

SISTEMA DE RECINTO SUBTERRÁNEO

REFERENCIA CRUZADA A APLICACIONES RELACIONADAS

[1] La presente solicitud es una solicitud PCT que reclama prioridad de la solicitud no provisional de EE.UU. 16/841,120, presentada el 6 de abril de 2020, y de la Solicitud no provisional de EE. UU. 16/599,671, presentada el 11 de octubre de 2019, ahora Patente de EE. UU. N° 10,615,583 emitida el 7 de abril de 2020, que se incorpora aquí como referencia en su totalidad.

CAMPO DE LA DIVULGACIÓN

[2] La presente descripción se refiere en general a un recinto, y más específicamente a un recinto subterráneo para diversos equipos electrónicos, incluidos, entre otros, equipos de telecomunicaciones.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[3] Una torre celular (también conocida como “sitio celular”) es un sitio de telefonía celular donde se colocan antenas y equipos de comunicaciones electrónicas. El rango de trabajo de una torre celular puede depender de varios factores, incluidos, por ejemplo, la altura de la torre en relación con el terreno circundante, la presencia de edificios o vegetación que pueda reflejar o absorber la energía electromagnética, el espectro de frecuencia utilizado para la transmisión inalámbrica, el tráfico de teléfonos celulares en el área y las condiciones climáticas. En términos de tamaño y necesidades inmobiliarias, las torres de telefonía móvil pueden ser estructuras en expansión, incluida la torre o el poste, una o más estructuras o cobertizos para equipos y cercas, que requieren hasta 10,000 pies cuadrados de terreno, o aproximadamente $\frac{1}{4}$ de acre. Debido a las demandas de cobertura celular, se necesitan torres celulares cerca de áreas de alta densidad de población para que la mayoría de los usuarios potenciales puedan utilizar las torres. Sin embargo, cada sitio celular solo puede manejar un número finito de llamadas o tráfico de datos.

SUMARIO DE LA INVENCION

[4] En algunas realizaciones, se proporciona un recinto subterráneo para alojar componentes eléctricos. El recinto subterráneo para albergar componentes eléctricos puede incluir una carcasa que define un compartimento interior, un panel superior que comprende una abertura de compartimento para acceder al compartimento interior, una cubierta de compartimento adaptada para sellar de forma extraíble la abertura del compartimento, un bastidor de equipos que comprende un sistema de elevación de equipos que está acoplado a la tapa del compartimento, y además está acoplado a una base en el compartimento interior, y en el que el sistema de elevación del equipo está adaptado para moverse entre una posición retraída, en la que la tapa del compartimento sella la abertura interior del compartimento, y una posición extendida en la que el bastidor del equipo se extiende a través de la abertura del compartimento para proporcionar acceso al bastidor del equipo por encima del suelo. El panel superior se puede unir y/o formar integralmente con la carcasa.

[5] En algunas realizaciones, se proporciona un recinto subterráneo para alojar componentes eléctricos. El recinto subterráneo para albergar componentes eléctricos puede incluir un armazón que define un compartimento interior, en el que el armazón exterior comprende una pluralidad de paneles interconectados para formar un armazón (que puede ser un armazón sellado), un panel superior que comprende una abertura para acceder al compartimento interior, una cubierta de compartimento adaptada para sellar de manera removible la abertura del compartimento interior, un bastidor de equipos que comprende un sistema de elevación de equipos que está acoplado a la cubierta del compartimento, y además está acoplado a una base en el compartimento interior, y donde el sistema de elevación de equipos está adaptado para moverse entre una posición retraída, en la que la tapa del compartimento sella la abertura interior del compartimento, y una posición extendida en la que el bastidor del equipo se extiende a través de la abertura del compartimento para proporcionar acceso por encima del suelo al bastidor del equipo. El panel superior se puede unir y/o formar integralmente con la carcasa.

[6] En algunas realizaciones, se proporciona un recinto subterráneo para alojar componentes eléctricos. La caja enterrada para alojar componentes eléctricos puede incluir una carcasa cilíndrica que define un compartimento interior y que tiene una abertura de compartimento

para acceder al compartimento interior, una cubierta de compartimento adaptada para sellar de forma extraíble la abertura del compartimento, un bastidor para equipos que comprende un sistema de elevación de equipos que es acoplado a la tapa del compartimento, y además está acoplado a una base en el compartimento interior, y en el que el sistema de elevación del equipo está adaptado para moverse entre una posición retraída, en la que la tapa del compartimento sella la abertura del compartimento interior y la carcasa cilíndrica, y una posición extendida en donde el bastidor del equipo se extiende a través de la abertura superior para proporcionar acceso por encima del suelo al bastidor del equipo.

[7] En algunas realizaciones, se proporciona una estación base de telecomunicaciones. La estación base de telecomunicaciones puede incluir un recinto subterráneo para albergar componentes eléctricos, que comprende una carcasa exterior que define un compartimento interior, un panel superior que comprende una abertura de compartimento para acceder al compartimento interior, una cubierta de compartimento adaptada para sellar de forma extraíble la abertura del compartimento, un bastidor de equipos que comprende un sistema de elevación de equipos que está acoplado a la tapa del compartimento, y además está acoplado a una base en el compartimento interior, y puede incluir una estación base celular, que comprende una antena acoplada al equipo de procesamiento de señales y una fuente de alimentación, que comprende una batería, una conexión a una fuente de energía externa, o ambas, en donde, en una posición de almacenamiento, el equipo de procesamiento de señales y la batería están alojados dentro del compartimento interior. El panel superior se puede unir y/o formar integralmente con la carcasa.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[8] Las características y ventajas de la presente invención se describirán con más detalle o se harán evidentes mediante la siguiente descripción detallada de las realizaciones, que deben considerarse junto con los dibujos adjuntos en los que números similares se refieren a partes similares y además en los que:

[9] La figura 1 ilustra una vista ambiental de un recinto subterráneo que se incorpora como parte de una estación base de telecomunicaciones como se describe aquí.

[10] La figura 2 es un esquema de control de un recinto subterráneo, incluido el sistema de manejo de gas como se describe en este documento.

[11] La figura 3 es una vista superior en perspectiva de las aberturas del primer y segundo compartimento del recinto subterráneo como se describe en este documento.

[12] La figura 4 es una vista lateral en perspectiva del recinto subterráneo que muestra los conductos externos como se describe aquí.

[13] La figura 5 es una vista superior en perspectiva del segundo compartimento que muestra los conductos externos e internos que se extienden hacia el segundo compartimento como se describe aquí.

[14] La figura 6 es una vista en sección transversal de una pared lateral del recinto que muestra el espacio de la pared lateral, así como conductos externos conectados con conductos y acopladores de conductos como se describe aquí.

[15] La figura. 7 es una vista parcialmente despiezada del primer compartimento antes de ser insertado en la carcasa exterior como se describe aquí.

