneamente suelo compuesto contaminado con petróleo y metales pesados, que incluye un transportador de transporte de suelo contaminado , una lavadora de mezcla, un dispositivo de clasificación de vibración húmeda, un transportador de descarga de grava limpia, un primer hidrociclón, un depurador de atrición, un deshidratador de lavado por vibración, un transportador de descarga de arena limpia, un segundo hidrociclón, un desarenador, un tanque de sedimentación y un filtro prensa de tanque de concentración.

El sistema de purificación de suelo contaminado complejo y compacto, y más particularmente, a contaminar componentes complejos con aceite y metales pesados mientras se minimizan los sitios de instalación, se refiere a un sistema de purificación de suelo contaminado complejo y compacto capaz de tratar simultáneamente el suelo.

Recientemente, los métodos para restaurar suelo contaminado se pueden dividir en métodos físicos y químicos tales como lavado de suelo, incineración, solidificación, estabilización y extracción con solvente, y métodos biológicos tales como cultivo de suelo, compostaje, bio-aventura y restauración de plantas. Entre estos métodos, el método de lavado del suelo es relativamente fácil y puede restaurar rápidamente el suelo contaminado.

El método de limpieza del suelo contaminado es una técnica para debilitar la tensión superficial de los contaminantes orgánicos nocivos unidos a las partículas del suelo mediante el uso de un agente de limpieza adecuado o para separar los metales pesados en fase líquida para separarlos de las partículas del suelo. Por otro lado, existe una ventaja que se puede aplicar independientemente del tipo de contaminantes.

El método de lavado del suelo se divide en método in situ y método ex situ, y el método in situ no excava suelo contaminado y no excava suelo contaminado, pozo de inyección de solución de lavado, pozo de descarga de solución de lavado, tratamiento de efluentes de lavado instalación, instalación de bombeo e instrumentación. Soil Flushing, que limpia los suelos contaminados haciendo circular el limpiador dentro del suelo contaminado que se va a tratar mediante la instalación de tratamiento de materiales volátiles en un sitio contaminado. El método de lavado de suelo se basa principalmente en el método Ex-situ.

Consta de un transportador de transporte de suelo contaminado dispuesto a lo largo de una primera dirección en la que se suministra suelo contaminado y se descarga la torta deshidratada para que el suelo contaminado se transporte cuantitativamente; y se gira la tierra contaminada dispuesta en un extremo del transportador de transporte de tierra contaminada. Mezcle la lavadora para lavar rociando el agua de lavado mientras la transporta en la primera dirección a; Y un dispositivo clasificador vibrante húmedo para generar un transportador de descarga de grava limpia dispuesto a lo largo de una segunda dirección para cruzar el transportador de transporte de tierra contaminada para descargar la grava limpia para definir un sector central y un primer sector periférico del sistema. Y un suelo dispuesto en el sector central del sistema e introducido desde el tamiz húmedo vibratorio. Realizar una separación por tamaño de partículas con respecto al primer hidrociclón para descargar partículas más pequeñas que el primer tamaño de partículas de referencia a la primera salida, y descargar las partículas más grandes que el primer tamaño de partículas de referencia a la primera salida b; y al primer hidrociclón.

La fricción principal se proporciona en el cuerpo principal y se dispone adyacente para formar el exterior, de modo que los metales pesados se eluyen de las partículas más grandes que el primer tamaño de partícula de referencia descargado de la primera salida b del primer hidrociclón que se va a lavar con ácido unidad de limpieza y una unidad de limpieza por subfricción; y un aparato de deshidratación de lavado por vibración dispuesto junto al depurador de atrición para deshidratar el agua de las partículas descargadas del depurador de atrición para generar arena limpia y limpiar la cruz mientras se cruza con el transportador de transferencia de suelo para que sea paralelo al transportador de descarga de grava limpia.

El transportador de descarga de arena limpia dispuesto a lo largo de una segunda dirección en la que se descarga arena para convertirse en una referencia para definir un sector central y un segundo sector periférico del sistema; y un suelo

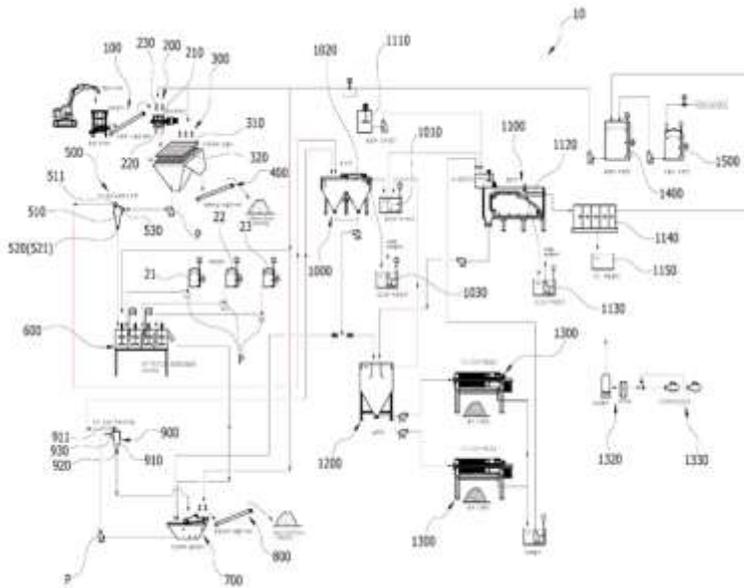
dispuesto en el segundo sector periférico y sometido al dispositivo de lavado y escurrido por vibración.

