



No. 14-026541- -00000-0000

Fecha: 2014-02-07 16:37:22 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 86



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL
DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD DE PATENTE DE
INVENCION

TITULO: METODO Y CELDAS DE TRATAMIENTO PARA REHABILITAR Y

SOLICITANTE: ENERGIE CARBONEUTRE INC.

DIRECCIÓN: _____

APODERADO: CARLOS R. OLARTE

BOGOTÁ 07 de febrero de 2014

P2011/000078a



No. 14-026541- -00000-0000

Fecha: 2014-02-07 16:37:22
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACIONDep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 86

PETITORIO - FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD

PATENTE PCT

ENTRADA EN FASE NACIONAL

P2011/000078A

SOLICITUD DE:

1

☒

Patente de Invención.

☐

Patente de Modelo de Utilidad.

☐

Capítulo I.

☒

Capítulo II.

2

SOLICITANTE
(71)Nombre: ENERGIE CARBONEUTRE INC.Dirección: 7811 Louis-H. Lafontaine Blvd,
Suite 204, Montreal, Quebec H1K 4E4.Nacionalidad o Domicilio: CanadienseLugar de Constitución: Canada

Teléfono: _____

Fax: _____

E-mail: _____

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☐

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual _____

Número _____

REPRESENTANTE
O APODERADONombre: CARLOS R. OLARTEDirección: Diagonal 34 No. 5-28 Bogotá,
ColombiaTeléfono: 601-7700 Fax: 601-7799E-mail: office@olartemoure.com

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual _____

Número 79.782.747Bta
TP 74.295INVENTOR (ES)
(72)Nombre: Benoit, RINGUETTEDirección: 2060 Scott Street, Saint-Laurent, Quebec H4M 4E4, CanadaNacionalidad o Domicilio: Canadiense

5

PCT (86)

Solicitud Internacional No. PCT/CA2008/001995

Fecha

Noviembre 14, 2008Publicación Internacional No. WO 2009/062300

Fecha

Mayo 22, 2009

6

Título (54) METODO Y CELDAS DE TRATAMIENTO PARA REHABILITAR Y
VALORAR UN SUELO.Clasificación Internacional (51) B09C 1/06.

Prioridad

SI

☒

NO

☐

(33) País de Origen

US

(32) Fecha

Noviembre 15, 2007

(31) Número de Solicitud

60/988,126

9

Comprobante de pago No. 14-

Fecha _____

10

ANEXOS

☒

Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.

☐

Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.

☐

Poderes, si fuere el caso. Adjunto copia simple. Ver Exp. Nº 11-074.813

☐

Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante. Declaración bajo la Regla 417(ii) del PCT.

☐

Declaraciones.

☒

Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos). Ver Exp. Nº 11-074.813

☒

Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).

☒

Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).

☐

Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.

☐

De ser el caso, copia del contrato de acceso.

☐

De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.

☐

De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.

☐

Arte final 12 x 12.

☐

De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.

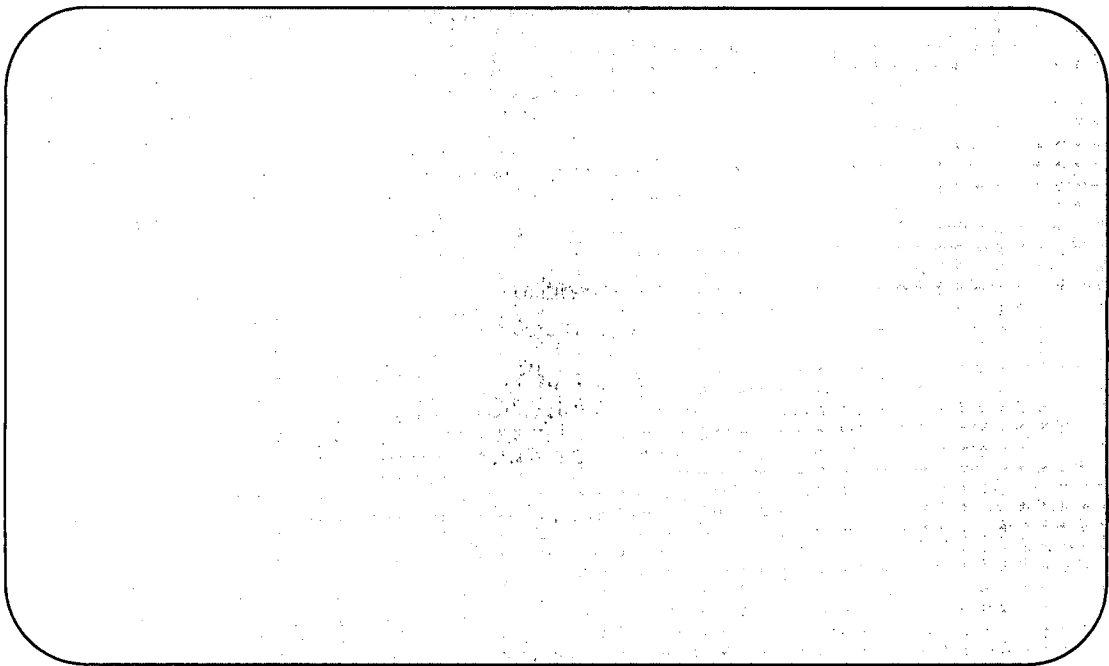
De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.

☒

Otros. Búsqueda Internacional

11

FIGURA CARACTERÍSTICA:



12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: CARLOS R. OLARTE

FIRMA:

C.C. 79.782.747 Btá T.P. 74.295

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0015105

Bogotá D.C., Febrero 07 de 2014 - 16:30:57

RECIBIDO DE : OLARTE MOURE & ASOCIADOS

NI 830.122.870

RE

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
RECIBO DE CA	999999999	8101	24/01/2014		520.000.00
RECIBO DE CA	999999999	13403	05/02/2014		515.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
10 50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	31.000.00	310.000.00
			<u>\$310.000.00</u>

SON: **TRESCIENTOS DIEZ MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-026541- -00000-0000

Fecha: 2014-02-07 16:37:22 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 5/6

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C. - Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Febrero 7 de 2014 - 16:30:58

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0015104

Bogotá D.C., Febrero 07 de 2014 - 16:30:57

RECIBIDO DE : OLARTE MOURE & ASOCIADOS

NI 830.122.870

RE

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
RECIBO DE CA	999999999	8101	24/01/2014		520.000.00
RECIBO DE CA	999999999	13403	05/02/2014		515.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	2205 DIVISIONAL SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCIÓN CONT. DERE	464.000.00	464.000.00
			<u>\$464.000.00</u>

=====

SON: **CUATROCIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-026541- -00000-0000

Fecha: 2014-02-07 16:37:22 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 80

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Febrero 7 de 2014 - 16:30:58

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	PLANILLA DE RADICACIÓN - DIGITALIZACIÓN DIARIA RELACIÓN DE ANEXOS		
	Dependencia: 2000	Fecha: ____/____/____ AAAA MM DD 2014 2 7	Recorrido: 3
Tipo de Radicación: Entrada: ☒ Salida: ☐ Traslado: ☐ Convenio: ☐			
Radicador:			Planilla:

ID	No. Radicación	Consecutivo	Item
1	4-26541	0	7
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

<i>Item</i>	<i>Unidad de Conservación</i>
1	Bolsa
2	Caja
3	Libro
4	Sobre
5	Tomo
6	Otro
<i>Item</i>	<i>Soporte Documental</i>
	CD
8	Disquete
9	DVD
10	Folleto
11	Foto
12	Periódico
13	Plano
14	Publicación Periódica
15	USB
16	Otro

Observaciones:

El CD Anexo contiene un total de 5 Archivos
5 en formato pdf, los cuales fueron procesados.

gn'sella

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

☐

Indicación que se solicita una patente.

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Descripción de la invención

☐

Dibujos de ser estos pertinentes

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)

Completa ☐

Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☒

MODELO DE UTILIDAD PCT ☐

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐

Indicación que se solicita una PCT

☐

Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)

☐

Dibujos de ser estos pertinentes

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)

Completa ☐

Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐

Indicación que se solicita Diseño industrial

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa ☐

Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐

Indicación que se solicita un esquema de trazado

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Representación gráfica de un esquema de trazado

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa ☐

Incompleta ☐

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
CONSULTA DE DOCUMENTOS



Espacio reservado para el adhesivo de radicación.

PETITORIO - FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD
PATENTE PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL

P2011/000078A

SOLICITUD DE:

1

☒

Patente de Invención.

☐

Patente de Modelo de Utilidad.

☐

Capítulo I.

☒

Capítulo II.

2

SOLICITANTE
(71)

Nombre: ENERGIE CARBONEUTRE INC.

Dirección: 7811 Louis-H. Lafontaine Blvd,
Suite 204, Montreal, Quebec H1K 4E4.

Nacionalidad o Domicilio: Canadiense

Lugar de Constitución: Canada

Teléfono: _____

Fax: _____

E-mail: _____

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Cual _____

Número _____

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: CARLOS R. OLARTE

Dirección: Diagonal 34 No. 5-28 Bogotá,
Colombia

Teléfono: 601-7700 Fax: 601-7799

E-mail: office@olartemoure.com

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☒ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Cual _____

Número 79.782.747Bta
TP 74.295

INVENTOR (ES)
(72)

Nombre: Benoit, RINGUETTE

Dirección: 2060 Scott Street, Saint-Laurent, Quebec H4M 4E4, Canada

Nacionalidad o Domicilio: Canadiense

5

PCT (86)

Solicitud Internacional No. PCT/CA2008/001995

Fecha Noviembre 14, 2008

Publicación Internacional No. WO 2009/062300

Fecha Mayo 22, 2009

6

Título (54) METODO Y CELDAS DE TRATAMIENTO PARA REHABILITAR Y
VALORAR UN SUELO.

Clasificación Internacional (51) B09C 1/06.

Prioridad

SI

☒

NO

☐

(33) País de Origen

US

(32) Fecha

Noviembre 15, 2007

(31) Número de Solicitud

60/988,126

9

Comprobante de pago No. 14-

Fecha

10

ANEXOS

☒

Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.

☐

Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.

☐

Poderes, si fuere el caso. Adjunto copia simple. Ver Exp. Nº 11-074.813

☐

Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante. Declaración bajo la Regla 417(ii) del PCT.

☐

Declaraciones.

☒

Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos). Ver Exp. Nº 11-074.813

☒

Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).