[16] La figura 8 es una vista parcialmente despiezada del segundo compartimento antes de ser insertado en la carcasa exterior como se describe aquí.

[17] La figura 9 es una vista parcialmente despiezada que muestra los compartimentos primero y segundo ubicados uno al lado del otro en preparación para colocar la cubierta exterior sobre ellos como se describe aquí.

[18] La figura 10 es una vista inferior de la figura 9 una vez que los compartimentos primero y segundo se hayan insertado en la cubierta exterior y los espaciadores se hayan fijado a las bases de los compartimentos primero y segundo como se describe en este documento.

[19] La figura 11 es una vista parcialmente despiezada que muestra los compartimentos primero y segundo ubicados uno al lado del otro en preparación para colocar la cubierta exterior sobre ellos y sellarlos en la cubierta exterior con la base exterior como se describe aquí.

[20] La figura 12 es una vista en perspectiva de un recinto subterráneo de doble pared.

[21] La figura 13 es una vista en sección transversal parcial de la fig. 12 tomada a lo largo de la línea de corte 13-13.

[22] La figura 14A y la figura 14B son vistas en perspectiva de un bastidor de equipos y un sistema de elevación de equipos como se describe en este documento, así como el bastidor de baterías y el sistema de elevación de baterías como se describe en este documento.

[23] La figura 15 es una vista en perspectiva de un sistema de bastidor y elevador que muestra un sistema de bloqueo como se describe aquí.

[24] La figura 16A y la figura 16B son vistas frontales y finales de un difusor que se puede usar en conexión con los bastidores de equipos y bastidores de baterías como se describe en este documento.

[25] La figura 17 es una vista inferior de una cubierta del primer compartimento que muestra los brazos de bloqueo en la posición abierta como se describe aquí.

[26] La figura 18 es una vista desde abajo de una cubierta del primer compartimento que muestra los brazos de bloqueo en la posición bloqueada como se describe aquí.

[27] La figura 19 es una vista desde abajo de una segunda cubierta de compartimiento que muestra los brazos de bloqueo en la posición abierta como se describe aquí.

[28] La figura 20 es una vista desde abajo de una segunda cubierta de compartimiento que muestra los brazos de bloqueo en la posición bloqueada como se describe aquí.

[29] La figura 21 es una vista semitransparente de un bloqueo de tapa dispuesto en el rebaje de bloqueo de tapa como se describe aquí.

[30] La figura 22 es una vista en sección transversal de la interfaz entre una abertura de compartimento y una tapa de compartimento en la posición bloqueada (sin un bloqueo de tapa para mayor claridad) como se describe aquí.

[31] La figura 23 ilustra una vista ambiental de un recinto subterráneo que se incorpora como parte de una estación base de telecomunicaciones, que incluye un anillo de tierra subterráneo como se describe en este documento.

[32] La figura 24 es una vista lateral de una realización ejemplar de un poste de antena que tiene secciones telescópicas como se describe aquí.

[33] La figura 25 es una vista transversal lateral de un recinto subterráneo que muestra la colocación de partículas de transferencia de calor alrededor del exterior de un recinto subterráneo.

[34] La figura 26 es una vista en perspectiva de un recinto empotrado de múltiples paneles de una sola pared como se describe en este documento.

[35] La figura 27 es una vista en sección transversal parcial de la figura 26 tomada a lo largo de la línea de corte 27-27.

[36] La figura 28 es una vista en perspectiva de un recinto cilíndrico subterráneo como se describe aquí.

[37] La figura 29 ilustra una vista ambiental de un recinto subterráneo que se incorpora como parte de una estación base de telecomunicaciones, que incluye un sistema de aire acondicionado con un condensador ubicado en un elemento vertical sobre el suelo como se describe aquí.

[38] La figura 30 ilustra una vista ambiental de un recinto subterráneo que se incorpora como parte de una estación base de telecomunicaciones, que incluye uno o más elementos verticales sobre el suelo como se describe aquí.

[39] La figura 31 es una vista lateral en sección transversal de una realización de un recinto subterráneo que incorpora un sistema de control ambiental de bomba de calor geotérmica como se describe en este documento.

[40] La figura 32 es una vista lateral en sección transversal de una realización de un recinto subterráneo que incorpora un sistema de control ambiental de tubería de calor de cambio de fase de fluido de trabajo como se describe en este documento.

[41] La figura 33 es una vista en sección transversal lateral de una realización de un recinto subterráneo que muestra los paneles laterales y de base de la carcasa del recinto con un diseño de configuración ejemplar para generadores termoeléctricos como se describe en este documento.

[42] La figura 34 es una vista en sección transversal lateral parcial de una realización de un recinto subterráneo que muestra una configuración de ejemplo de aletas de enfriamiento incorporadas con generadores termoelectricos como se describe en este documento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[43] La descripción de las realizaciones preferidas está destinada a leerse en relación con los dibujos adjuntos, que deben considerarse parte de la descripción escrita completa de esta invención. Las figuras de los dibujos no están necesariamente a escala y ciertas características de la invención pueden mostrarse exageradas en escala o en forma algo esquemática en aras de la claridad y la concisión. En esta descripción, los términos relativos como "horizontal", "vertical", "arriba", "abajo", "arriba", "abajo", así como sus derivados (por ejemplo, "horizontalmente", "hacia abajo", "hacia arriba", etc.) debe interpretarse como una referencia a la orientación descrita en ese momento o como se muestra en la figura del dibujo que se analiza. Estos términos relativos son por conveniencia de descripción y normalmente no pretenden requerir una orientación particular. Los términos que incluyen "hacia adentro" versus "hacia afuera", "longitudinal" versus "lateral" y similares deben interpretarse en relación entre sí o en relación con un eje de elongación, o un eje o centro de rotación, según corresponda. Los términos relacionados con accesorios, acoplamiento y similares, como "conectado" e "interconectado", se refieren a una relación en la que las estructuras están aseguradas o unidas entre sí, ya sea directa o indirectamente a través de estructuras intermedias, así como accesorios o relaciones móviles o rígidos, a menos que se describa expresamente lo contrario, e incluye términos como acoplado "directamente", asegurado, etc. El término "acoplado operativamente" es un accesorio, acoplamiento o conexión que permite que las estructuras pertinentes operen según lo previsto en virtud de esa relación.

[44] Como se muestra en las figuras 1 a 28, en varias realizaciones, se describe un recinto subterráneo 10 para alojar componentes eléctricos. Tal como se utiliza en el presente documento, el término "recinto subterráneo" se utiliza de manera intercambiable con la frase "recinto" que está "adaptado para instalación en el suelo" ya que el recinto 10 puede considerarse un "recinto subterráneo" en cualquier momento antes, durante, o después de la instalación. El recinto subterráneo 10 puede incluir una cubierta exterior 12, un primer

compartimento 14 ubicado dentro de la cubierta exterior 12; un segundo compartimento 16 ubicado dentro de la carcasa exterior 12; y un panel superior 18 que comprende una primera abertura de compartimento 20 para acceder al primer compartimento 14 y una segunda abertura de compartimento 22 para acceder al segundo compartimento 16. El recinto subterráneo 10 puede incluir una pared divisoria 24 que separa el primer compartimento 14 del segundo compartimento 16. El recinto subterráneo también puede incluir una cubierta del primer compartimento 26 adaptada para sellar de manera removible la abertura del primer compartimento 14, una cubierta del segundo compartimento 28 adaptada para sellar de manera removible la abertura del segundo compartimento 16, o ambas 26, 28.