Un segundo hidrociclón que realiza la separación del tamaño de partículas en forma húmeda para descargar partículas más pequeñas que el segundo tamaño de partículas de referencia al segundo puerto de descarga a y descargar partículas más grandes que el segundo tamaño de partículas de referencia al segundo puerto de descarga b; y dispuestos en el segundo sector periférico.

Un tanque de sedimentación que recibe tierra fina del primero, una salida de descarga del primer hidrociclón y una segunda salida de descarga del segundo hidrociclón para permitir que la gravedad de la tierra fina se asiente en el fondo; y dispuestos en el segundo sector periférico. Un tanque de sedimentación que recibe suelo fino que no ha sido precipitado y depositado en el fondo usando un floculante; y se dispone en el sector central. Un tanque de espesamiento conectado al extremo de descarga del tanque preliminar y el tanque de sedimentación para almacenar el lodo descargado en el tanque de sedimentación y el tanque de sedimentación para generar lodo concentrado separado por gravedad; y un lodo concentrado dispuesto en el primer sector periférico y descargado del tanque de espesamiento.

Un filtro prensa para descargar agua para producir un lodo concentrado como una torta deshidratada, y para descargar el primer lodo en la primera dirección, en el que el lavador de atrición forma una apariencia y contiene un limpiador ácido provisto en un tanque químico en el mismo.

Un eje de transmisión principal que está acoplado de forma giratoria a una superficie superior de la parte central del cuerpo principal y tiene impulsores principales para realizar la limpieza por fricción principal en suelo contaminado, siendo alargado el eje de accionamiento principal a lo largo de una dirección de altura; el motor impulsor principal está dispuesto en la superficie superior del cuerpo principal para proporcionar una fuerza de rotación al eje impulsor. Una unidad principal de limpieza por fricción que comprende: un impulsor secundario acoplado a la superficie inferior exterior del cuerpo principal para estar dispuesto de forma giratoria para enfrentar los impulsores principales para realizar la limpieza auxiliar por fricción del suelo contaminado. Una unidad de limpieza por fricción secundaria que incluye un eje de transmisión secundario alargado, un motor de transmisión secundario dispuesto en una superficie inferior del cuerpo principal para proporcionar una fuerza de rotación al eje de transmisión secundario, y un elemento intermedio para transmitir la fuerza de rotación del motor de accionamiento secundario al eje de accionamiento secundario y una protuberancia formada para sobresalir continuamente a lo largo de la superficie circunferencial interna del cuerpo principal para que la tierra contaminada no se separe ni se disperse hacia la parte superior e inferior partes del cuerpo principal, maximizando así un efecto de limpieza por fricción en el suelo contaminado. Complejo sistema de depuración de suelos contaminados. En la siguiente imagen se muestra un esquema general del sistema.



**KR102099047B1 (2019)**

**SISTEMA DE REMEDIACIÓN DE TIPO COMPACTO DE SUELOS CONTAMINADOS COMPLEJOS.**

Solicitante: CHEUK CHEON IND CO LTD [KR]

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la presente invención se refiere a un sistema de purificación de suelo contaminado complejo y compacto que permite una operación de gestión eficiente. De acuerdo con una realización de la presente invención, el sistema de purificación de suelo contaminado complejo y compacto comprende un transportador de transporte de suelo contaminado, una lavadora de mezcla, un dispositivo de clasificación por vibración húmeda, un transportador de descarga de grava limpia, un primer hidrociclón, un transportador de metales pesados tipo tambor, un tanque de elución y un dispositivo de drenaje de lavado por vibración, un transportador de descarga de arena limpia, un segundo hidrociclón, un tanque de sedimentación, un tanque de precipitación, un tanque de concentración y un filtro prensa.

En la técnica anterior, el suelo se clasifica a través de un paso de clasificación en seco y un paso de clasificación por aspersion a alta presión, y luego se lava en un tanque de lavado primario y se separa y descarga en un suelo flotante que contiene una gran cantidad de contaminantes y un suelo sedimentario que contiene una pequeña cantidad de contaminantes. Al mismo tiempo, el suelo sedimentario separado se lava en el tanque de lavado secundario y se descarga por separado al suelo fino y al suelo granulado para deshidratar el suelo granulado y restaurarlo al suelo restaurado, y el suelo fino se precipita, coagula y deshidrata juntos con la tierra suspendida descargada del tanque de lavado primario. Es una

tecnología que produce lodos contaminados para su eliminación a través de un proceso y neutraliza y recicla los agentes de limpieza contaminados.