☒

Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).

☐

Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.

☐

De ser el caso, copia del contrato de acceso.

☐

De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.

☐

De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.

☐

Arte final 12 x 12.

☐

De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.

De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.

☒

Otros. Búsqueda Internacional

11

FIGURA CARACTERÍSTICA:

12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: CARLOS R. OLARTE

FIRMA: _____
C.C. 79.782.747 Btá T.P. 74.295

**METODO Y CELDAS DE TRATAMIENTO PARA REHABILITAR Y
VALORAR UN SUELO**

SOLICITUD RELACIONADA

5

La presente solicitud se refiere a la solicitud de patente provisional de los Estados Unidos US 60/998,126 presentada el 15 Noviembre, 2007, cuyo contenido se incorpora aquí por referencia en su totalidad.

10

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención generalmente se refiere a la valoración, rehabilitación y descontaminación de suelos. Más específicamente, la presente invención se refiere a celdas de tratamiento, sistemas y métodos para remover uno o más compuestos volátiles no deseados tales como agua o contaminante de hidrocarburos que pueden estar presentes en los suelos.

20

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El uso de hidrocarburos como combustible para vehículos u operaciones de planta (por ejemplo, para sistemas de calentamiento, hornos, quemadores y similares) involucra la extracción, refinación, transporte y almacenamiento de gas, diesel y otros hidrocarburos

tipicamente conocidos como volátiles. Debido a que se involucran numerosos pasos desde la extracción hasta el uso final de estos hidrocarburos volátiles, frecuentemente ocurre el derrame incidental o intencional, lo cual lleva a la contaminación de suelos que rodean los
5 sitios en donde se llevan a cabo estos pasos de producción de combustible. Ya que la legislación ambiental existente generalmente prohíbe el desecho de materiales peligrosos, los suelos y los sedimentos contaminados por combustibles de hidrocarburo tienen que someterse a pasos de descontaminación para remover los
10 hidrocarburos para el cumplimiento con las restricciones de contaminación y el desecho.

Las tecnologías para descontaminar los suelos y los sedimentos se conocen en la técnica y pueden reagruparse ampliamente en tres (3) categorías principalmente bio-tratamiento, tratamiento de lavado y
15 térmico. El bio-tratamiento de suelos contaminados típicamente consiste en agregar material de celulosa tal como astillas o pajas de madera para ajustar el contenido de humedad del sustrato o el suelo, así como alimentar los mismos en nutrientes y el oxígeno para alentar la actividad bacteriana con lo cual se eliminan los contaminantes.
20 Junto con el hecho de que los suelos bio-tratados no tienden a descontaminarse completamente, el uso de aditivos de celulosa contribuye hacer los suelos descontaminados difíciles de reciclar como materiales de construcción residencial o comercial. Como una consecuencia, los suelos bio-tratados generalmente se desechan en
25 basureros. Además, el bio-tratamiento de los suelos contaminados

tiende a ser un procedimiento muy largo, que requiere generalmente entre tres (3) y nueve (9) métodos para lograr un contenido de hidrocarburo ambientalmente aceptable, y está asociado con producción microbiana de cantidades significantes del dióxido de carbono de gas invernadero (CO_2).

Los procedimientos de lavado generalmente involucran utilizar una solución de agente tensoactivo químico para lixiviar o lavar los contaminantes en la matriz acuosa del suelo, recolectar la matriz acusa contaminada y tratar la misma. La fracción líquida contaminada se recolecta y se envía para los pasos de tratamiento y descontaminación. Además de requerir la cantidad substancial de químicos costosos, los procedimientos de lavado requieren equipo especializado tal como sistemas de tratamiento de agua de tanques sellados. Los procedimientos de lavado también tienden a ser de eficacia limitada, parecer inútiles, en donde el suelo que se va a tratar incluye partículas finas (por ejemplo, con arcillas y suelos de limo). Además, los suelos descontaminados de acuerdo con estos procedimientos tienden a saturarse con agua y por lo tanto se vuelven un uso limitado como material de construcción, especialmente cuando están presentes partículas finas, tal como partículas finas que generalmente requieren pasos de descontaminación adicionales. Finalmente, debido a que generalmente no es posible prevenir la evaporación del uso de solventes para lixiviar los contaminantes del suelo, la recuperación e incineración de los mismos frecuentemente es necesaria, lo que también resulta en la producción de cantidades

significantes de CO_2 .

Los tratamientos térmicos de suelos contaminados pueden disminuir algunas de las desventajas asociadas con bio-tratamientos y procedimientos de lavado ya que tienden a ser adecuados para la
5 mayoría de los tipos de suelos y generalmente permiten la descontaminación completa de los suelos tratados. Los tratamientos térmicos incluyen pirolisis, incineración y desorción térmica.

La incineración requiere calentar grandes cantidades de suelo a temperaturas muy altas, es decir, desde 400°C hasta 1000°C , para
10 descomponer cantidades incluso muy pequeñas de contaminantes. Como tal, la incineración tiende a ser energéticamente ineficaz y consecuentemente costoso. La pirolisis también es un procedimiento mediante el cual los suelos contaminados también están expuestos a temperatura muy alta, con la excepción que, el procedimiento se lleva
15 a cabo en la ausencia de oxígeno. Similarmente a la incineración, la pirolisis involucra consumo de energía alto y tiende a ser costoso. Sin embargo, ambas tecnologías están asociadas con la producción de CO_2 , y no permiten el reciclado de los suelos tratados como materiales de construcción, lo que causa que sean menos
20 interesantes desde un punto de vista ambiental.

La desorción térmica involucra calentar el suelo contaminado bajo concentración de oxígeno y tiempo de residencia para permitir la volatilización y la separación de los contaminantes desde el suelo mientras evita su degradación térmica. Un número de tecnologías de
25 contaminación in situ se ha reportado en la técnica. Las tecnologías

de desorción in situ típicamente involucran perforar una pluralidad de pozos u orificios en el sitio contaminado, inducir un flujo de aire calentado en los pozos perforados para forzar la volatilización de los contaminantes y recolectar los contaminantes volatilizados en la superficie del suelo para tratamiento adicional de los mismos. Las tecnologías de desorción in situ conocidas en la técnica tienden a ser costosas, la mayoría de ineficacia en tiempo y requieren una cantidad de tiempo substancial (es decir desde 6 hasta 18 meses) para lograr el nivel de descontaminación aceptable. Además, debido a la dificultad de recolectar eficientemente los contaminantes volatilizados, las tecnologías in situ pueden resultar en que el contaminante escape de los sistemas de recolección y permanezca en la atmósfera.

Para disminuir las desventajas asociadas con las tecnologías in situ, algunas tienen tecnologías de desorción térmica propuestas separadas del sitio de contaminación, también conocido como desorción térmica ex situ. Las tecnologías de desorción ex situ típicamente involucran excavación y transporte del suelo contaminado a una instalación de tratamiento. Una vez en la instalación de tratamiento, el suelo contaminado se coloca en una reserva de tratamiento en donde se hace circular un flujo de aire caliente a través del suelo contaminado para volatilizar el contaminante. El contaminante volatilizado se recolecta y se trata adicionalmente.

Ejemplos de tales tecnologías ex situ se describen en la Patente de E.U.A. Nos. 5,067,452 para Plunkett (la Patente '852), 5,836,718

para Price (la Patente '718) y 5,213,445 para Ikenberry (la Patente '445). Ambas Patentes '852 y '445 describen métodos y sistemas para remover contaminantes de un suelo por volatilización. Los sistemas enseñados en estas patentes hacen uso de las disposiciones de tubería embebidas en una reserva, cuya reserva además se cubre con membranas impermeables al aire flexibles o forros. Las Patentes '852 y '445 hacen uso de vacío para alentar la volatilización mientras la patente '718 hace uso de tuberías calientes. De acuerdo con algunos, se probó que estas tecnologías son ineficaces para realizar la descontaminación debido a las bajas temperaturas utilizadas para llevar a cabo el procedimiento sin dañar los miembros de sellado. Debido a que las disposiciones de tubería y/o membranas tienen que desensamblarse o removerse entre lotes de suelo que se van a tratar, aquellos sistemas no son convenientes.

Otro ejemplo de tecnologías ex situ se describen en la Patente de E.U.A. Nos. 5,253,597 para Swanstrom y otros (la Patente '597) y No. 6,000,882 para Bova y Richter (la Patente '882). Estas dos patentes describen métodos y sistemas para causar la volatilización de contaminantes desde un suelo, en donde se requiere temperatura muy alta y/o presión negativa (es decir vacío) para llevar a cabo los métodos. Como tal, el equipo debe adaptarse para sostener las condiciones operativas rigurosas y los sistemas tienden a no ser económicos. Un ejemplo adicional de tecnologías ex situ se describe en la patente de E.U.A. No. 6,881,009 para Stegemeir, este sistema utiliza elementos de calentador de resistencia eléctrica para calentar

el suelo que se va a tratar.

Además, las tecnologías descritas en las Patentes '852, '718, '445, '597 y '882, tienden a ser imprácticas o no convenientes para tratar grandes cantidades de suelos contaminados, ya sea debido a la configuración de los vasos que recibe en el suelo que va a tratar no permite recibir un gran volumen de suelo o debido a que reutilizar el sistema requiere desensamblar las disposiciones de tubería.

Por lo tanto, sería ventajoso proporcionar un sistema energéticamente eficiente mejorado para tratar los suelos contaminados ex situ. Más preferiblemente, tal sistema permitiría el tratamiento secuencial de grandes volúmenes de suelos contaminados sin la necesidad de desmantelar los componentes substanciales de los mismos.

15

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

Con el fin de atender las ventajas anteriores y otras, y de acuerdo con la presente invención, existen sistemas, métodos y celdas de tratamiento descritas para remover compuesto(s) volátil no deseado del suelo y con ello valorar y rehabilitar tal suelo. El compuesto volátil por ejemplo puede ser agua o un contaminante de hidrocarburo, que incluye pero no se limita a gasolina, diesel, turbosina, combustible de calentamiento, gas de petróleo licuado, aceites, derivados de petróleo y mezclas de los mismos.