[45] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 3 a 6, uno o más conductos externos 30 se extienden desde el exterior del recinto subterráneo 10 hasta el interior del primer compartimento 14 o el segundo compartimento 16. En tales realizaciones, los conductos externos 30 permiten que una línea pase desde el exterior del recinto subterráneo 10 al primer compartimento 14 o al segundo compartimento. Los ejemplos de líneas que pueden pasar a través de un conducto externo 30 incluyen, entre otros, un suministro eléctrico, una línea de comunicación (por ejemplo, fibra óptica, cables coaxiales), una manguera de aire y cables (por ejemplo, para conectar un panel de control externo a la electrónica interna). En algunas realizaciones, los conductos externos 30 pueden ser tuberías resistentes a la corrosión.

[46] En algunas realizaciones, se puede usar un primer conducto externo 30a para una línea de comunicación (por ejemplo, un cable de fibra óptica), se puede usar un segundo conducto externo 30b para un suministro eléctrico y se puede usar un tercer conducto externo 30c para una manguera de aire. Las líneas que pasan a través de los conductos externos 30 se pueden asegurar con un acoplador de conducto 32 para formar un sello hermético al agua y al aire con el conducto externo 30. Por ejemplo, el acoplador de conducto 32 puede ser un sistema de sellado tipo tapón como la fabricada por Roxsystems y comercializada bajo ROXTEC® marca comercial. Se puede colocar un acoplador de conducto 32 en el extremo exterior 34 del conducto externo 30, el extremo interior 36 del conducto externo 30 o ambos 34, 36.

[47] En algunas realizaciones, uno o más conductos internos 38 se extienden a través de la pared divisoria 24 para permitir que una línea pase desde el primer compartimento 14 al

segundo compartimiento 16. En algunas realizaciones, un primer conducto interno 38a se puede usar para una línea de comunicación (por ejemplo, un cable de fibra óptica), se puede usar un segundo conducto interno 38b para un suministro eléctrico y se puede usar un tercer conducto interno 38c para una manguera de aire. Las líneas que pasan a través de los conductos internos 38 se pueden asegurar con un acoplador de conductos 32 para formar un sello hermético al agua y al aire con el conducto interno 38. Por ejemplo, como se muestra en las figuras 4 y 6, el acoplador de conducto 32 puede ser un sistema de sellado de tipo tapón como el fabricado por Roxsystems y comercializado bajo la marca comercial ROXTEC®. Se puede colocar un acoplador de conducto 32 en el lado del primer compartimiento 40 del conducto interno 38, en el lado del segundo compartimiento 42 del conducto interno 38, o en ambos 40, 42.

[48] En algunas realizaciones, el primer compartimiento 14 y el segundo compartimiento 16 pueden aislarse herméticamente, de forma controlable o permanente, entre sí cuando la tapa 26 del primer compartimiento sella la abertura 20 del primer compartimiento y la tapa 28 del segundo compartimiento sella el segundo compartimiento 22. Como se discutirá con más detalle a continuación, cuando el primer y segundo compartimiento 14, 16 se sellan herméticamente de forma controlada, el intercambio de gas se puede controlar de modo que no se intercambie gas cuando las válvulas aplicables del sistema de manejo de gas 78 están cerradas y el gas puede ser intercambiado cuando las válvulas aplicables del sistema de manejo de gas 78 están abiertas.

[49] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 2, 6 y 13, las paredes laterales 46 del recinto subterráneo 10 comprenden una pared lateral interior 48 y una pared lateral exterior 50 separadas por un espacio en la pared lateral 52, y el espacio en la pared lateral 52 está lleno de partículas de transferencia de calor 54. En algunas realizaciones, una parte de la pared lateral interior 48 comprende paredes laterales exteriores del primer compartimiento 14 y paredes laterales exteriores del segundo compartimiento 16, mientras que la pared lateral exterior 50 es una pared lateral exterior de la carcasa exterior 12.

[50] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 2 y 13, hay un espacio de pared divisoria 56 entre el primer lado 58 y el segundo lado 60 de la pared divisoria 24. En algunas realizaciones, el espacio de pared divisoria 56 se llena con partículas de transferencia

de calor 54. En algunas realizaciones, el primer lado 58 de la pared divisoria 24 comprende una pared lateral exterior del primer compartimento 14 y el segundo lado 60 de la pared divisoria 24 comprende una pared lateral exterior del segundo compartimento 16.

[51] En algunas realizaciones, como se muestra mejor en la figura 13, una base 62 del recinto subterráneo 10 comprende una base interna 64 y una base externa 66 separadas por un espacio de base 68, donde el espacio de base 68 está lleno de partículas de transferencia de calor 54, donde una densidad aparente de la transferencia de calor de partícula en el espacio de la pared lateral es al menos el 75% de la densidad de la partícula de transferencia de calor. En algunas realizaciones, una parte de la base interior 64 comprende una base del primer compartimento 14 y una base del segundo compartimento 16, mientras que la base exterior 66 es una base de la carcasa exterior 12.

[52] En algunas realizaciones, cada uno de los espacios 52, 56, 68 varía independientemente de 0,5 a 5 pulgadas. En algunas realizaciones, cada uno de los espacios 52, 56, 68 varía independientemente de 0,75 a 4 pulgadas, o de 1 a 3,5 pulgadas. En algunas realizaciones, cada uno de los espacios 52, 56, 68 varía independientemente de 1,25 a 2,5 pulgadas (por ejemplo, 1,5 pulgadas, 1,75 pulgadas, 2,0 pulgadas, 2,25 pulgadas). En algunas realizaciones, el espacio de la pared lateral 52 puede ser de 1 a 3 pulgadas, mientras que el espacio de la pared divisoria 56 puede ser de 2 a 5 pulgadas, y el espacio de la base 68 puede ser de 0,5 a 3 pulgadas.