En particular, la tecnología de lavado de suelo convencional tiene una característica de baja eficiencia de purificación cuando el suelo que se va a aplicar contiene una gran cantidad de suelo fino, lo que se debe a la característica del suelo fino que tiene un área de superficie específica alta y una gran cantidad de suelo fino. cantidad de sitio de adsorción. En comparación con el caso, los contaminantes orgánicos e inorgánicos se adsorben más fuertemente, por lo que es difícil desorción a través del método de purificación, por lo que el costo de instalación es alto en términos de economía, respeto al medio ambiente, trabajabilidad y seguridad del sistema de purificación, y hay muchos sitios de instalación del sitio para el sistema de purificación.

El transportador de transferencia de suelo contaminado que se dispone a lo largo de una primera dirección en la que se suministra suelo contaminado y se descarga una torta deshidratada, para que el suelo contaminado se transfiera de manera cuantitativa; Lavadora de mezcla rociada por agua de lavado mientras se transporta en la primera dirección de una manera; y, al final de la lavadora de mezcla, el suelo que tiene un cierto tamaño de partícula o menos pasa a través del suelo contaminado, y el suelo que es más grande que un cierto tamaño de partícula no pasa y es grava limpia. generado; Y, la descarga de grava limpia que es una referencia para definir el sector central y el primer sector periférico del sistema se dispone a lo largo de la segunda dirección para cruzar el transportador de transporte de suelo contaminado para descargar el transportador de grava limpia; Y, el tamaño de partícula más pequeño que el primer tamaño de partícula de referencia se descarga al puerto de descarga 1a al realizar la separación del tamaño de partícula en el suelo que se dispone en el sector central del sistema y se humedece del dispositivo de clasificación por vibración húmeda, y es más grande que el primero tamaño de partícula de referencia. Un primer hidrociclón para descargar las partículas a la primera salida b; Y, dispuesto junto al primer hidrociclón para eluir metales pesados de partículas más grandes que el primer tamaño de partícula de referencia descargado desde la primera salida b del primer hidrociclón Un tanque de elución en el que se introduce el agua tratada, un tambor giratorio instalado dentro del elución tanque para permitir que los metales pesados unidos químicamente al suelo contaminado se eluyan mediante el uso de una fuerza de caída del suelo contaminado, y el tambor giratorio al tanque de elución.

Un tanque de elución de metales pesados tipo tambor que incluye un dispositivo giratorio que flota y gira en su interior, y un dispositivo de deshidratación por lavado por vibración dispuesto junto al tanque de elución de metales pesados tipo tambor para deshidratar la humedad de las partículas descargadas del tanque de elución de metales pesados tipo tambor para generar arena limpia. ; Y, el transportador de descarga de arena limpia que está dispuesto a lo largo de la segunda dirección en la que se descarga la arena limpia cuando cruza el transportador de transporte de tierra contaminada para ser paralelo al transportador de descarga de grava limpia es un estándar para definir un sector

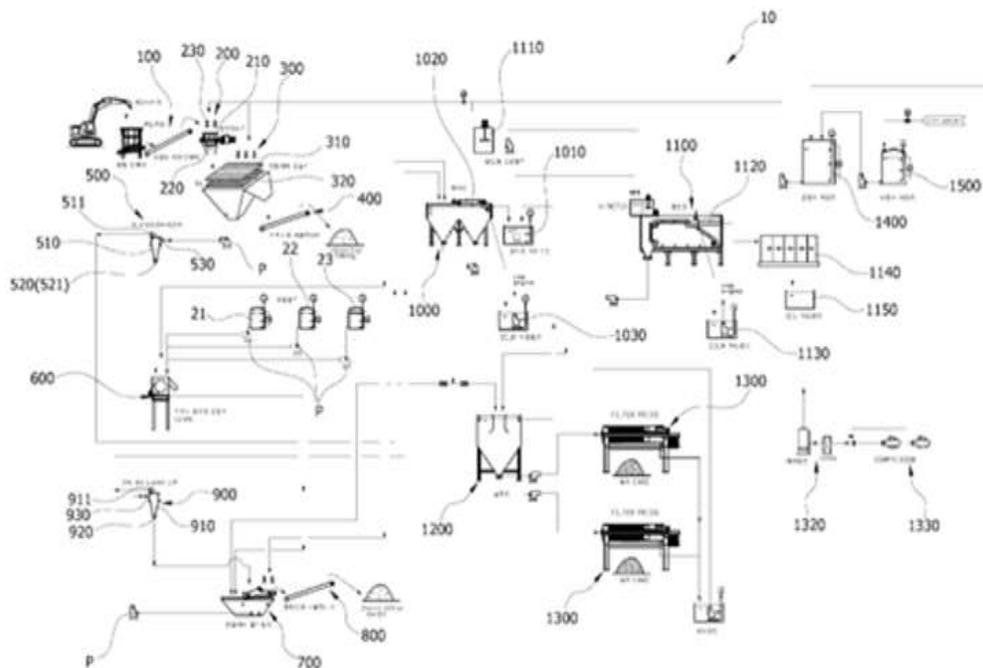
central y un segundo sector periférico del sistema. ; Y, dispuesto en el segundo sector periférico al suelo a través del dispositivo de deshidratación de lavado por vibración Un segundo hidrociclón que realiza la separación granulométrica de manera húmeda para descargar partículas menores al segundo tamaño de partícula de referencia a la salida 2a y partículas mayores a la segunda partícula de referencia tamaño a la salida 2b; y colocado en el segundo sector circundante Un tanque de sedimentación que recibe el sedimento fino del primero un puerto de descarga del primer hidrociclón y el segundo un puerto de descarga del segundo hidrociclón para permitir que el sedimento fino se asiente por gravedad al piso; y, en el segundo sector periférico se dispone la aguja. Un tanque de sedimentación que recibe el sedimento fino que no ha sido sedimentado en el baño de arena y lo deposita en el suelo mediante un floculante; y un lodo dispuesto en el sector central y conectado a los extremos de descarga del tanque de sedimentación y tanque de sedimentación para descargar el lodo descargado al tanque de sedimentación y tanque de sedimentación