25

De acuerdo con un aspecto, la invención se refiere a una celda

de tratamiento para remover uno o más compuestos volátiles no
deseados de un montón de suelo. En una modalidad, la celda de
tratamiento comprende (1) un cierre que se puede abrir y se puede
cerrar adaptado para recibir el montón de suelo; y (2) una entrada de
5 aire y un escape de aire operativamente conectado al cierre. La
entrada de aire y el escape de aire están configurados y conectados
para hacer circular aire caliente a través del montón de suelo. La
celda de tratamiento es substancialmente hermética al aire con el fin
de crear en ella una presión negativa cuando está operativamente
10 conectada a una bomba de vacío. Preferiblemente, la entrada de aire
y el escape de aire están separados para maximizar la difusión del
aire caliente desde la entrada de aire hacia el escape de aire a través
del dicho montón de tierra. Preferiblemente, el cierre está ajustado y
configurado para recibir al menos 200 toneladas de suelo (200,000
15 kg).

En una modalidad, la entrada de aire está fijamente conectada a
una porción inferior del cierre mientras la entrada de aire está
fijamente conectada a una cubierta removiblemente montada a una
porción superior del cierre. Más particularmente, la entrada de aire
20 puede comprender una pluralidad de tuberías de distribución
perforadas que descansan en y se extienden sobre un área
substancialmente grande de una porción inferior del cierre.
Similarmente, el escape de aire puede comprender una pluralidad de
tuberías de recolección perforadas que se extienden sobre un área
25 substancialmente grande de una porción superior del cierre.

En una modalidad preferida, la celda de tratamiento es substancialmente hermética al aire y es integral a un sistema de bucle cerrado que comprende una bomba de vacío. Tal sistema de bucle cerrado puede comprender una bomba de vacío y medios de calentamiento ambos operativamente conectados a la entrada de aire de la celda para introducir aire caliente en el cierre. El sistema de bucle cerrado además puede comprender una unidad de tratamiento operativamente conectada al escape de aire de la celda para remover compuestos volatilizados del montón de suelo.

De acuerdo con una modalidad particular, la celda de tratamiento de la invención comprende un cierre rígido substancialmente hermético al aire, que se puede abrir y cerrar, formado y ajustado para recibir ené al menos 200 toneladas de suelo (200,000 kg). La celda de cierre está adaptada para montarse fijamente a este (i) una entrada de aire para inyectar aire caliente en el cierre y (ii) un escape de aire para recolectar aire que ha sido inyectado por la entrada de aire y que hace circular aire a través del montón de suelo.

La invención también se refiere a un método para remover uno o más compuestos volátiles no deseados de un montón de suelo, el método que comprende los pasos de:

- colocar el montón de suelo dentro de un cierre rígido que se puede abrir y cerrar, y substancialmente hermético al aire; y
- crear una presión negativa dentro del cierre rígido y hacer circular aire caliente a través del montón de suelo para aumentar

gradualmente la temperatura del suelo a una temperatura que permite la volatilización fuera del suelo de al menos una porción de los compuestos volátiles.

El método de la invención además puede comprender los pasos
5 de recolectar aire que ha circulado a través de dicho montón de suelo y remover del mismo dicho compuesto volatilizado. Además, el método puede comprender los pasos de recalentar el aire recolectado y volver a hacer circular aire recalentado a través del montón de suelo. En una modalidad, el aire calentado se introduce en el cierre a
10 una temperatura de aproximadamente 150°C hasta aproximadamente 200°C.

En otra modalidad, el método para remover uno o más compuestos volátiles no deseados de un montón de suelo comprende los pasos de:

15 (a) colocar el montón de suelo en una celda de tratamiento como se describe aquí;

(b) hacer circular un volumen de aire caliente a través del montón de suelo para aumentar gradualmente la temperatura del mismo para alcanzar una temperatura suficiente para permitir la
20 volatilización fuera del suelo de al menos una porción del compuesto volátil;

(c) recolectar aire calentado del paso (b) que comprende un compuesto volátil allí volatilizado;

(d) separar al menos una porción del compuesto volatilizado del
25 aire recolectado;

(e) recalentar el aire del paso (d), y

(f) introducir el aire recalentado del paso (e) en la celda de tratamiento para la recirculación a través del montón de suelo.

Los pasos (b) a (f) del método pueden repetirse hasta que los
5 compuestos volátiles se removieron substancialmente de forma completa del montón de suelo. De acuerdo con otra modalidad, los pasos (b) a (f) pueden repetirse hasta que la humedad en el suelo es de aproximadamente 0.1% hasta aproximadamente 5%, preferiblemente aproximadamente 1% a 3%.

10 La invención también se refiere a un sistema de bucle cerrado para remover uno o más compuestos volátiles no deseados de un montón de suelo. En una modalidad, el sistema de bucle cerrado comprende:

un cierre que se puede abrir y cerrar, y substancialmente
15 hermético al aire formado y ajustado para recibir el montón de suelo;

una entrada de aire operativamente conectada al cierre para inyectar aire caliente en el montón de suelo y un escape de aire operativamente conectado al cierre para recolectar aire caliente que ha circulado a través del montón de suelo, la entrada de aire y el
20 escape de aire ambos están fijamente montados al cierre;

una bomba de vacío operativamente conectada a la entrada de aire y el escape de aire para hacer circular aire caliente a través del sistema de bucle cerrado y para crear una presión negativa dentro del cierre rígido;

25 medios de calentamiento operativamente conectados a la bomba

para proporcionar aire caliente que se va hacer circular a través del montón de suelo; y

una unidad de tratamiento operativamente conectada al escape de aire y a los medios de calentamiento para remover los compuestos volatilizadores recolectados por el escape de aire.

De acuerdo con tal sistema de bucle cerrado, la entrada de aire y el escape de aire preferiblemente están separados entre sí para maximizar la difusión de aire caliente desde la entrada de aire hasta el escape de aire a través del montón de suelo. La entrada de aire además puede comprender una pluralidad de tuberías de distribución perforadas extendiéndose sobre un área substancialmente grande en una porción inferior de la celda bajo el montón de suelo. Similarmente, el escape de aire puede comprender una pluralidad de tuberías de recolección perforadas que se extienden sobre un área substancialmente grande en una porción superior de la celda sobre el montón de suelo.

Con el sistema de la invención, la circulación del aire caliente a través del montón de suelo aumenta gradualmente la temperatura del suelo a una temperatura que permite la volatilización fuera del suelo de al menos una porción de los compuestos volátiles allí contenidos. En una modalidad, el sistema de bucle cerrado comprende una pluralidad de celdas substancialmente herméticas al aire, cada una adaptada para recibir al menos 200 toneladas de suelo (200,000 kg).

De acuerdo con otra modalidad, un sistema de bucle cerrado de acuerdo con la invención incluye una celda rígida y substancialmente

hermética al aire para recibir el montón de suelo allí. Fijamente montada a la celda está una entrada de aire para introducir un volumen de aire a través del montón de suelo y un escape de aire, separado de la entrada de aire, para recolectar el aire desde el
5 montón. El sistema también incluye un quemador operativamente conectado a la entrada de aire para calentar el volumen del aire antes de introducirse a través del montón de suelo. La introducción del aire caliente a través del montón de suelo causa que el mismo alcance gradualmente una temperatura suficiente para permitir la
10 volatilización de compuestos volátiles no deseables. El sistema también incluye una unidad de tratamiento y una bomba. La unidad de tratamiento está operativamente conectada al escape de aire y al quemador para separar, al menos parcialmente, los compuestos volatilizados del aire recolectado antes de recalentar el mismo. La
15 bomba está operativamente conectada a la entrada de aire y al escape de aire para alentar a que el volumen de aire circule a través del sistema de bucle cerrado.

La invención además se refieren a una instalación industrial para descontaminar los suelos, esa instalación industrial comprende
20 una pluralidad de celdas de tratamiento como se define aquí operativamente conectadas en un sistema de bucle cerrado, esa instalación industrial es capaz de descontaminar al menos 200 toneladas de suelos (200 kg) en una base diaria.

Estos y otros objetivos, ventajas y características de la
25 presente invención serán más evidentes para aquellos expertos en la

técnica al leer los detalles de la invención más completamente indicados a continuación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5

Al haber descrito de esa forma generalmente la naturaleza de la invención, ahora se hará referencia a los dibujos anexos, que muestra una manera de ilustración una modalidad ilustrativa de la misma, y en donde:

10 la Figura 1 es una vista frontal parcialmente seccionada en perspectiva superior de una celda de tratamiento, lleno con grandes cantidades de suelo, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

15 La Figura 2 es una vista frontal en perspectiva superior de una celda de tratamiento vacío de acuerdo con la Figura 1, con la puerta en la cubierta removidas para mostrar las tuberías y los rieles al fondo de la celda.

20 La Figura 3 es una vista frontal en perspectiva superior de la celda de tratamiento mostrada en la Figura 2, que muestra las tuberías y los rieles parcialmente cubiertos con un lecho de un material inerte.

La Figura 4 es una vista frontal parcialmente seccionada en perspectiva superior, de una cubierta removible de acuerdo con una modalidad una celda de tratamiento de la presente invención.

25 La Figura 5 es una vista en sección transversal de la celda de

tratamiento tomada a lo largo de la línea I-I de la Figura 1.

La Figura 6A es una vista en elevación frontal parcial de una pared frontal con una puerta removible de acuerdo con una modalidad de una celda de tratamiento de la presente invención.

5 La Figura 6B es una vista en elevación superior de la pared frontal y la puerta removible mostrada en la Figura 6A.

La Figura 7 es una vista esquemática de un ensamble de tratamiento de acuerdo con una modalidad del sistema de bucle cerrado de la presente invención.

10 La Figura 8 es una vista en perspectiva superior de una celda de tratamiento cilíndrico que se extiende verticalmente de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente invención.

La Figura 9A es una vista en elevación frontal de una celda de tratamiento cilíndrica que se extiende horizontalmente de acuerdo con
15 otra modalidad de la presente invención.

La Figura 9B es una vista en elevación lateral izquierda de la celda de tratamiento cilíndrica horizontal mostrado en la Figura 9A.

La Figura 10 es un cuadro de flujo que muestra un método para remover un compuesto volátil no deseado de un montón de suelo de
20 acuerdo con una modalidad de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ILUSTRATIVAS

La descripción que sigue, y las modalidades allí descritas se
25 proporcionan a manera de ilustración de un ejemplo, o ejemplos de

modalidades particulares de principios y aspectos de la presente invención. Estos ejemplos se proporcionan para el propósito de explicación y no de limitación, de aquellos principios de la invención. En la descripción que sigue, se marcan partes similares a través de la especificación y los dibujos con los mismos números de referencia respectivos.