[53] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 7 a 13, el recinto subterráneo 10 se puede formar a partir de un primer compartimento 14 y un segundo compartimento 16 insertados en la cubierta exterior 12. Los espacios 52, 56 se pueden mantener mediante espaciadores 15, que también pueden funcionar como elementos de refuerzo. En algunas formas de realización, los espaciadores 15 se pueden soldar al exterior del primer compartimento 14, el segundo compartimento 16 o ambos 14, 16. En algunas formas de realización, el primer compartimento 14 y el segundo compartimento 16 se pueden sellar dentro de la cubierta exterior 12 por la base exterior 66, que se puede fijar a los bordes inferiores de la carcasa exterior 12. Al igual que los lados, el espacio entre las bases 64 del primer compartimento 14 y el segundo compartimento 16 y la base exterior 66 se puede mantener mediante espaciadores 15. Las partes superiores del primer compartimento 14 y el

segundo compartimento 16 deben sellarse herméticamente al panel superior 18 o partes de la carcasa exterior 12 para que se pueda mantener una presión positiva en cada uno del primer compartimento 14 y el segundo compartimento 16. De manera similar, para mantener las partículas de transferencia de calor 54 en su estado óptimo, la base exterior 66 debe sellarse de manera impermeable a la cubierta exterior 12.

[54] Como se muestra en las figuras 7 a 13, los lados 50 de la cubierta exterior 12 están en ángulo de modo que la cubierta exterior 12 sea más ancha y más larga en la base 66 que cerca del panel superior 18. Este diseño está dirigido para mantener el interior del recinto subterráneo 10 dentro de la tierra y evitar que "flote", particularmente cuando los suelos circundantes están saturados de agua. En algunas realizaciones, los lados del primer compartimento 14 y el segundo compartimento 16 también están en ángulo para que permanezcan paralelos con la pared lateral exterior adyacente 50 de la cubierta exterior 12. En algunas realizaciones, las paredes laterales exteriores 50 y, opcionalmente, la parte interior de las paredes laterales 48 se mantienen en un ángulo (θ) de 2,5 a 30 grados, o de 5 a 20 grados, o de 5 a 15 grados con respecto a la vertical.

[55] La carcasa exterior 12, el primer compartimento 14 y el segundo compartimento 16 se pueden formar con materiales resistentes a la corrosión. Por ejemplo, la cubierta exterior 12, el primer compartimento 14 y el segundo compartimento 16 pueden estar formados por una aleación de metal resistente a la corrosión y/o pueden recubrirse con materiales adicionales para evitar la corrosión. Además, o como alternativa, la corrosión de la cubierta exterior 12, el primer compartimento 14 y el segundo compartimento 16 puede reducirse o prevenirse mediante protección catódica. En algunas realizaciones, la cubierta exterior 12, el primer compartimento 14 y el segundo compartimento 16 se pueden formar a partir de un acero resistente a la intemperie, como el vendido por United States Steel Corporation bajo la marca comercial COR-TEN®, que se puede someter a protección adicional. Por ejemplo, el acero puede sufrir lavado, fosfatado de zinc, recubrimiento con una imprimación, recubrimiento con una electrocapa epoxi catiónica, recubrimiento con una pintura de poliéster, curado, etc.

[56] En algunas realizaciones, la densidad aparente de las partículas de transferencia de calor 54 en uno o más del espacio de la pared lateral 52, el espacio de la pared divisoria 56 y el espacio de la base 68 es al menos el 75 % de la densidad de las partículas de transferencia de

calor. 54. En algunas realizaciones, la densidad aparente de las partículas de transferencia de calor 54 en uno o más del espacio de la pared lateral 52, el espacio de la pared divisoria 56 y el espacio de la base 68 es al menos 77.5%, o al menos 80%, o al menos 82,5 %, o al menos el 85 %, o al menos el 87,5 %, o al menos el 90 % de la densidad de las partículas de transferencia de calor 54. En algunas realizaciones, las partículas de transferencia de calor 54 pueden estar hechas de un material que tiene una conductividad térmica de al menos 70 W/mK ($\sim 40 \text{ BTU-ft/hr/ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$), o al menos 100 W/mK ($\sim 58 \text{ BTU-ft/hr/ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$), o al menos 200 W/mK ($\sim 115,6 \text{ BTU-ft/hr/ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$), o al menos 300 W/mK ($\sim 173,3 \text{ BTU-ft/hr/ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$), o al menos 400 w/mK ($\sim 231,1 \text{ BTU-ft/hr/ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$), o al menos 450 W/mK ($\sim 260 \text{ BTU-ft/hr/ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$), o al menos 500 W/mK. ($\sim 288,9 \text{ BTU-pie/h/pie}^2 \text{ }^\circ\text{F}$). En algunas realizaciones, las partículas de transferencia de calor 54 pueden estar hechas de un material que tiene una resistividad eléctrica de al menos 300 $\mu\Omega\text{-in}$, o al menos 400 $\mu\Omega\text{-in}$, o al menos 425 $\mu\Omega\text{-in}$. En algunas realizaciones, las partículas de transferencia de calor 54 pueden estar hechas de un material que tenga una densidad en el rango de 1,25 g/cm³ a 2,00 g/cm³ o de 1,30 g/cm³ a 1,88 g/cm³.

[57] En algunas realizaciones, las partículas de transferencia de calor tienen dimensiones máximas de 50 a 1000 micras, o de 75 a 750 micras, o de 100 a 500 micras, o de 125 a 400 micras. En algunas realizaciones, el tamaño mínimo de la dimensión máxima es de al menos 10 micras. En algunas realizaciones, el tamaño medio de partícula (D50) está entre 75 micras y 180 micras. En algunas realizaciones, un máximo del 30 % en peso de las partículas, o el 25 % en peso de las partículas, o el 20 % en peso de las partículas, no pasan a través de un tamiz de malla 80 (180 micrómetros). En algunas realizaciones, un máximo del 50 % en peso de las partículas, o el 45 % en peso de las partículas, o el 40 % en peso de las partículas, no pasan a través de un tamiz de malla 100 (150 micrómetros). En algunas realizaciones, un máximo del 30 % en peso de las partículas, o el 25 % en peso de las partículas, o el 20 % en peso de las partículas, pasan a través de un tamiz de malla 325 (44 micras). Esto evita problemas de formación de polvo y proporciona un material de transferencia de calor ligero y de alto rendimiento.

[58] En algunas realizaciones, las partículas de transferencia de calor 54 son escamas. En algunas realizaciones, la partícula de transferencia de calor comprende partículas de grafito

(por ejemplo, escamas). En algunas realizaciones, las partículas de transferencia de calor comprenden partículas de grafito expandido (p. ej., escamas). Los ejemplos de partículas de grafito expandido incluyen las vendidas por Entergris, Inc. bajo la marca comercial POCO® graphites y las vendidas por Carbon Graphite Materials, Inc. En algunas realizaciones, las partículas de transferencia de calor comprenden escamas de grafito natural o sintético. En algunas realizaciones, las partículas de transferencia de calor comprenden escamas de grafito cristalino. En algunas realizaciones, las partículas de transferencia de calor comprenden escamas de grafito que tienen al menos 90 % de carbono, o al menos 94 % de carbono, o al menos 96 % de carbono, o al menos 99 % de carbono. En algunas realizaciones, las partículas de transferencia de calor comprenden menos del 5% de humedad, menos del 2% de humedad, menos del 1% de humedad o menos del 0,5% de humedad.