El Tanque de concentración para almacenar y separar lodos concentrados por gravedad; Y, el lodo concentrado descargado del tanque de concentración se dispone en el primer sector circundante para descargar agua para descargar el lodo concentrado en una torta deshidratada y descargar en la primera dirección. Un filtro prensa a incluir; El tambor rotatorio, el primer tamaño de la entrada del tambor de entrada cilíndrico del suelo fino a ser eluido; Y, la tierra fina introducida a través del tambor de entrada gira para girar y los metales pesados se eluyen de la tierra fina Una carcasa de tambor cilíndrico de un segundo tamaño más grande que el primer tamaño en el que se forman una pluralidad de orificios pasantes en su superficie circunferencial exterior y un la primera cuchilla alimentadora giratoria en espiral está formada en su superficie circunferencial interna; y suelos finos de los que se eluyen metales pesados de la carcasa del tambor Incluye; el tambor de salida cilíndrico del primer tamaño está formado en la superficie circunferencial interior para descargarse al exterior del segundo alimentador giratorio helicoidal; el tanque de elución de metales pesados tipo tambor, la carcasa del tambor está formada para sobresalir en la superficie interior de la carcasa del tambor.

La protuberancia de la superficie interior que realiza una función de tirar hacia arriba y dejar caer la tierra contaminada cuando gira y al mismo tiempo dejar caer intensamente el agua tratada en un rango estrecho a través de su salida , y suministre el agua tratada en el saliente de la superficie interior De modo que el lado acoplado a la superficie exterior de la carcasa del tambor en una posición correspondiente a las proyecciones de la superficie interior se forme en forma de un recipiente trapezoidal abierto A medida que gira la carcasa del tambor , una pluralidad de primeros miembros elevadores que tienen una unidad de almacenamiento en la superficie exterior que realiza la función de tirar y dejar caer el agua tratada dentro del tanque de elución hacia arriba; y está formado para sobresalir en la superficie exterior del alojamiento del tambor.

A medida que la carcasa del tambor gira alternativamente con la pluralidad de primeros elementos elevadores, la pluralidad de funciones para extraer el agua

tratada dentro del tanque de elución y distribuirla en una amplia gama a través de los orificios pasantes de la carcasa del tambor para dejarla caer. Incluye; El segundo miembro ascendente; El segundo elemento ascendente, la protuberancia de la superficie exterior formada en dirección radial desde la superficie exterior de la carcasa del tambor y que se extiende en espiral a lo largo de la dirección longitudinal de la superficie exterior de la carcasa del tambor, y desde la protuberancia de la superficie exterior Una primera parte doblada que se extiende en una dirección y una segunda parte doblada que se extiende en la otra dirección opuesta a la primera parte doblada desde la parte sobresaliente de la superficie exterior, el segundo miembro ascendente, la carcasa del tambor es hacia adelante o hacia atrás cuando gira.



**KR20190142005A (2019)**

**MÉTODO DE DISEÑO PARA LA REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS**

Solicitante: UNIVERSIDAD YONSEI IACF [KR]

La presente invención se refiere a un método para diseñar un proceso de purificación biológica para el cultivo de suelos contaminados con petróleo. El propósito de la presente invención es diseñar un proceso de purificación de una manera económica y respetuosa con el medio ambiente utilizando aceleradores de

biodegradación tales como preparaciones microbianas, preparaciones enzimáticas y tensioactivo teniendo en cuenta las características físicas, químicas y biológicas de los suelos contaminados con petróleo que se introducen en el cultivo del suelo.

Ingresar las características físicas, químicas y biológicas del suelo contaminado en la unidad de ingreso de características biológicas; calcular una cantidad de inyección de un agente microbiano apropiado y un período de purificación esperado en base a las características del suelo contaminado en el período de purificación estimado; Y calcular una cantidad de inyección de acelerador de biodegradación, un período de purificación esperado y un costo de purificación en la unidad de acortamiento del período de purificación cuando se usa el acelerador de biodegradación.