La presente invención se basa en principios fundamentales de termodinámica y generalmente consiste en calentar un suelo contaminado con uno o más compuestos volátiles no deseados al proporcionar continuamente una corriente de aire caliente a través del suelo, con lo cual se hace circular aire caliente que permite el calentamiento y el secado de la matriz del suelo. Tal calentamiento aumentará gradualmente la temperatura del suelo a una temperatura que permite la volatilización y la remoción de al menos una porción de, y eventualmente todos los compuestos de humedad y contaminantes volátiles fuera del suelo. El contaminante volátil puede consistir, por ejemplo de contaminantes de hidrocarburo tal como gasolina, diesel, turbosina, combustibles de calentamiento, aceites, gas de petróleo licuado y otros derivados del petróleo. Se entiende que el término "compuesto volátil no deseado" como se pretende aquí abarca partículas de agua, contaminantes de hidrocarburo y mezclas de los mismos. Un experto en la técnica apreciará que la invención puede encontrar uso como muchos otros compuestos susceptibles de volatilización bajo condiciones operativas adecuadas.

Debido a que el agua es un compuesto volátil, la invención también puede utilizarse para reducir el contenido de humedad de un suelo, ya sea contaminado o no, para además facilitar el filtrado de los varios componentes del mismo. En otras palabras, debido a que el agua es un compuesto volátil, la invención puede utilizarse para 5 secar un suelo hasta que se alcanza una sequedad deseada del mismo. Por ejemplo, un suelo parcial o completamente seco de acuerdo con los procedimientos y métodos de la invención puede ser más adecuado para someterse a pasos de filtrado para separar 10 grava, arena y partículas finas. En este ejemplo, la grava y la arena pueden reciclarse en componentes de construcción, tal como para construcción de caminos o preparación de concreto. Debido a que las partículas finas tienden a acumular más contaminantes que otros componentes de suelo (por ejemplo, arena y grava), muy 15 frecuentemente sólo pueden emplearse pasos de descontaminación adicionales para tales partículas finas una vez que se llevó a cabo el filtrado del suelo. Ejemplos de contaminantes que pueden encontrarse en tales partículas finas incluyen, por ejemplo, metales pesados, hidrocarburos pesados, PCBs, y asbesto. Por lo tanto, el 20 secado del suelo con la invención puede facilitar el filtrado del mismo, con lo cual reduce considerablemente el volumen del material de suelo requerido para someterse a pasos de descontaminación adicionales y minimizar los costos asociados con la remoción de tales contaminantes.

25 De acuerdo con la invención, los compuestos volátiles no

deseados se remueven de los suelos al utilizar una celda de tratamiento dedicada para ese propósito particular. Con referencia a las Figuras 1 a 9, una modalidad preferida de una celda de tratamiento 100 para remover compuestos volátiles no deseados se muestra. La Figura 1 muestra que la celda de tratamiento 100 comprende un cierre rígido que se puede abrir y cerrar 110 que se construyó sobre el piso 10 y se llenó con suelo 20. El cierre 110 comprende dos paredes laterales 112, una pared trasera 113 y una pared frontal 114 que comprende una puerta removible 115. Preferiblemente, las paredes 112, 113, 114 definen una estructura rígida integral. El cierre 110 además comprende una cubierta 116. Preferiblemente, la cubierta 116 es removible y está adaptada para asentarse de forma justa en la parte superior de las paredes 112, 113, 114. Se puede apreciar que la celda de tratamiento 100 ilustrada en la Figura 1 forma un cierre rígido y permanente 110 formado y ajustado para recibir grandes cantidades de suelo 20. Como se explicará con más detalles en lo sucesivo, en operación, la celda de tratamiento 100 está conectada a un ensamble de tubería de aire caliente 150 para hacer circular el aire caliente a través del suelo 20. Por lo tanto, el cierre 110 preferiblemente es substancialmente hermético al aire.

La Figura 2 muestra dentro una celda de tratamiento vacía 100. Uno puede apreciar que las paredes laterales 112, la pared trasera 113 y la pared frontal 114 se montan sobre una base 117. Preferiblemente, para minimizar las fugas de aire, la base 117 y las

paredes 112, 113, 115 definen una estructura integral. La base 117 y las paredes 112, 113, 115 son lo suficientemente fuertes para soportar y contener toneladas de suelo. Por consiguiente, preferiblemente están hechas de concreto reforzado y preferiblemente tienen un grosor de al menos 20 cm. Se apreciará por un experto en la técnica que la base 117 y las paredes 112, 113, 115 puedan fundirse directamente en el sitio de tratamiento (es decir, en el sitio). Alternativamente, estos componentes pueden fundirse fuera de sitio y transportarse de forma separada al sitio de tratamiento o transportarse como un ensamble individual, integral. Un experto en la técnica además apreciará que pueden utilizarse varios materiales para el propósito de construir la base 117 y las paredes 112, 113, 114 tal como, por ejemplo, paneles metálicos y que tales paneles metálicos pueden montarse a otro en el sitio.

En una modalidad, el cierre 110 tiene un volumen interno de aproximadamente 140 m³. Más específicamente, la celda 100 tiene un ancho interno de 6.7 m, una profundidad interna de 7.6 m y una altura interna de 3.0 m. Tal cierre es capaz de recibir aproximadamente 180 hasta aproximadamente 250 toneladas de suelo (180,000 hasta aproximadamente 250,000 kg).

Como se muestra en la Figura 2, la celda de tratamiento 100 además comprende una entrada de aire 210 para inyectar aire caliente en la celda de tratamiento 100. La entrada de aire 210 está conectada al ensamble de tubería de aire caliente 150 y está configurada y colocada para maximizar la circulación de aire caliente

a través del suelo contenido en el cierre 110. De acuerdo con esta modalidad particular, la entrada de aire 210 generalmente define una estructura de caja torácica y comprende una tubería de entrada principal 220 y una pluralidad de tuberías de distribución secundarias 222 que se extienden perpendicularmente de la misma. En esta modalidad, la tubería de entrada principal 220 comprende un extremo frontal cerrado 211 y un extremo trasero abierto 212, este último que se extiende a través de la pared trasera 113 para conectarse al ensamble de tubería de aire caliente 150. La tubería de entrada principal 220 y las tuberías de distribución 222 se asientan sobre la base 117 y se extienden sobre un área substancialmente grande de la misma para maximizar la distribución uniforme de aire caliente dentro de la celda de tratamiento 100. La tubería de entrada principal 220 y las tuberías de distribución 222 están hechas de un material rígido y resistente al calentamiento (por ejemplo acero o acero inoxidable). Aquellas tuberías 220, 222 simplemente pueden asentarse sobre la base 117 o pueden estar conectadas fijamente a ésta. Cada tubería de distribución 222 comprende una pluralidad de perforaciones 224 que definen sitios de inyección correspondientes de aire caliente. Las tuberías de distribución 222 también pueden comprender una tapa de extremo removible 223 para facilitar la remoción de desperdicio dentro de las tuberías 222. Preferiblemente, estas perforaciones 224 están orientadas hacia la base 117 con el fin de minimizar la acumulación por el suelo y para inyectar aire caliente en una dirección opuesta

desde un escape de aire que, en esta modalidad particular, se localiza en la cubierta 116 (ver Figura 5). En una modalidad particular, la tubería de entrada principal 220 tiene un diámetro de aproximadamente 25 cm y las tuberías de distribución 222 tienen un diámetro de aproximadamente 10 cm. En una modalidad, las perforaciones 224 (424 tienen un diámetro de aproximadamente 19 mm). La tubería de entrada principal 220 y las tuberías de distribución 222 están en comunicación abierta entre sí y con secciones de entrada con el ensamble de tubería de aire caliente

10 150.

En la modalidad ilustrada mostrada en la Figura 2, la celda de tratamiento 100 además comprende una disposición de rieles 230 que se extienden sobre la tubería de entrada 210 y las tuberías de distribución 222. Los rieles 230 están fijamente montados a las tuberías 220, 222 (por ejemplo, soldados a una porción superior de las mismas o al utilizar remaches, tornillos, tuercas y pernos, y similares). Como se muestra en la Figura 3, en el curso de la operación normal y de acuerdo con una modalidad particular de la presente invención, las tuberías 220, 222 y los rieles 230 están embebidos en un lecho de un material inerte 30 (por ejemplo, grava, rocas pequeñas, etc.), ese material se selecciona para permitir la circulación de aire caliente mientras minimiza la acumulación de las perforaciones 224. La inclusión 30 además es útil al prevenir, o al menos minimizar, la acumulación de las perforaciones 224 de las tuberías de distribución 222 cuando la celda de tratamiento 100 está

20 25

llena con el suelo contaminado. La inclusión 30 y los rieles 230 también es útil para proteger las tuberías 220, 222 de equipo mecánico pesado comprimido (por ejemplo, tractor, cargador, camión, etc.). Los rieles 230 además proporcionan una plataforma
5 deslizable para transportación conveniente de suelo hacia adentro y hacia afuera de la celda de tratamiento 100 cuando se utiliza un cargador. Preferiblemente, la inclusión 30 está hecha de grava que tiene un diámetro que varía entre aproximadamente 5 mm hasta
10 preferiblemente 100 hasta aproximadamente 20 mm de grosor (es decir, la distancia desde la base 117 hasta la parte superior de los rieles 230).

Como se indica aquí anteriormente, de acuerdo con esta modalidad particular, el cierre 110 además comprende una cubierta
15 removible 116 que está montada en la parte superior de las paredes 112, 113, 114 y de la puerta 115 (ver Figura 1). Haciendo referencia ahora más particularmente a la Figura 4, en una modalidad, la cubierta 116 se proporciona con una disposición de tubería de escape 410 para recolectar aire caliente inyectado en la celda de
20 tratamiento y dirigir el aire caliente en el ensamble de tubería de aire caliente 150. La disposición de tubería de escape 410 comprende una tubería de salida principal 420 y una pluralidad de tuberías de recolección secundarias 422 que se extienden perpendicularmente de éstas. Cada tubería de recolección 422
25 comprende una pluralidad de perforaciones 424 que definen sitios de

recolección correspondientes de aire caliente. Las tuberías de recolección 422 también pueden contener una capa de extremo removible 423 para facilitar la remoción de desperdicio dentro de las tuberías 422. La cubierta 116 además comprende un panel rígido 430
5 al cual se montan fijamente las tuberías 420, 422 (por ejemplo, se sueldan o al utilizar remaches, tornillos, tuercas y pernos y similares). Preferiblemente, la cubierta además comprende una capa de un material aislante 432 (por ejemplo, espuma o fibra de vidrio contenida dentro de dos paneles de aluminio) para minimizar la
10 pérdida de calor desde el interior de la celda de tratamiento.