[59] En algunas realizaciones, los niveles deseados de densidad aparente de las partículas de transferencia de calor 54 se pueden obtener llenando el espacio de la pared lateral 52 y, opcionalmente, el espacio de la pared divisoria 56 y el espacio de la base 68 con partículas de transferencia de calor 54 mientras que la cubierta exterior 12 está en una coctelera. La acción de agitación facilita el empaque apretado de las partículas de transferencia de calor 54. En algunas realizaciones, la cubierta exterior 12 se puede llenar desde el lado de la base y, una vez que se ha alcanzado el nivel de empaque deseado, se puede asegurar la base 13 en la cubierta exterior. a la parte inferior de la carcasa exterior 12.

[60] En algunas realizaciones, los niveles de densidad deseados, los niveles de densidad aparente deseados de las partículas de transferencia de calor 54 se pueden obtener llenando el espacio de la pared lateral 52 y, opcionalmente, el espacio de la pared divisoria 56 y el espacio de la base 68 con una suspensión que contiene partículas de transferencia de calor 54 suspendidas en un disolvente, que posteriormente se calienta. En algunas realizaciones, las partículas de transferencia de calor 54 pueden llenar parcial o completamente el espacio de la pared lateral 52 y, opcionalmente, el espacio de la pared divisoria 56 y el espacio de la base 68, y luego rociarse con un líquido volátil para facilitar el empaquetado hermético. En algunos casos, esto puede ser un proceso iterativo en el que una parte del espacio 52, 56 y/o 68 se llena con partículas de transferencia de calor 54, que luego se rocían con el líquido volátil y este proceso se repite hasta que el espacio aplicable 52, 56 y/o 68 se llena con

partículas de transferencia de calor 54. Este proceso generalmente da como resultado un lecho bien empaquetado de partículas de transferencia de calor 54 que está en contacto íntimo con las superficies opuestas que definen los espacios aplicables 52, 56, 68. Ejemplos de los disolventes que se pueden usar en este proceso incluyen, pero no se limitan a, etilenglicol, propilenglicol, agua y/o una mezcla de los mismos. En algunas realizaciones, como el grafito cristalino, las partículas no absorben agua y el disolvente puede ser agua.

[61] En algunas realizaciones, por ejemplo, la suspensión se puede preparar en una mezcladora (por ejemplo, mezcladora de cemento), donde las partículas de transferencia de calor 54 se mezclan con un solvente. Las partículas de transferencia de calor 54 y el disolvente se pueden seleccionar en función de la viscosidad deseada u otras propiedades de la suspensión. Por ejemplo, una pluralidad de partículas de grafito se pueden mezclar con agua en una mezcladora de cemento durante 5 a 60 minutos antes de llenar los espacios 52, 56 y/o 68. Después de llenar los espacios 52, 56 y/o 68, el exterior de la carcasa se puede someter a la etapa de empaquetamiento para facilitar el empaquetamiento hermético de las partículas de transferencia de calor. Se puede utilizar cualquier medio adecuado de empaquetamiento, como sacudir, golpear, vibrar, sonicar, etc. Una vez que se haya logrado el empaquetamiento deseado, se puede permitir que el solvente se evapore o se elimine de otro modo (por ejemplo, calentarlos en un horno), dejando atrás las partículas de transferencia de calor empaquetadas. Se pueden agregar partículas adicionales y/o recubrimientos en polvo después de la eliminación del solvente.

[62] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 1, 2, 14 y 15, el recinto subterráneo 10 incluye un bastidor de equipos 70, que incluye un sistema de elevación de equipos 72 acoplado a una base 65a en el primer compartimento 14. El sistema de elevación de equipos 72 está adaptado para mover el bastidor de equipos 70 entre una posición retraída en la que el bastidor de equipo 70 está completamente contenido dentro del primer compartimento 14 y una posición extendida en la que el bastidor de equipo 70 se extiende a través de la abertura del primer compartimento 20 y es accesible para un usuario que se encuentra fuera del recinto subterráneo 10. Por ejemplo, el bastidor de equipos 70 que está dispuesto de modo que un usuario que se encuentre a lo largo de un lado del recinto subterráneo 10 pueda acceder al bastidor de equipos 70.

[63] En algunas realizaciones, como se muestra mejor en las figuras 1 y 22, la tapa del primer compartimento 26 está acoplada a la parte superior del bastidor del equipo 70 y el sistema de elevación del equipo 72 está adaptado para moverse entre una posición retraída en la que la tapa del primer compartimento 26 sella la abertura del primer compartimento 20 y una posición extendida en la que la mayor parte o la totalidad del bastidor del equipo 70 se extiende a través de la abertura del primer compartimento 20 por encima de la superficie superior 19 del panel superior 18.

[64] En algunas realizaciones, el recinto subterráneo 10 incluye un bastidor de batería 74, que incluye un sistema de elevación de batería 76 acoplado a una base 65b en el segundo compartimento 16. El sistema de elevación de batería 76 está adaptado para mover el bastidor de batería 74 entre una posición retraída en la que el porta pilas 74 está completamente contenido dentro del segundo compartimento 16 y una posición extendida en la que el bastidor de la batería 74 se extiende a través de la abertura del segundo compartimento 22 y es accesible para un usuario que se encuentra fuera del recinto subterráneo 10. Por ejemplo, la batería 74 está dispuesta de modo que un usuario que se encuentre en un extremo del recinto subterráneo 10 pueda acceder al bastidor de la batería 74.

[65] En algunas realizaciones, como se muestra mejor en las figuras 1, 14, 15 y 22, la tapa del segundo compartimento 28 está acoplada a la parte superior del bastidor de la batería 74 y el sistema de elevación de la batería 76 está adaptado para moverse entre una posición retraída donde la tapa del segundo compartimento 28 sella la abertura del segundo compartimento 22 y una posición extendida en la que la mayor parte o la totalidad del bastidor de batería 74 se extiende a través de la abertura del segundo compartimento 22 por encima de la superficie superior 19 del panel superior 18.

[66] En algunas realizaciones, el sistema de elevación del equipo 72, el sistema de elevación de la batería 76, o ambos 72, 76, pueden funcionar de forma independiente de forma neumática, hidráulica, eléctrica, mecánica o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, el sistema de elevación del equipo 72, el sistema de elevación de la batería 76, o ambos 72, 76, están controlados por un sistema de manejo de gas 78 dentro del recinto subterráneo 10.

[67] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 2 y 17-21, la tapa del primer compartimento 26 incluye una pluralidad de cierres de tapa 80. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la tapa del primer compartimento 26 incluye al menos cuatro cierres de cubierta 80 o al menos seis cierres de cubierta 80. En algunas realizaciones, la cubierta del segundo compartimento 28 incluye una pluralidad de cierres de cubierta 80. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la cubierta del segundo compartimento 28 incluye al menos cuatro cierres de cubierta 80.