LandFarming, que es un método para eliminar los contaminantes del petróleo, extiende el suelo entrante en la superficie y lo invierte regularmente para proporcionar condiciones de biodegradación aeróbica a los microorganismos. El fósforo es el más utilizado en todo el mundo porque induce la biodegradación. El mayor desafío para las empresas que implementan la Ley de Cultivo de Suelos es que lleva mucho tiempo (6 meses a 1 año) cumplir con los estándares. Entre ellos, los problemas de relaves que requieren más de un año de tratamiento debido a que la concentración de la contaminación no se reduce fácilmente por debajo de los criterios de depuración en la depuración de suelos que tienen un alto grado de adsorción o una larga contaminación.

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, el método de purificación biológica para el cultivo de suelo contaminado con petróleo incluye la entrada de características físicas, químicas y biológicas del suelo contaminado en una entrada de propiedad biológica, y las características del suelo contaminado en el período de purificación esperado. Estimar la cantidad de inyección del agente microbiano apropiado, el período de purificación esperado y calcular la cantidad de inyección del acelerador de biodegradación, el período de purificación esperado y el costo de purificación en la unidad de reducción del período de purificación cuando se usa el acelerador de biodegradación.

En el método de diseño del método de purificación biológica para el cultivo del suelo contaminado con aceite de acuerdo con la presente invención, cuando se usa preparación microbiana, preparación enzimática y tensioactivo, es posible estimar el período de purificación esperado y el costo de purificación esperado a través del método de microcosmos y caja de mezclas.

El Método proporciona un método para diagnosticar y realizar técnicas de cultivo de suelo basadas en las características del suelo importado introduciendo características de contaminantes, factores físicos y químicos y factores biológicos. Configurado para salida.

La presente invención tiene como objetivo apoyar el diseño del cultivo del suelo basado en el diagnóstico meta-nómico del suelo. Por lo tanto, los elementos de concentración de la comunidad microbiana mezclados en las propiedades del

suelo existentes se clasificaron como elementos separados como propiedades biológicas. Además, la concentración de la comunidad microbiana se subdividió en concentración microbiana total, concentración microbiana degradante de RBH, concentración microbiana degradante de IBH, índice de diversidad microbiana y resultados generales del análisis de la estructura de la comunidad microbiana para permitir un diagnóstico preciso.

El pH del suelo y la temperatura del suelo, de las propiedades del suelo existentes se mantuvieron porque están directamente relacionados con el crecimiento de microorganismos, y el contenido de agua también se mantuvo porque estaba directamente relacionado con la cantidad de promotor de biodegradación inyectado. Además, se determinó que la distribución y el tamaño de las partículas del suelo, el contenido de materia orgánica del suelo, etc., están relacionados con la adsorción/desorción de contaminantes y se suman a las características del suelo.

### **KR101982969B1 (2018)**

## **EQUIPOS SEPARADORES DE ACEITE PARA SISTEMA DE REMEDIACIÓN DE SUELOS COMPLEJOS CONTAMINADOS**

Solicitante. TSK CORP CO LTD [KR]

La invención se refiere a un equipo separador de agua-aceite para un sistema de remediación de suelos con contaminación compleja, y más específicamente, a un equipo separador de agua-aceite para un sistema de remediación de suelos con contaminación compleja, el cual está configurado para recuperar aceite puro (componentes del aceite ) de materias flotantes (burbujas) de materiales de agua y aceite (burbujas de aceite que contienen humedad) para permitir que el aceite puro se recicle en el otro proceso e instalación. De acuerdo con la presente invención, el equipo comprende: un tanque separador de aceite y agua en el que se determina una cantidad predeterminada de los materiales de agua y aceite suministrados desde una instalación de procesamiento anterior que se almacenan, y el agua de tratamiento, excluyendo las burbujas de humedad flotantes del agua y aceite, se almacena por separado en un lado; un separador de aceite y agua que se forma en la parte superior del tanque de separación de aceite y agua y se proporciona para recoger los componentes de aceite de las burbujas flotantes en el tanque de separación de aceite y agua y luego transferir los componentes de aceite recogidos a una ubicación predeterminada; una cámara de almacenamiento de agua de tratamiento que se instala por separado en un área cerrada al tanque de separación de agua y aceite, y en la que se transfiere el agua de tratamiento almacenada por separado en el tanque de separación de agua y aceite sin burbujas flotantes y recuperado; y un tanque de almacenamiento de aceite que se instala además por separado en un área cercana al tanque de separación de agua y aceite, y en el que los componentes de aceite recogidos de los materiales de agua y aceite por el separador de agua y aceite se transfieren y recuperan.