En una modalidad, la cubierta 116 está adaptada para removerse desde y regresar al cierre 110 con el fin de facilitar el llenado y el vaciado de la celda de tratamiento 100. En una modalidad alterna, la cubierta 116 está montada fijamente a la
15 estructura e integral a las paredes. La cubierta removible 116 mostrada en la Figura 4 comprende una pluralidad de ganchos 434 montados fijamente al panel 430 y que se extienden a través del material aislante 432, los ganchos 434 proporcionan medios para manipular la cubierta 116 al utilizar equipo pesado (por ejemplo,
20 levantar y reinstalar la cubierta 116 al utilizar, por ejemplo, una excavadora). La cubierta removible 116 mostrada en la Figura 4 además comprende preferiblemente un tubo flexible 436 en comunicación con la tubería de escape 420 y el ensamble de tubería de aire caliente 150.

25 La cubierta 116 preferiblemente está ajustada y configurada

para ajustarse herméticamente a la parte superior del cierre 110. Aunque no se muestra, la porción de borde superior de las paredes 112, 113, 114 puede proporcionarse con huecos o moscas para asentar la cubierta allí. Alternativamente, puede montarse un soporte
5 en las paredes 112, 113, 114 dentro del cierre 110. Un experto en la técnica reconocerá que la cubierta 116 puede montarse en un número de diferentes formas sobre o dentro de las paredes 112, 113, 114 de la celda 100. La cubierta 116 además puede comprender en sus bordes exteriores medios selladores (por ejemplo, espuma,
10 goma, etc.) para proporcionar hermetismo al aire a la celda de tratamiento 100.

Aquellos expertos en la técnica apreciarán que la rigidez de la cubierta 116 se proporciona mediante el panel rígido 430 y las tuberías de escape 420, 422 montadas fijamente a éstas. Como tal,
15 se apreciará que el diámetro, grosor, longitud, material y medios para ensamblar las tuberías 420, 422 se adaptan para proporcionar suficiente rigidez o dureza a la cubierta 116. La tubería de escape principal 420 y las tuberías de recolección 422 preferiblemente están hechas de un material resistente al calor, rígido (por ejemplo, acero
20 inoxidable, metal). En una modalidad, la tubería de escape principal 420 es una tubería metálica que tiene un diámetro que varía desde aproximadamente 10 cm hasta aproximadamente 40 cm, y una longitud que generalmente corresponde a la distancia que separa la pared frontal 114 y la pared trasera 113. El diámetro de las tuberías
25 de recolección 422 es menor que el diámetro de la tubería de escape

principal 420 y preferiblemente varía entre aproximadamente 5 cm hasta aproximadamente 15 cm, y más preferiblemente es de aproximadamente 10 cm de diámetro.

Como se muestra en la Figura 5, la celda de tratamiento 100 está configurada para que, durante la operación normal, las tuberías de escape 420, 422 estén separadas verticalmente de las tuberías de entrada 220, 222. Tal configuración proporciona saturación del espacio vacío lo que permite que el suelo 20 se acomode entre una región de entrada de aire 510 y una región de escape de aire 520 de la celda de tratamiento 100. Tal distancia también es benéfica para maximizar la difusión de aire caliente 50 desde la región de entrada de aire 510 a través del suelo 20 hacia la región de escape de aire 520 cuando se llena la celda de tratamiento 100. Hacer circular aire caliente a través del suelo 20 aumentará gradualmente su temperatura a un punto en donde al menos una porción de los compuestos volátiles o los contaminantes contenidos en el suelo 20 se volatilizarán fuera del suelo 20. Los compuestos o contaminantes volatilizados entonces se capturarán mediante las tuberías de recolección 422 hicieran y se harán circular al ensamble de disposición de tubería para además tratarse por un ensamble de tratamiento como se explicará con más detalle aquí en lo sucesivo. Después de cierto periodo, todos los compuestos volátiles se habrán volatilizado y removido del suelo 20.

Como se indica aquí anteriormente, el cierre rígido 110 está adaptado para recibir grandes cantidades de suelo y de esa forma

preferiblemente comprende una abertura para permitir el transporte del suelo hacia adentro y hacia afuera de la celda de tratamiento 100. Tal abertura preferiblemente se ajusta y coloca en la pared frontal 114 para permitir que el equipo pesado tal como cargadores frontales, camiones pesados y similares circulen dentro y fuera de la celda de tratamiento 100 cuando llenan el mismo con el suelo no tratado y cuando recolectan solo tratado con el término del procedimiento de volatilización o descontaminación. Por ejemplo, una abertura adecuada puede ser rectangular y de aproximadamente 43.3 m de ancho y aproximadamente 2.4 m de altura.

De acuerdo con una modalidad particular, el cierre 110 además comprende una puerta removible 115. Haciendo referencia ahora más particularmente a la modalidad ilustrada a las Figuras 6A y 6B, la puerta está adaptada para deslizarse hacia abajo en las ranuras con forma de C 610 que se tienen verticalmente en las secciones laterales izquierdas y derechas de la pared frontal 114. La puerta 115 comprende un panel rígido 615 y un par de anillos 616 montados en el borde superior 614 de la puerta 115 para unir cadenas, cuerdas y similares. Por consiguiente, es posible utilizar equipo de levantamiento tal como un cargador frontal o una excavadora para deslizar la puerta 115 dentro y fuera de la pared frontal 114. Aunque no se muestra, una barra metálica con forma de C puede montarse dentro de cada ranura 610 para prevenir el contacto directo de la puerta 115 con el material de concreto de la pared frontal 114, con lo cual minimiza el desgaste de la pared frontal 114 que puede

causarse al remover de forma repetitiva y volver a colocar la puerta 115. En una configuración alterna, la puerta 115 puede adaptarse para deslizarse dentro y fuera del asiento utilizando accionadores hidráulicos conectados a la puerta y a la pared frontal 114, por ejemplo. La puerta también puede montarse sobre bisagras fijadas a las secciones laterales izquierdas o derechas de la pared frontal 114. Un experto en la técnica reconocerá que existen numerosas posibilidades para configurar el cierre 110 para que comprenda una abertura adecuada, y más particularmente para configurar, colocar y remover una puerta de acuerdo con las modalidades de la presente invención.

Para maximizar un ajuste hermético al aire de la puerta 115 con la pared frontal 114, la puerta 115 preferiblemente comprende los medios de sellado 620. Los medios de sellado 620 ilustrados en las Figuras 6A y 6B están removiblemente conectados al lado exterior del panel rígido 615. Los medios de sellado 620 se extienden verticalmente en bordes exteriores de la puerta 115 y comprende un material hermético al aire 622 (por ejemplo, espuma, goma, etc.) que se comprime entre el panel rígido 615 y las secciones laterales izquierdas o derechas de la pared frontal 114 al utilizar una pieza de bloqueo alargada 624 (por ejemplo, metal, madera, etc.). La pieza de bloqueo alargada 624 puede estar fija y no fija al panel rígido 615 al utilizar una pluralidad de miembros de fijación 628 (por ejemplo, pernos, tornillos, etc.). También puede ser preferible comprimir los materiales de sellado herméticos al aire similares 632 bajo la puerta

115.

Los medios de sellado 620 se extienden verticalmente en los bordes exteriores de la puerta 115 y comprenden un material hermético al aire 622 (por ejemplo, espuma, goma, etc.) que se
5 comprime entre ellos.

Para además minimizar las fugas de aire de la celda de tratamiento 100 y para aislar y/o reducir el intercambio de calor entre la ambiente interno y externo de la celda 100, el ensamble de tubería 150, las paredes 113, 114, la puerta 115, la cubierta 116 y la
10 base 117 pueden estar cubiertas por o revestidas con (dentro o fuera, como sea más apropiado) un material aislante tal como, por ejemplo, aluminio, fibra de vidrio, Styrofoam™, aislamiento térmico en aerosol, combinaciones de los mismos, y similares. Un experto en la técnica además apreciará que una serie de cierre 110 puede
15 formarse junto lado a lado con el fin de formar una disposición de celdas de tratamiento 100 que comparten algunas paredes comunes. En otras palabras, la disposición de celda puede tener una configuración en donde la pared lateral derecha de una celda también es la pared izquierda de una celda adyacente, con lo cual se
20 minimizan los costos de construcción y también las pérdidas de calor.

Se entenderá por un experto en la técnica que son posibles muchas otras configuraciones de celdas de tratamiento. Por ejemplo, una celda de tratamiento de acuerdo con otra modalidad que tiene la
25 forma general de un cilindro horizontal montado para rotación se

muestra en la Figura 8 al utilizar el número de referencia 800. En tal modalidad, la celda de tratamiento 800 comprende una pared lateral cilíndrica 802 que se extiende verticalmente y hacia arriba desde una pared inferior circular 804. Preferiblemente, la pared lateral cilíndrica 802 y la pared inferior 804 definen una estructura rígida integral. Un experto en la técnica apreciará que tal estructura integral forma un cierre cilíndrico de extremo abierto adaptado para recibir en él el suelo. La celda de tratamiento 800 además comprende una cubierta circular 810 adaptada para asentarse removiblemente sobre la pared lateral cilíndrica 802. Se apreciará que la remoción de la cubierta 810 permite que uno proporcione selectivamente la celda de tratamiento 800 con suelo en él y remueve el suelo de la misma. La celda de tratamiento 800 además se proporciona con una entrada de aire 806 para inyectar aire caliente en la celda de tratamiento 800, la entrada de aire 806 comprende una tubería de entrada 808 que se extiende a través de la pared inferior 804 hacia la celda 100 desde un ensamble de aire caliente similar al descrito aquí anteriormente. La tubería de entrada se proporciona con una pluralidad de perforaciones 814 para inyectar radialmente aire caliente a través del suelo proporcionado en la celda de tratamiento 800. Las celdas de tratamiento 800 además comprenden un ensamble de escape de aire 815 que comprende una tubería de escape principal 816 de donde se extiende perpendicularmente una pluralidad de tuberías de recolección secundarias 818 conectadas a la pared lateral 802 de la celda 800.