[68] En algunas realizaciones, cada bloqueo de cubierta 80 incluye un brazo de bloqueo 82 y un cubo de sellado 84. En algunas realizaciones, el brazo de bloqueo 82 está adaptado para girar entre una posición bloqueada donde una parte del brazo de bloqueo 82 se extiende por debajo de un borde 86a, 86b de la primera o segunda abertura del compartimento 20, 22 para evitar que la tapa del compartimento 26, 28 se retire de la abertura del compartimento aplicable 20, 22, y una posición abierta que permita que la tapa del compartimento 26, 28 se retire de la correspondiente abertura del compartimiento 20, 22.

[69] En algunas realizaciones, como la que se muestra en las figuras 17 a 21, el cubo de sellado 84 está acoplado al brazo de bloqueo 82, y el cubo de sellado 84 está adaptado para ajustar una distancia entre el brazo de bloqueo 82 y una superficie inferior 27, 29 de la cubierta del compartimento aplicable 26, 28. Por lo tanto, una vez que la cubierta del compartimento 26, 28 cubre la abertura del compartimento correspondiente 20, 22, el brazo de bloqueo 82 puede girar a la posición de bloqueo y el cubo de sellado 84 puede reducir la distancia entre el brazo de bloqueo 82 y la superficie inferior 27, 29 de la tapa del compartimento aplicable 26, 28. Eventualmente, el brazo de bloqueo 82 contactará con el borde 86a, 86b de la abertura del compartimento aplicable 20, 22, que bloqueará la tapa del compartimento aplicable 26, 28 en su lugar.

[70] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 17 a 21, cada cubo de sellado 84 está dispuesto, en parte, dentro de un respectivo rebaje de bloqueo de cubierta 88 en una superficie inferior 27, 29 de la cubierta de compartimiento aplicable 26, 28. En algunas realizaciones, el recinto subterráneo 10 incluye un sistema de manejo de gas 78 adaptado para suministrar de forma controlada aire a presión para girar cada cubo de sellado 84 en una primera dirección para reducir la distancia entre la superficie inferior 27, 29 de la tapa del

compartimento aplicable 26, 28 y el brazo de bloqueo 82, y suministrar aire a presión para girar el cubo de sellado 84 en una segunda dirección, opuesta a la primera dirección, para aumentar la distancia entre la superficie inferior 27, 29 de la cubierta del compartimento aplicable 26, 28 y el brazo de bloqueo 82. Por ejemplo, el sistema de manejo de gas 78 puede tener una primera línea acoplada a una primera entrada de rebaje de bloqueo 90 y una segunda línea acoplada a una segunda entrada de rebaje de bloqueo 92, donde el cubo de sellado 84 gira en la primera dirección cuando se suministra gas presurizado a la primera entrada de rebaje de bloqueo 90 (pero no la segunda entrada de rebaje de bloqueo 92) y el cubo de sellado 84 gira en la segunda dirección cuando se suministra gas presurizado a la segunda entrada de rebaje de bloqueo 92 (pero no a la primera entrada de rebaje de bloqueo 90).

[71] En algunas realizaciones, el gas presurizado se suministra a la primera entrada de rebaje de bloqueo 90 de cada bloqueo de cubierta 80 para girar el brazo de bloqueo 82 y el cubo de sellado 84 a la posición de bloqueo. En caso de mal funcionamiento, se puede acceder a cada bloqueo de la cubierta 80 desde el exterior del recinto subterráneo quitando el panel de acceso respectivo 81, lo que permite al operador girar manualmente el cubo de sellado 84 para mover el bloqueo de la cubierta 80 a la posición de desbloqueo. En algunas realizaciones, el gas presurizado permanecerá en el cubo de sellado 84 o se le suministrará continuamente para mantener el bloqueo de la cubierta 80 en la posición bloqueada y resistir la rotación manual del cubo de sellado 84. En tales casos, puede ser posible liberar manualmente el gas presurizado del cubo de bloqueo 84 utilizando el panel de control 154, que luego permitirá al operador girar manualmente el cubo de sellado 84 para mover el bloqueo de la cubierta 80 a la posición desbloqueada. En algunas realizaciones, el cubo de sellado 84 puede requerir un acoplamiento especial (por ejemplo, una llave de tubo de doble D) para girar el cubo de bloqueo 84 cuando se accede a través del panel de acceso 81.

[72] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 21 y 22, el borde 86a de la abertura 20 del primer compartimento incluye un bastidor interior 94a del primer compartimento y, cuando la tapa 26 del primer compartimento está en la posición bloqueada, el labio exterior 96a de la tapa 26 del primer compartimento descansa sobre el recuadro del primer compartimento bastidor 94a y una superficie superior 98a de la cubierta del primer

compartimento 26 está aproximadamente nivelada con una superficie superior 19 del panel superior 18. En algunas realizaciones, se puede acoplar un material de sellado 95a al bastidor empotrado del primer compartimento 94a, el borde exterior 96a, o ambos 94a, 96a de modo que, cuando la tapa del primer compartimento 26 está en posición bloqueada, el labio exterior 96a descansa sobre el material de sellado 95a. En algunas realizaciones, el bastidor empotrado del primer compartimento 94a incluye un espesor vertical con un borde que define un primer tope 100a. En algunas realizaciones, la tapa del primer compartimento 26 comprende una primera superficie vertical 102a que se extiende desde el labio exterior del primer compartimento 96a hasta la superficie inferior 27 del mismo. En algunas realizaciones, un primer sello inflable 104a se extiende hacia afuera desde la primera superficie vertical 102a, y el primer sello inflable 104a ejerce una fuerza contra el primer tope 100a cuando la cubierta del primer compartimiento 26 está en la posición bloqueada y el primer sello inflable 104a está inflado por el sistema de manejo de gas 78. Como se comprenderá, el primer sello inflable 104a se puede desinflar abriendo una primera válvula de sello inflable 106a del primer sello inflable 104a. La primera válvula de sellado inflable 106a puede operarse electrónicamente (por ejemplo, una válvula de solenoide).

[73] En algunas realizaciones, el borde 86b de la abertura del segundo compartimento 22 incluye un bastidor empotrado del segundo compartimento 94b y, cuando la tapa del segundo compartimento 28 está en la posición bloqueada, el labio exterior 96b de la tapa del segundo compartimento 28 descansa sobre el bastidor interior del segundo compartimento 94b y una superficie superior 98b de la cubierta del segundo compartimento 28 está aproximadamente nivelada con una superficie superior 19 del panel superior 18. En algunas realizaciones, se puede acoplar un material de sellado 95b al bastidor interior del primer compartimento 94b, el labio exterior 96b, o ambos 94b, 96b de manera que, cuando la tapa del segundo compartimento 28 está en la posición bloqueada, el labio exterior 96b descansa sobre el material de sellado 95b. En algunas realizaciones, el bastidor empotrado del segundo compartimento 94b incluye un espesor vertical con un borde que define un segundo tope 100b. En algunas realizaciones, la tapa del segundo compartimento 28 comprende una segunda superficie vertical 102b que se extiende desde el labio exterior del segundo compartimento 96b hasta la superficie inferior 29 del mismo. En algunas realizaciones, un segundo sello inflable 104b se extiende hacia afuera desde la segunda superficie vertical

102b, y el segundo sello inflable 104b ejerce fuerza contra el segundo tope 100b cuando la cubierta del primer compartimiento 28 está en la posición bloqueada y el segundo sello inflable 104b está inflado por el sistema de manejo de gas 78. Como se comprenderá, el segundo sello inflable 104b se puede desinflar abriendo una segunda válvula de sello inflable 106b del segundo sello inflable 104b. La segunda válvula de sellado inflable 106b puede operarse electrónicamente (por ejemplo, una válvula de solenoide).