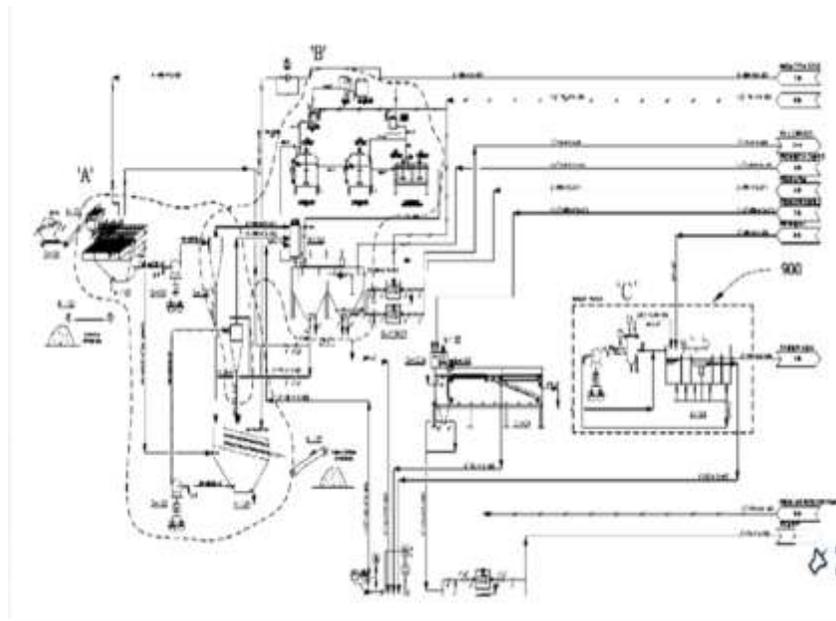
El proceso consta de un tanque de separación de agua en el que se almacena una cantidad predeterminada de materiales solubles en agua suministrados desde la instalación de proceso inmediatamente anterior, y se separa y aloja en un lado, un agua de tratamiento distinta del agua flotante del material a base de agua; una espuma flotante en el agua y un tanque de tratamiento de agua para recolectar y recolectar el componente de aceite del tanque de tratamiento de agua, en donde el agua de tratamiento separada y contenida en el tanque flotante es transportada y recolectada por separado por el tanque de agua de tratamiento.

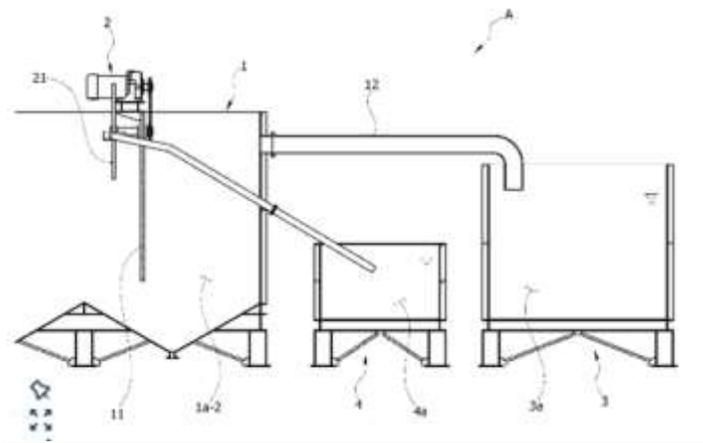
Un depósito de agua de proceso; el tanque de almacenamiento de aceite que se proporciona por separado en las proximidades del tanque de separación de aceite y en el que se transfieren y recuperan los componentes de aceite recogidos del material de separación de aceite por la unidad de separación de aceite, en el que las partes recogidas y transferidas están dispuestas en un lado del disco de adsorción. Una porción de cesta para recoger gotas de componentes de aceite adsorbidos y recogidos en ambas superficies laterales del disco de adsorción; y un camino de flujo para recoger los componentes de aceite recogidos por la parte de la cesta en un estado de estar conectado integralmente a un extremo de la parte de la cesta y conectado al tanque de almacenamiento, en el que la cesta tiene un espacio de recogida del tipo de abertura superior para recoger gotas de componentes de aceite en el mismo, y tiene la forma de una rama en forma de "C" para estar dispuesta estrechamente en ambos lados del disco de adsorción, y el punto intermedio pasa a través del panel divisorio, está doblado hacia abajo para facilitar el transporte de los componentes, y el otro extremo es un tramo que llega al interior del tanque de almacenamiento de aceite y el transporte de agua de tratamiento está conectado a la parte del extremo superior de la pared exterior del segundo espacio dividido para estar dispuesto en el lado superior de la parte de la tubería de transporte.

El sistema de purificación de suelo contaminado incluye un dispositivo de alimentación que tiene una tolva de alimentación y un transportador de alimentación para alimentar el suelo contaminado, y un dispositivo de alimentación para alimentar el suelo contaminado, tierra, que ha sido suministrada para lavar la tierra contaminada suministrada desde el dispositivo de alimentación, Una lavadora de mezcla para rociar y lavar el agua de lavado mientras es transportada por la lavadora de mezcla; y un mezclador húmedo para suministrar el suelo contaminado lavado de la lavadora de mezcla.