Incluso otra modalidad para una celda de tratamiento, referenciado al utilizar el número 900, se muestra en las Figuras 9A y 9B. Tal celda de tratamiento 900 comprende un cierre cilíndrico 902 colocado substancialmente de forma horizontal, el cierre cilíndrico 902 está adaptado para recibir en el suelo a través de un embudo 930. El cierre cilíndrico 902 comprende una cara frontal circular 904, una cara trasera circular 906 y una pared lateral cilíndrica 908 que se extiende entre ellas. El cierre cilíndrico 902 está tangencialmente montado en los grupos de ensambles de rodillo paralelos izquierdos y derechos 910 y 912, los grupos izquierdos y derechos de ensambles de rodillo 910 y 912 estando alineados a lo largo de un eje paralelo al eje 950 del cierre cilíndrico 902 en un ensamble de tipo cojinete. Más específicamente, el grupo izquierdo de ensambles de rodillo 910 comprende una pluralidad de ensambles de rodillo 914. Cada ensamble de rodillo comprende un rodillo 916 montado giratoriamente a una ménsula de rodillo 918. Ya que el grupo derecho de ensambles de rodillo 912 es similar al grupo izquierdo de ensambles de rodillo 910, no es necesaria la descripción adicional del grupo derecho de ensambles de rodillo 912. La cara frontal 904 se proporciona con un eje 920 operativamente montado a ésta, el eje se extiende hacia afuera y paralelo al eje 950 del cierre cilíndrico 902. Uno apreciará que cuando se acople el eje 920 a los medios de rotación (por ejemplo, accionador eléctrico, un accionador hidráulico, un accionador neumático, o similares), Tal configuración permite la rotación suave del cierre cilíndrico 902

alrededor de su eje 950, mientras previene la traslación lateral del mismo.

La celda de tratamiento 900 además comprende una tubería de entrada 922 conectada a la cara frontal 904 del cierre cilíndrico 902 y que se extiende hacia afuera y perpendicularmente del mismo. La tubería de entrada 922 además está conectada a los medios de calentamiento (no mostrados) para inyectar aire caliente que se origina del mismo en el cierre cilíndrico 902. Similarmente, la celda de tratamiento 900 además comprende una tubería de salida 924 conectada a la cara trasera 906 del cierre cilíndrico 902 y que se extiende hacia afuera y perpendicularmente del mismo. La tubería de salida 924 además está conectada a un ensamble de tratamiento (no mostrado) para capturar compuestos o contaminantes volatilizados.

Los expertos en la técnica apreciarán que la rotación del cierre cilíndrico 902 contribuye ventajosamente a la distribución substancialmente uniforme de aire caliente a través del cierre cilíndrico, el aire caliente que se difunde desde una tubería de entrada 922 a la tubería de salida 924. Además, la rotación del cierre cilíndrico 902 expulsa la mezcla de suelo allí proporcionada, lo que contribuye a la distribución substancialmente uniforme de compuestos volátiles. Tal configuración de esa forma puede tener velocidad aumentada del procedimiento de tratamiento. Tal configuración además puede adaptarse para ser parte de una unidad de tratamiento móvil. Por consiguiente, la presente invención abarca tales aplicaciones de celdas de tratamiento, especialmente para

unidades de tratamiento móvil (por ejemplo en una camioneta o un tren).

Como ahora se describirá, la invención además se refiere al uso de una o más celdas de tratamiento como se describe aquí en un sistema de bucle cerrado para remover compuestos volátiles no
5 deseados del suelo. El sistema preferiblemente comprende una pluralidad de celdas de tratamiento conectadas en serie a un ensamble de tratamiento 700. En la modalidad ilustrada en la Figura 7, el ensamble de tratamiento 700 está operativamente conectado al
10 ensamble de tubería de aire caliente 150 que está en comunicación abierta con una o más celdas de tratamientos. El ensamble de tratamiento 700 comprende una tubería de entrada principal 710 que exporta aire caliente desde el ensamble hacia la celda 100 y una tubería de salida 720 que importa en el aire de ensamble de
15 tratamiento con compuestos volátiles recuperados de la celda 100.

Para retirar los compuestos volatilizados del aire que entra desde la tubería de salida 720, el ensamble de tratamiento 700 comprende una unidad de tratamiento 725. En una modalidad, la unidad de tratamiento 725 comprende un condensador 730 y un
20 separador de aire/líquido 732 operativamente conectados entre sí y a la tubería de salida 720. El condensador 730 y el separador de aire/líquido 732 están operativamente conectados para proporcionar medios efectivos para enfriar y condensar en líquido el vapor que está contenido en el aire entrante. Tal condensación removerá las
25 partículas de agua y los contaminantes volátiles del aire entrante.

En una modalidad, el condensador 730 tiene una capacidad que varía entre aproximadamente 80 m³/minuto de aire hasta aproximadamente 300 m³/minuto de aire. El condensador 730 preferiblemente es un dispositivo que utiliza agua fría como agente enfriador. El agua suministrada al condensador 730 puede originarse de la fuente regular (por ejemplo, acueducto de ciudad) o puede incluir agua de lluvia almacenada en una vasija en el suelo (ver aquí posteriormente) o agua recuperada del procedimiento de tratamiento y desechada al drenaje 741. Preferiblemente, el condensador 730 está operativamente conectado a un enfriador 742 con el fin de proporcionar una circulación continua y un suministro de agua fría 743.

El separador de aire/líquido 732 puede consistir de un separador de eje vertical con una entrada de eje tangencial capaz de tratar un volumen de aire de aproximadamente 225 m³/minuto. El separador de aire/líquido 732 puede comprender un indicador de nivel analógico (no mostrado) que permite la activación de una bomba de drenaje 733 para transportar el agua condensada con contaminantes hacia los recipientes de decantación 734.

El separador de aire/líquido 732 además está operativamente conectado a una o más unidades de tratamiento de agua (por ejemplo, recipientes de decantación 734, un separador de agua aceitosa (OWS) 736 conectado a un depósito de aceite (738, y/o una unidad de filtración de agua 740) que, dependiendo de un usuario necesita ser facultativa, pero ayudará a asegurar que el agua

condensada está substancialmente libres de contaminantes antes de dirigirse al drenaje 741. Por ejemplo, los recipientes de decantación 734 pueden permitir un primer paso de separación física capaz de separar los contaminantes de densidad inferior (por ejemplo, diesel, que tiene una densidad de 0,85 kg/litros) del agua. En la modalidad ilustrada, el ensamble de tratamiento 700 incluye dos recipientes 734 adaptados para permitir un periodo de establecimiento que varía entre 130 minutos y 400 minutos. El separador de agua aceitosa (OWS) 736 puede ser útil para remover del agua los contaminantes de hidrocarburo restantes hacia abajo desde los recipientes 734. En una modalidad preferida, el OWS 736 incluye placas coalescentes y tiene una capacidad de 200 litros/minuto. El depósito de aceite 738 puede ser útil al recibir los hidrocarburos recolectados por el OWS 736. Aquellos hidrocarburos además pueden tratarse y reintroducirse en la cadena, o como se indica aquí después de reciclarse como carburante para los medios de calentamiento 760, con lo cual se reduce los costos de operación del sistema de bucle cerrado. Finalmente, la unidad de filtración de agua 740 (por ejemplo, un purificador de agua de carbono activado) puede ser útil a remover partículas finas y los contaminantes restantes.

El ensamble de tratamiento 700 además comprende medios de calentamiento 760 (por ejemplo un quemador de combustible o propano, un calentador eléctrico, etc.) operativamente conectados al separador de aire/líquido 732 y la celda de tratamiento 100. El medio de calentamiento 760 tiene una función principal, principalmente

recalentar y secar aire que se va a dirigir a la celda de tratamiento 100 a través de la tubería de entrada principal 710. El medio de calentamiento 760 también puede ser útil al quemar cualquier contaminante volátil que puede permanecer en el aire entrante 5 después de su paso a través del separador de aire/líquido 732 y a través de un purificador de aire de carbono facultativo 754. El medio de calentamiento 760 también puede estar adaptado para quemar aceites recuperados por las unidades de tratamiento de agua y almacenado en el depósito de aceite 738. Por consiguiente, en 10 algunas modalidades, el medio de calentamiento 760 es un quemador y comprende una chimenea 764.

En una modalidad preferida, el medio de calentamiento 760 se selecciona y adapta para calentar aire en circulación a una temperatura que varía desde aproximadamente 50°C hasta 15 aproximadamente 300°C, y preferiblemente a una temperatura que varía desde aproximadamente 150°C hasta aproximadamente 200°C. En una situación ilustrativa, el medio de calentamiento 760 proporciona 6,000,000 BTU a capacidad completa y aproximadamente 2,000,000 BTU bajo condiciones operativas. Tales dispositivos de 20 calentamiento se conocen en la técnica. Se apreciará por un experto en la técnica que el medio de calentamiento 760 puede estar configurado de forma diferente sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, el medio de calentamiento 760 puede ser un calentador eléctrico, un calentador solar o cualquier otro ensamble 25 de calentamiento capaz de calentar el aire a una temperatura

deseada.

El calentamiento del aire que circula en el sistema puede verificarse al utilizar sensores de temperatura 762. Además, el ensamble de tratamiento 700 puede incluir sondas analógicas para verificar el oxígeno (O_2) y dióxido de carbono (CO_2). Por lo tanto, en el caso que el porcentaje de O_2 descienda del 8%, la sonda analógica controlará la abertura de la válvula para permitir la entrada de aire fresco y oxígeno en el sistema de bucle cerrado a través de una entrada de aire fresco 766, antes de calentarse por el medio de calentamiento 760. En una modalidad, el medio de calentamiento 760 se opera para calentar y mantener el suelo contaminado a una temperatura igual a o bajo $100^\circ C$, y más preferiblemente a una temperatura que varía entre aproximadamente $60^\circ C$ y $80^\circ C$, con lo cual maximiza la eficacia del procedimiento llevado a cabo en el sistema mientras reduce los costos de operación.