[74] En algunas realizaciones, la tapa del primer compartimiento 26, la tapa del segundo compartimiento 28, o ambas 26, 28, incluyen al menos una lámina de refuerzo embebida en una fase continua. En algunas realizaciones, la tapa del primer compartimiento 26, la tapa del segundo compartimiento 28, o ambas 26, 28, incluyen barras de refuerzo incrustadas en una fase continua. En algunas realizaciones, la tapa del primer compartimiento 26, la tapa del segundo compartimiento 28, o ambas 26, 28, incluyen barras de refuerzo y al menos una hoja de refuerzo incrustadas en una fase continua. En algunas realizaciones, la fase continua puede ser un hormigón impermeable, un polímero o una cerámica capaz de formar una estructura impermeable. Por ejemplo, la fase continua puede ser un material de hormigón polimérico. En algunas realizaciones, la cubierta del primer compartimiento 26, la cubierta del segundo compartimiento 28, o ambas, pueden soportar un automóvil, camión o furgoneta estacionado en la primera o segunda cubierta del compartimiento 26, 28 que descansa sobre la abertura del compartimiento aplicable 20, 22. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la tapa del primer compartimiento 26, la tapa del segundo compartimiento 28, o ambas pueden soportar al menos 20 000 libras, al menos 30 000 libras o al menos 40 000 libras cuando la primera o la segunda tapa del compartimiento 26, 28 está bloqueado sobre la abertura del compartimiento aplicable 20, 22.

[75] En algunas realizaciones, la tapa del primer compartimiento 26, la tapa del segundo compartimiento 28, o ambas 26, 28, incluyen al menos dos láminas de refuerzo embebidas en una fase continua. En algunas realizaciones, las fibras principales en dos de las láminas de refuerzo están en un ángulo de 10 a 80 grados, o de 15 a 75 grados, o de 20 a 70 grados, o de 30 a 60 grados entre sí. Los ejemplos de láminas de refuerzo que se pueden usar en este documento incluyen cintas/telas de latón y acero galvanizado tales como las vendidas por Hardwire, LLC bajo la marca registrada HARDWIRE®. En algunas realizaciones, una o

más de las láminas de refuerzo pueden proporcionar bloqueo de radiación electromagnética (EM). En algunas realizaciones, una o más de las láminas de refuerzo incrustadas en la tapa del compartimento 26, 28 pueden evitar que una broca penetre en la tapa del compartimento correspondiente 26, 28.

[76] En algunas realizaciones, se puede incrustar un escudo de Faraday (también conocido como jaula) en las tapas de los compartimentos 26, 28 para impedir que ciertos campos electromagnéticos penetren las cubiertas. En algunas realizaciones, el escudo de Faraday puede bloquear la interferencia electromagnética (EMI) o de radiofrecuencia (RFI), como las ondas de radio de un transmisor de radio cercano, para que no interfieran con el equipo dentro del recinto subterráneo. En algunas realizaciones, el escudo de Faraday puede bloquear las corrientes eléctricas, tales como rayos y descargas electrostáticas, para que no interfieran y/o dañen el equipo dentro del recinto subterráneo. Al proteger EMI/RFI, el escudo de Faraday puede evitar las escuchas o el monitoreo de las llamadas telefónicas conectadas a través del gabinete subterráneo. El escudo de Faraday puede comprender cualquier material adecuado. En algunas realizaciones, el escudo de Faraday puede comprender un metal o un material metálico. En algunas realizaciones, el escudo de Faraday puede comprender una rejilla o malla metálica fija, o una pluralidad de rejillas y/o mallas. Cuando se utilizan dos o más rejillas o mallas, una primera puede colocarse en dirección norte-sur y una segunda puede colocarse encima de la primera y orientarse en la misma dirección o en una diferente. En algunas realizaciones, la segunda rejilla o malla se puede asegurar en ángulo con respecto a la primera, para proporcionar una diferencia en armónicos para el escudo de Faraday. En algunas realizaciones, la segunda rejilla o malla se puede colocar en un ángulo de entre 10 y 80 grados, 25 y 70°, 20 y 60°, 25 y 50°, 25 y 45°, 25 y 35° o 30 y 35°. En algunas realizaciones, la rejilla o malla puede comprender cables de tierra flexibles trenzados soldados según las especificaciones de unión y puesta a tierra conocidas y utilizadas en la industria de las telecomunicaciones. En algunas realizaciones, el escudo de Faraday puede comprender una tela metálica flexible, una malla metálica fina o cualquier otro material adecuado.

[77] En algunas realizaciones, como se muestra esquemáticamente en la figura 2, el recinto subterráneo 10 incluye un sistema de manejo de gas 78, que comprende un deshumidificador

110, un compresor de aire 112 ubicado dentro de la carcasa exterior 12 (por ejemplo, dentro del primer compartimento 14 o el segundo compartimento 16). En algunas realizaciones, una línea de admisión de aire 114 que tiene una entrada de la línea de admisión de aire 116 en comunicación fluida con el aire ambiental fuera de la carcasa exterior 12 y una salida de la línea de admisión de aire 118 en comunicación fluida con una entrada del compresor 120. En algunas realizaciones, un filtro 121 puede estar ubicado entre la salida de la línea de entrada de aire 118 y la entrada del compresor 120, pero esto todavía se lee en la comunicación fluida entre la salida de la línea de entrada de aire 118 y la entrada del compresor 120. En algunas realizaciones, un filtro 121 puede ubicarse antes del compresor 112 y otro filtro 123 se pueden ubicar después del deshumidificador 110. El sistema de manejo de gas 78 se puede adaptar para proporcionar aire a una presión elevada al interior del primer compartimento 14, al interior del segundo compartimento 16, o a ambos 14, 16. Como se usa en este documento, "presión elevada" se refiere a una presión manométrica de al menos 1 libra por pulgada cuadrada. Como se usa aquí, "aire deshumidificado" se usa para referirse a un gas (por ejemplo, aire) que ha pasado a través del deshumidificador 110.