Un dispositivo de lavado y clasificación que incluye un dispositivo de clasificación; Un primer hidrociclón para descargar partículas más pequeñas que el primer tamaño de partículas de referencia al primer puerto de descarga y descargar partículas más grandes que el primer tamaño de partículas de referencia al primer puerto de descarga realizando la separación por tamaño de partículas de la misma manera que el primer hidrociclón, a lavado de sistema de deshidratación de arena limpia para deshidratar agua de partículas más grandes que un primer tamaño de partícula de referencia descargado del sistema de deshidratación de arena limpia de lavado para producir arena de lavado; Un segundo dispositivo de clasificación

que incluye un segundo hidrociclón para descargar partículas pequeñas a la salida 2a y descargar partículas más grandes que el segundo tamaño de referencia a la salida 2b. Un baño de decapado ácido que se comunica selectivamente con el segundo tramo del segundo hidrociclón para recoger la tierra fina que ha sido transferida desde el segundo tramo del segundo hidrociclón y un segundo tramo del segundo hidrociclón descargado del segundo tramo del segundo hidrociclón y un aparato de decapado que tiene una válvula de selección de decapado para transferir selectivamente tierra fina a un tanque de decapado con ácido, en el que la válvula selectora de decapado está dispuesta entre el segundo tanque de decapado y el tanque de decapado, una segunda válvula de selección de decapado dispuesta entre el segundo hidrociclón y el sistema de deshidratación de arena limpia; y una segunda válvula selectora de decapado dispuesta entre el segundo hidrociclón y el baño de decapado. Una tercera válvula selectora de decapado dispuesta adyacente a cualquiera de dichos baños de decapado.





### **EP4140607 A1 (2021)**

## **MÉTODO PARA EL TRATAMIENTO DE SUELOS Y LODOS CONTAMINADOS POR METALES PESADOS**

Solicitante: HOLCIM TECHNOLOGY LTD

La invención se refiere a un método para el tratamiento de suelos y lodos contaminados por metales pesados. Los suelos pueden estar contaminados por una existencia natural de metales pesados en los constituyentes minerales del suelo o/y fuentes antropogénicas como desechos industriales.

Se sabe que los metales pesados pueden ser perjudiciales para multitud de especies. En particular, se sabe que las especies solubles de metales pesados son absorbidas por las plantas y contaminan el agua, en particular las aguas subterráneas utilizadas para la agricultura o el agua potable.

Por lo tanto, es un objeto común reducir la presencia de formas solubles de metales pesados en los suelos. Es además un objeto común para remediar sitios contaminados.

Con respecto a la remediación de sitios contaminados, ya se han hecho varios intentos. El Instituto Federal Alemán para la agricultura y la alimentación, por ejemplo, informaba a los agricultores sobre la posibilidad de unir metales pesados con piedra caliza para reducir la concentración de metales pesados en plantas y otros productos agrícolas. Otra alternativa estándar para tratar suelos contaminados por metales pesados es el denominado "lavado de suelos". Se conocen varios métodos para la remediación de suelos por lavado de los metales pesados, tanto in situ como ex situ.

El método ex-situ permite lavar los metales pesados o tratar el suelo con reactivos químicos o el suelo excavado de forma electroquímica. La desventaja es que lleva mucho tiempo, que necesita excavación o lavado del suelo y, por lo tanto, en particular, no se puede usar debajo de los edificios.

En el estado del arte se presenta varias tecnologías o ligantes para estabilizar cationes de metales pesados, pero falta una solución para tratar oxianiones altamente solubles en forma  $MeOx_n^-$ .

La presente invención proporcionar una composición aglutinante compuesta que sea capaz de unir metales pesados de una manera sostenible y rentable en la solidificación de suelos contaminados con dichos metales pesados. El objetivo se resuelve por medio de un aglutinante compuesto que se mezcla con el suelo contaminado para estabilizar los metales pesados.

Los metales pesados son especies oxianiónicas que tienen la fórmula general  $MeOx_n^-$  se sabe que son fácilmente solubles y para los cuales se permiten niveles reglamentarios de contenido lixiviable. Una lista no exclusiva de estos iones incluye  $CrO_4^{2-}$ ,  $MoO_4^{2-}$ ,  $SbO_3^-$ ,  $SeO_4^{2-}$ . Otros metales pesados, tales como As, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb, o sus óxidos pueden estar presentes en el suelo.

La proporción relativamente baja de aglutinante a suelo es suficiente para unir dichos metales pesados de forma duradera y sostenible. El aglutinante compuesto se usa en una dosificación relativamente baja de 2 a 7% en peso, preferiblemente de 3,0 a 5,0% en peso basado en el peso del suelo seco contaminado.

El aglutinante compuesto comprende al menos de 10 % en peso a 90 % en peso, preferentemente de 50 % en peso a 70 % en peso, de una fuente de óxido de magnesio (expresado en peso del óxido MgO) y de 90 % en peso a 10 % en peso, preferentemente de 30 % en peso a 50 % en peso, de un cemento de aluminato. La fuente de magnesio puede ser cualquier fuente de magnesio, pero preferiblemente es óxido de magnesio o hidróxido de magnesio.

El cemento de aluminato es preferiblemente un cemento de aluminato de calcio con un  $Al_2O_3$  contenido de 30 a 50% en peso, preferiblemente de 30 a 40% en peso. El contenido de óxido de calcio (CaO) en el cemento de aluminato es de 40 % en peso a 55 % en peso y más preferiblemente de 45 % en peso a 50 % en peso.