El ensamble tratamiento 700 además comprende una bomba 750 (por ejemplo, bomba de vacío o soplador de aire) que, en la modalidad ilustrada en la Figura 7, está operativamente conectado al separador de aire/líquido 732 y al medio de calentamiento 760. La bomba 750 trabaja en cooperación con las válvulas de control 751 y los sistemas de accionador 752 controlados por una computadora (no mostrada) para verificar y mantener un flujo de aire apropiado a través del sistema de bucle cerrado. En una modalidad preferida, la bomba 750 es una bomba de vacío que está seleccionada y adaptada

para que el sistema de bucle cerrado opere en un modo de vacío (por ejemplo entre aproximadamente 500 y aproximadamente 700 mm de Hg), tal vacío minimiza las fugas de aire y los contaminantes en el ambiente. En una modalidad, la bomba de vacío retira un volumen de
5 aire de aproximadamente 23 m³/minuto por celda de tratamiento 100 y posee una energía de movimiento superior a las pérdidas de presión de carga engendradas en la red y la masa sólida de suelos que se va a tratar.

Para hacer las operaciones del ensamble de tratamiento 700
10 más económicas, el termointercambiador 182 puede conectarse a un recipiente de agua de lluvia ajustada en profundidad en el piso. De acuerdo con tal modalidad, el recipiente de agua de lluvia se beneficiará de las condiciones de temperatura del piso para enfriar naturalmente y mantener el agua de lluvia a una temperatura
15 promedio que varía entre 10°C y 20°C. Tal agua de lluvia puede ser útil para alimentar el condensador 730, con lo cual se reducen los costos de operación del sistema asociado con el uso de un enfriador 742. El recipiente de agua de lluvia también puede conectarse al drenaje 741 para recibir el agua que sale de la unidad de filtración
20 de agua 740.

Similarmente, para operaciones bajo condiciones de vacío, es preferible que los componentes del sistema se configuren para evitar fugas de aire para mejorar la eficiencia del sistema de bucle cerrado. Por consiguiente, el ensamble de tubería 150, las tuberías de
25 entrada 710 y de salida 720, las bombas, sensores, válvulas, celdas

de tratamiento de 100 y otros dispositivos, así como las conexiones entre ellos preferiblemente se adaptan para ser substancialmente herméticos al aire. Sin embargo, se entiende que no se requiere el hermeticismo al aire absoluto ya que, bajo presión negativa, las fugas de aire causarán que el aire fresco ingrese al sistema mientras aún previenen que los contaminantes volatilizados salgan del mismo. En una modalidad alterna, uno puede elegir crear una presión positiva para hacer circular el aire a través del sistema, y bajo tales circunstancias, puede requerirse un hermeticismo al aire mayor ya que cualquier fuga de aire puede resultar en que el contaminante volatilizado escape del sistema a la atmósfera.

También se apreciará que el número, tamaño, capacidad de los numerosos elementos que comprenden el sistema (por ejemplo, condensador, separador de aire/líquido, calentador, recipientes, bombas, purificador, etc.) se seleccionen de acuerdo con la necesidad del usuario y variarán de acuerdo con diferentes factores, que incluyen, pero no se limitan a, el volumen, la densidad y humedad del suelo que se va a tratar, el número y el volumen de la celda de tratamiento conectada al sistema, el volumen de aire que se va a tratar y el contenido de humedad del mismo.

Como se indica aquí anteriormente, la presente invención se refiere a un método para remover un compuesto volátil no deseado de un montón de suelo. Al hacer referencia a la Figura 10 que se resume en la modalidad de un método de acuerdo con la invención, el método incluye los pasos de alimentar un montón de suelo en una

celda de tratamiento rígida y substancialmente hermética al aire (1010) que hace circular una corriente de aire caliente a través del montón de suelo para aumentar la temperatura del suelo lo suficiente para permitir la volatilización de dicho compuesto (paso 1020),
5 recolectar el aire y el compuesto volatilizado (paso 1030), separar el compuesto volatilizado del aire recolectado (paso 1040), calentar o recalentar el aire substancialmente exento del compuesto volátil (paso 1050) y volver hacer circular el aire caliente a través del montón de suelo (paso 1060).

10 Un uso típico de los métodos, tratamientos y sistemas de celdas de acuerdo con la invención se ejemplifica en los detalles aquí posteriormente. Se remueve una cantidad de suelo de un sitio contaminado al utilizar una excavadora y además cargado con un camión de cargos similares que se va a transportada en el sitio de
15 tratamiento. Un experto en la técnica apreciará que la cantidad de suelo removido de tal sitio contaminado variará de vez en cuando y depende de la escala de contaminación (es decir, tamaño del sitio contaminado, nivel de contaminación, etc.). Lo contaminado se transporta a un sitio de tratamiento que comprende instalaciones
20 industriales adecuadas para descontaminar los suelos de acuerdo con la invención y se descargan en un área de almacenamiento designada para recibir tal material contaminado y prevenir cualquier contaminación del aire circundante. En el sitio de tratamiento, se utiliza equipo pesado, tal como cargador frontal, para transportar el
25 sitio contaminado del área de almacenamiento, en la celda de

tratamiento 100 (paso 1010). Un experto en la técnica apreciará que los suelos contaminados pueden transportarse desde el sitio contaminado directamente a la celda de tratamiento 100 en el lugar de almacenarse en el área de almacenamiento.

5 Para alimentar la celda 100 con el suelo contaminado, la puerta 115 se eleva sin utilizar un cargador frontal o que permite el acceso al interior de la celda 100 para el equipo pesado. El equipo pesado parcialmente ingresa a la celda 100 y descarga el material contaminado sobre las tuberías 220, 222 embebidas en un lecho de
10 grava 30. Para facilitar la carga de la celda 100 con suelo contaminado, la cubierta 116 de la celda 100 también puede removerse al utilizar una excavadora, en donde sea apropiado. La celda 100 se llena con suelo contaminado hasta que se logra un montón o capa suficiente de suelo. Un espacio de aire de
15 aproximadamente 15 cm entre la parte superior del montón de suelo contaminado y la disposición de tubería de escape 410 preferiblemente se deja para permitir una circulación apropiada de aire y contaminantes volatilizados en la celda 100 y para evitar la acumulación de las perforaciones de las tuberías secundarias 422 de
20 la disposición de tubería de escape 410.

Una vez que se cargó una cantidad apropiada de suelo contaminado en la celda 100, la puerta 115 se desliza de nuevo a la pared frontal 114 y los medios de sellado 610 se instalan apropiadamente. En donde se removi6 la cubierta 116, se coloca de
25 nuevo las paredes 112, 113, 114 para cerrar la celda 100 en una

forma substancialmente hermética al aire.

Substancialmente hermético al aire pretende aquí significar que la celda 100 (u otro celdas de tratamiento que puede utilizarse) no requiera hermetismo absoluto al aire ya que la operación del sistema
5 substancialmente previene la liberación no deseada de los contaminantes volatilizados en la atmósfera tal como al operar bajo presión negativa ligera (es decir la presión de aire en el sistema es inferior a la presión fuera del sistema). En tal caso, la presión negativa en el sistema causará que el aire fresco ingrese en lugar de
10 que salga del sistema. Cuando el sistema opera bajo presión positiva (es decir, la presión de aire dentro del sistema es mayor que la presión fuera del sistema), los contaminantes volatilizados son más susceptibles de escapar del mismo y varios componentes del sistema pueden requerir hermetismo de aire mejorado.

15 El arranque de la bomba de vacío 750 causa que el aire calentado circule a través del sistema y a través del montón de suelo (paso 1020). Se entenderá que antes de ingresar a la celda de tratamiento 100, el aire caliente tiene que calentarse por el medio de calentamiento 760 que, en la modalidad ilustrada en la Figura 7, se
20 localizan entre la bomba de vacío 750 y la tubería de entrada principal 710. El medio de calentamiento preferiblemente calienta el aire a una temperatura que varía desde aproximadamente 150°C hasta aproximadamente 200°C. Sin embargo, se reconocerá que la temperatura del aire caliente puede ajustarse a cualquier
25 temperatura capaz de proporcionar resultados de forma satisfactoria.

La eficiencia del procedimiento que confía, al menos parcialmente, en el hecho de que la saturación de agua del aire caliente es muy superior a la saturación de agua del aire ambiental.

En operación, la bomba de vacío 750 proporciona una presión
5 negativa, que preferiblemente varía desde 500 mm de Hg hasta 700 mm de Hg medido en la tubería de escape principal 720, que a su vez crea una presión negativa dentro de la celda 100 con lo cual causa que el aire calentado de la tubería de entrada principal 710 ingrese a la tubería de entrada principal 210 de la celda 100,
10 entonces las tuberías de distribución más pequeñas 222 y finalmente a la celda 100 a través de las perforaciones 224. El aire calentado de esa forma ingresa al fondo del cierre 110, y migra hacia la parte superior del mismo, a través del suelo contaminado 20. A medida que el aire calentado se percola 50 a través del suelo contaminado 20,
15 causa la volatilización de agua y contaminantes allí contenidos para emigrar hacia el espacio de aire entre la parte superior del montón 20 y la cubierta 116 de la celda 100. Una vez en el espacio de aire, el aire cargado con contaminantes volatilizados y vapor de agua (es decir, el aire contaminado) se captura por la disposición de tubería de escape 410 que se va a mover hacia la unidad de tratamiento 725 del ensamble de tratamiento 700 a través de la tubería de escape 720 (paso 1030). Más específicamente, la bomba de vacío fuerza a que el aire contaminado ingrese a las tuberías de recolección 422 a través de las perforaciones 424, para mover en la tubería de salida
20 principal 420 y circular a través del ensamble de tubería de aire
25

caliente 150 para ingresar al ensamble tratamiento 700 a través de la tubería de salida 720.

Sin limitarse por cualquiera de los principios científicos, puede ser interesante notar que la percolación de aire caliente a través del sólo contaminado cause que la temperatura del mismo aumente (fase de calentamiento) y además estabilice aproximadamente a 100°C, debido a la presencia de agua dentro del suelo (fase constante). Durante estas fases, se volatilizan los contaminantes que además se van a recolectar, como se describe mejor posteriormente. El éxito del procedimiento sin embargo no requiere que la temperatura del suelo aumente y se mantenga a 100°C. De hecho se encontró sorprendentemente que la temperatura de suelo que varía desde aproximadamente 60°C hasta aproximadamente 90°C es suficiente para volatilizar completamente el agua y los contaminantes de hidrocarburo tal como gasolina y disel. Como tal, el uso de temperatura de suelo inferior puede reducir los costos asociados con la operación del sistema. La temperatura del suelo se verifica mediante sondas y computadoras y se mantiene a una temperatura deseada al permitir que aire fresco ingrese al sistema través de la entrada de aire fresco 766 ó se evite, si se requiere.

En la unidad de tratamiento 725, el aire contaminado se trata para remover contaminantes y agua del mismo (paso 1040). La unidad de tratamiento 725 permite la recuperación de agua y contaminantes y proporciona aire enfriado con bajo contenido de humedad. Tal aire relativamente seco además se mueve hacia el

medio de calentamiento 760, para además calentarse (paso 1050) antes de reingresar a la celda de tratamiento 100 (paso 1060), en donde la remoción de agua del aire (es decir, la reducción de contenido de humedad) facilita el calentamiento del mismo y contribuye a reducir los costos asociados con la operación del ensamble de tratamiento 700.

Una vez que substancialmente toda el agua contenida en el suelo se volatilizó y recolectó, la temperatura del suelo tiende a aumentar sobre 100°C, con lo cual indica el término del procedimiento. Típicamente, el procedimiento está completo cuando el aire recolectado sobre el suelo tiene una temperatura de aproximadamente 70°C-80°C. La humedad relativa del aire recolectado sobre el suelo también puede proporcionar una indicación del término del procedimiento. Típicamente, el procedimiento de tratamiento se contemplará cuando se mide una humedad relativa inferior al 30% (a una temperatura de 60°C o superior) en el aire recolectado. También es posible muestrear directamente el suelo para revisar su humedad. En tal caso, uno concluirá que el procedimiento está generalmente completo cuando la humedad en el suelo es de aproximadamente 1% hasta aproximadamente 3%. En una modalidad, el procedimiento tiene una duración que varía entre 1 y 20 días, y preferiblemente entre 3 y 15 días y más preferiblemente entre 5 y 10 días. Un experto en la técnica sin embargo entenderá que la duración del procedimiento variará de acuerdo con varios factores tal como el contenido de

humedad, la naturaleza, la densidad y la cantidad de suelo que se va a tratar. Al terminar el procedimiento, se remueve la puerta 115 de la celda 100 y se remueve el suelo descontaminado del cierre de celda 110 utilizando un cargador frontal. El suelo descontaminado
5 entonces puede someterse a pasos de filtrado y además a pasos de descontaminación para remover los contaminantes no eliminados por el procedimiento de la invención.

Una vez que la celda 100 está vacía, puede alimentarse en ella un nuevo lote de suelo contaminado. De esa forma es evidente que
10 los sistemas, métodos y tratamientos de celda de acuerdo con la invención pueden utilizarse de forma repetitiva sin la necesidad de desensamblar las tuberías que componen la entrada de aire 210 y el escape de aire 410 ya que la celda 100 comprende una estructura rígida o permanente.

Aunque la descripción anterior y los dibujos anexos se refieren a modalidades preferidas específicas de la presente invención como se contempla actualmente por el inventor, se entenderá que pueden hacerse varios cambios, modificaciones y adaptaciones sin apartarse del alcance de la invención.

20

25

CAPÍTULO REIVINDICATORIO

(Solicitud Divisional)

1. Una celda de tratamiento para eliminar un compuesto volátil no deseado de
5 una pila de tierra que comprende:

un recinto rígido que pueda abrirse y cerrarse nuevamente adaptado para recibir dicha
pila de tierra, y adaptado para operar bajo una presión negativa que es suficiente para permitir
la volatilización de dicho compuesto volátil no deseado de dicha pila de tierra, dicho recinto
comprende medios de sellamiento para minimizar la entrada de aire dentro del recinto bajo
10 condiciones de presión negativa; y

una entrada de aire y una salida de aire conectadas a dicho recinto, la entrada de aire y
la salida de aire están configuradas y colocadas para hacer circular aire caliente a través de
dicha pila de tierra, la entrada de aire y la salida de aire están además configuradas y
posicionadas para permitir la entrada y salida de aire caliente respectivamente bajo
15 condiciones de presión negativa;

en donde el recipiente, la entrada de aire y la salida de aire son herméticas con el fin
de crear una presión negativa en la celda de tratamiento cuando la entrada de aire y la salida
de aire están conectadas a una bomba al vacío en un bucle cerrado.

20 2. La celda de tratamiento de la reivindicación 1, en donde la entrada de aire y la
salida de aire son separadas entre sí para maximizar la difusión de aire caliente desde la
entrada de aire a la salida de aire a través de dicha pila de tierra.

3. La celda de tratamiento de la reivindicación 1, en donde la entrada de aire está
25 conectada fijamente a una porción inferior del recinto.

4. La celda de tratamiento de la reivindicación 1, en donde la salida de aire está conectada fijamente a una tapa desmontable montada sobre una porción superior del recinto.

5. La celda de tratamiento de la reivindicación 1, en donde dicha entrada de aire
5 comprende una pluralidad de tubulares de distribución perforados que se extienden sobre un área grande de una porción inferior del recinto.

6. La celda de tratamiento de la reivindicación 1, en donde la salida de aire
comprende una pluralidad de tubulares recolectores perforados que se extienden sobre un
10 área grande de una porción superior del recinto.

7. La celda de tratamiento de la reivindicación 1, en donde dicha celda de
tratamiento es parte integral de un sistema cerrado que comprende una bomba de vacío.

8. La celda de tratamiento de la reivindicación 1, que comprende además una
15 bomba y medio de calentamiento ambos conectados a la entrada de aire para introducir aire caliente en el recinto.

9. La celda de tratamiento de la reivindicación 1, que comprende además una
20 unidad de tratamiento conectada a la salida de aire para eliminar compuestos volatilizados de la pila de tierra.

10. La celda de tratamiento de la reivindicación 1, en donde dicho recinto está
dimensionado y adaptado para recibir al menos 200.000 kg de tierra.

25

11. Una celda de tratamiento para la eliminación de un compuesto volátil no
deseado desde una pila de tierra, que comprende un recinto rígido que pueda abrirse y

cerrarse nuevamente y sea sustancialmente hermético, de forma y tamaño para recibir en su interior por lo menos 200.000 kg de tierra, dicho recinto está adaptado para montar de manera fija al mismo (i) una entrada de aire para la inyección de aire caliente en el recinto y (ii) una salida de aire para recoger el aire que ha sido inyectado por la entrada de aire y que ha
5 circulado a través de dicha pila de tierra.

12. Un sistema cerrado para la eliminación de compuestos volátiles no deseados desde una pila de tierra que comprende:

un recinto rígido que pueda abrirse y cerrarse nuevamente y que sea hermético, de
10 forma y tamaño para recibir dicha pila de tierra;

una entrada de aire conectada al recinto para inyectar aire caliente en la pila de tierra y una salida de aire conectada al recinto para recolectar aire calentado que ha circulado a través de la pila de tierra, la entrada de aire y la salida de aire ambas montadas de manera fija a dicho recinto, y ambas configuradas y posicionadas para permitir la entrada y salida de aire
15 caliente respectivamente bajo condiciones de presión negativa;

una bomba de vacío conectada a la entrada de aire y a la salida de aire para hacer circular aire caliente a través del sistema cerrado y para crear una presión negativa dentro del recinto rígido;

medio de calentamiento conectado a la bomba para proporcionar aire caliente que se
20 hace circular a través de la pila de tierra, y

una unidad de tratamiento conectada a la salida de aire y al medio de calentamiento para eliminar los compuestos volatilizados recolectados por la salida de aire.

13. El sistema cerrado de la reivindicación 12, en donde la circulación de aire
25 caliente a través de dicha pila de tierra aumenta la temperatura de la tierra a una temperatura permitiendo la volatilización desde la tierra de al menos una porción de los compuestos volátiles contenidos en la misma.

14. El sistema cerrado de la reivindicación 12, que comprende una pluralidad de celdas herméticas cada una adaptada para recibir por lo menos 200.000 kg de tierra.

5 15. El sistema cerrado de la reivindicación 12, en donde la entrada de aire y la salida de aire están separadas entre sí para maximizar la difusión de aire caliente desde la entrada de aire a la salida de aire a través de dicha pila de tierra.

10 16. El sistema cerrado de la reivindicación 12, en donde la entrada de aire comprende una pluralidad de tubulares de distribución perforados que se extienden sobre un área grande en una porción inferior de la celda bajo la pila de tierra, y en donde la salida de aire comprende una pluralidad de tubulares recolectores perforados que se extienden sobre un área grande en una porción superior de la celda por encima de la pila de tierra.

15 17. El sistema cerrado de la reivindicación 12, donde el compuesto volátil es agua o un contaminante proveniente de hidrocarburos.

20 18. El sistema cerrado de la reivindicación 17, en donde el contaminante proveniente de hidrocarburos se selecciona del grupo que consta de gasolina, diesel, combustible para jets, combustible para calentamiento de ambientes, gas natural licuado, crudos, derivados del petróleo y sus mezclas.

25 19. Una instalación industrial para descontaminar tierras, la instalación industrial es capaz de descontaminar por lo menos 200.000 kg de tierra diariamente y que comprende una pluralidad de celdas de tratamiento tal como se define en la reivindicación 1 conectadas entre sí en un sistema cerrado.

20. Un aparato de tratamiento para remover compuestos volátiles no deseados de una pila de tierra que comprende:

un recinto rígido que pueda abrirse y cerrarse nuevamente adaptado para recibir dicha pila de tierra, el recinto rígido comprende una pluralidad de tubulares de distribución perforados que se extienden sobre un área grande de una porción inferior del recinto, y una pluralidad de tubulares recolectores perforados que se extienden sobre un área grande de una porción superior del recinto, y

un ensamble de tratamiento que tiene una entrada de aire conectada a la pluralidad de tubulares y una salida de aire conectada a la pluralidad de tubulares recolectores perforados, la entrada de aire y la salida de aire configuradas y colocadas para hacer circular aire caliente a través de dicha pila de tierra, la entrada de aire y la salida de aire están además configuradas y posicionadas para permitir la entrada y salida de aire caliente respectivamente bajo condiciones de presión negativa;

en donde el ensamble de tratamiento tiene una bomba de vacío conectada a la entrada de aire y a la salida de aire para crear una presión negativa para circular aire caliente a través del recinto rígido y para crear una presión negativa dentro del recinto rígido; y

en donde dicho aparato de tratamiento es hermético para crear una presión negativa allí cuando está conectado a una bomba de vacío.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
CONSULTA DE DOCUMENTOS