El método para el tratamiento de suelos contaminados con metales pesados, en el que el suelo contaminado se mezcla con un aglutinante compuesto, en el que el aglutinante compuesto es un aglutinante mineral que comprende del 10% en peso al 90% en peso, preferentemente del 50% en peso. -% a 70% en peso de la fuente de magnesio basado en MgO como fuente de magnesio y de 90% en peso a 10% en peso, preferentemente 30% en peso a 50% en peso, de un cemento aluminato.

Se mezcla con del 2 al 7% en peso del aglutinante compuesto, preferiblemente con del 3 al 5% en peso del aglutinante compuesto, basado en el peso total del aglutinante compuesto, suelo seco contaminado. El cemento de aluminato es un

cemento de aluminato de calcio, donde el cemento de aluminato de calcio tiene una alúmina ( $Al_2O_3$ ) contenido de 30 a 50 % en peso, un contenido de óxido de calcio ( $CaO$ ) de 40 a 55 % en peso y en el que los aluminatos de calcio en el cemento de aluminato de calcio consisten al menos en un 30 % en peso de C12A7. Además, se añade un polímero de amonio cuaternario catiónico al aglomerante compuesto como agente formador de complejo en cantidades de 0,25 a 1,5% en peso basado en el peso total del suelo contaminado. Se añade además un agente reductor, por ejemplo, un bisulfuro de sodio, al aglutinante compuesto en cantidades de 0,25 a 1,5% en peso basado en el peso total del suelo contaminado.

### **ES2 926 175 (2017)**

COMPOSICIÓN CON UN MATERIAL DE LIBERACIÓN PROLONGADA PARA LA ELIMINACIÓN DE HIDROCARBUROS HALOGENADOS DE ENTORNOS CONTAMINADOS Y PROCEDIMIENTO DE REMEDIACIÓN DE SUELOS IN SITU UTILIZANDO DICHA COMPOSICIÓN

Solicitante: REMEDIATION PRODUCTS, INC

Debido a la preocupación cada vez mayor por la protección del medio ambiente y la salud y seguridad pública, la identificación y eliminación de materiales contaminantes en el medio ambiente, y especialmente del suministro de agua subterránea, se ha convertido en la actualidad en una de las preocupaciones ambientales más importantes. Años de vertidos no regulados de materiales peligrosos han contaminado gravemente las aguas subterráneas en muchas zonas, creando importantes problemas de salud y provocando grandes daños al ecosistema local. Como resultado, en los últimos años se ha hecho especial hincapié en la limpieza y la remediación de aguas subterráneas contaminadas y el entorno que rodea los vertederos, lo que ha dado lugar a la creación de una nueva industria de limpieza y remediación ambiental. No obstante, las tecnologías convencionales que se utilizan actualmente para la remediación de sitios contaminados a menudo son muy caras, pueden requerir años para su ejecución y no siempre son eficaces.

Debido al uso generalizado de disolventes clorados e hidrocarburos de petróleo, se han descubierto aguas subterráneas contaminadas en muchos sitios a lo largo del mundo. Los disolventes clorados, tales como el tricloroetano (TCE) y el percloroetileno (PCE), se utilizan para fines tales como limpieza en seco y como desengrasantes y limpiadores en una diversidad de industrias. Los hidrocarburos de petróleo que se encuentran comúnmente en las aguas subterráneas incluyen los componentes de la gasolina, tales como benceno, tolueno, etilbenceno y xileno. Otro contaminante común de las aguas subterráneas es la naftalina. Otros contaminantes adicionales de las aguas subterráneas y del suelo incluyen hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) generados en operaciones de combustión, coquización de carbón, refinado de petróleo y tratamiento de la madera; y bifenilos policlorados (PCB), que se han utilizado ampliamente con

anterioridad en transformadores y condensadores eléctricos y para una diversidad de otros fines industriales, plaguicidas y herbicidas.

La propuesta de solución consiste en una composición de remediación, que comprende:

- A. una composición que comprende carbono activado impregnado con hierro elemental; un primer conjunto de uno o varios organismos capaces de degradar al menos un compuesto halogenado; al menos una poliamida o al menos un polisacárido; y
- B. un segundo conjunto de uno o varios organismos capaces de degradar al menos una poliamida y al menos un polisacárido en moléculas o compuestos más pequeños preferentemente almidón útiles para el primer conjunto de uno o varios organismos durante la degradación del compuesto halogenado; en la que el segundo conjunto de uno o varios organismos degradada al menos una, poliamida o el, menos un, polisacárido a lo largo de un periodo de tiempo de al menos 20 días; y en la que las moléculas o compuestos más pequeños donan electrones para que los utilice el primer conjunto de uno o varios organismos durante la degradación del compuesto halogenado; en la que, en combinación, la composición que comprende carbono activado impregnado con hierro elemental, al menos una, poliamida o al menos un polisacárido que tiene un peso molecular promedio de al menos 2500 daltons. El segundo conjunto de uno o varios organismos proporciona una plataforma de liberación prolongada que estimula la degradación por el primer conjunto de organismos.