[78] En algunas realizaciones, el sistema de manejo de gas 78 incluye una trampa de agua 122 adaptada para recoger el agua eliminada por el deshumidificador o condensada de otro modo por el sistema de manejo de gas 78. En algunas realizaciones, el sistema de manejo de gas 78 incluye una línea de purga de agua 124 para purgar el agua del recinto subterráneo 10.

[79] En algunas realizaciones, el sistema de manejo de gas 78 está adaptado para proporcionar aire deshumidificado a una presión elevada a los interiores tanto del primer compartimento 14 como del segundo compartimento 16. Por lo tanto, cuando las cubiertas del compartimento 26, 28 están cerradas la posición del primer compartimento 14, el segundo compartimento 16, o ambos 14, 16 se puede mantener con una presión superior a la presión atmosférica. Esta es otra precaución para evitar que tanto el vapor de agua como el agua se filtren en el compartimento aplicable 14, 16, ya sea a través de las aberturas del compartimento 20, 22 o por algún otro lugar de posible intrusión. En algunas realizaciones, cuando las tapas de los compartimentos 26, 28 están en la posición bloqueada, el primer compartimento 14, el segundo compartimento 16 o ambos 14, 16 se mantienen a una presión positiva de al menos 1 psig o al menos 2 psig. o al menos 3 psig.

[80] El sistema de manejo de gas 78 puede incluir un procesador 108 para procesar información de los numerosos sensores 138, 144, 146, interruptores 136, válvulas 140, 142 y dispositivos electrónicos 112, controlar el sistema de manejo de gas 78 y comunicarse con los dispositivos, como el panel de control 154 del pedestal de energía 150 o dispositivos ubicados de forma remota (por ejemplo, un dispositivo móvil que usa una aplicación segura o una computadora de escritorio o portátil). Aunque el procesador 108 no se muestra conectado a ningún dispositivo electromecánico en particular, se entenderá que ese procesador 108 puede estar en comunicación con cualquiera o todos los dispositivos electromecánicos necesarios para operar el recinto subterráneo 10 o la estación base de telecomunicaciones 300 a través de cualquier técnica conocida en el estado del arte (los ejemplos incluyen, pero no se limitan a, cable duro, wifi, bluetooth, RF, etc.).

[81] En algunas realizaciones, el compresor de aire 112 presuriza el aire de admisión antes de pasar el aire de admisión a través del deshumidificador 110 y proporcionar el aire presurizado y deshumidificado a los tanques de almacenamiento presurizados 126. En algunas realizaciones, los tanques de almacenamiento 126 están en comunicación fluida con una pluralidad de reguladores 128 para proporcionar aire deshumidificado a una variedad de presiones.

[82] Por ejemplo, en algunas realizaciones, el al menos un tanque de almacenamiento 126 puede almacenar aire deshumidificado a una presión de al menos 100 psig, el al menos uno de los tanques de almacenamiento 126 puede acoplarse a al menos tres de los siguientes:

un primer regulador 128a que proporciona aire a una primera presión para presurizar los interiores del primer compartimento 14, el segundo compartimento 16 o ambos 14, 16;

un segundo regulador 128b que proporciona aire a una segunda presión a los cubos de sellado 84 de las cerraduras de tapa 80 dispuestas en la tapa del primer compartimento 26, la tapa del segundo compartimento 28, o ambas 26, 28; y

un tercer regulador 128c que proporciona aire a una tercera presión al sistema de elevación de equipos 72, al sistema de elevación de baterías 76, o a ambos 72, 76,

un cuarto regulador 128d que proporciona aire a una cuarta presión al primer sello inflable 104a, al segundo sello inflable 104b, o a ambos 104a, 104b,

un quinto regulador 128e que proporciona aire a una quinta presión al (a los) difusor (es) de refrigeración del equipo 73, al (a los) difusor (es) de refrigeración de la batería 77, o a ambos.

[83] En algunas realizaciones, la primera presión, la segunda presión y la tercera presión son diferentes. En algunas realizaciones, la primera presión y la segunda presión son diferentes. En algunas realizaciones, las presiones primera y tercera son diferentes. En algunas realizaciones, las presiones segunda y tercera pueden ser las mismas y pueden ser suministradas por el mismo regulador. En algunas realizaciones, las presiones cuarta y quinta pueden ser las mismas y pueden ser suministradas por el mismo regulador. En algunas realizaciones, la primera presión, la segunda presión, la tercera presión, la cuarta presión y la quinta presión son diferentes.

[84] En algunas realizaciones, hay una línea de aire de bloqueo maestro 130 que se divide en una línea de aire de bloqueo 132 y una línea de aire de desbloqueo 134. El flujo de aire presurizado entre la línea de aire de bloqueo 132 y la línea de aire de desbloqueo 134 se controla por un interruptor de control de bloqueo 136. La línea de aire de bloqueo 132 se puede acoplar a la entrada del primer rebaje de bloqueo 90 de cada bloqueo de tapa 80, mientras que la línea de aire de desbloqueo 134 se puede acoplar a la segunda entrada del rebaje de bloqueo 92 de cada bloqueo de tapa 80.

[85] En algunas realizaciones, la primera presión puede oscilar entre 1 y 9 psig, o entre 1,5 psig y 7 psig, o entre 2 y 5 psig. En algunas realizaciones, la segunda presión puede oscilar entre 40 y 150 psig, o entre 60 y 135 psig, o entre 70 y 120 psig. En algunas realizaciones, la tercera presión puede variar de 50 a 300 psig, o de 75 a 250 psig o de 100 a 200 psig. En algunas realizaciones, la cuarta presión puede variar de 10 a 80 psig, o de 12,5 a 70 psig, o de 15 a 60 psig, o de 17,5 a 50 psig. En algunas realizaciones, la quinta presión puede oscilar entre 2 y 25 psig, o entre 3 y 22,5 psig, o entre 5 y 20 psig. En algunas realizaciones, el gas deshumidificado se puede almacenar en los tanques de almacenamiento presurizados 126 a una presión de al menos 125 psig. En algunas realizaciones, la primera presión puede ser de 3 psig, la segunda presión de 100 psig, la tercera presión puede ser de 125 psig, la cuarta presión puede ser de 25 psig y la quinta presión puede ser de 10 psig. Como se comprenderá, en cualquier caso, cada una de las presiones segunda a quinta será mayor que la primera

presión, que es la presión ambiental efectiva cuando los compartimentos primero y segundo están bloqueados.

[86] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 2, 14 y 16, el sistema de manejo de gas 78 está adaptado para proporcionar aire a una cuarta presión a al menos un difusor de enfriamiento de equipo 73, al menos un difusor de enfriamiento de batería 77, o ambos 73, 77 adaptados para soplar aire sobre el equipo almacenado en el bastidor de equipos 70 y al menos una batería almacenada en el bastidor de baterías 74, respectivamente. Los difusores de enfriamiento 73, 77 soplan aire sobre el equipo y/o las baterías y hacia las paredes laterales internas 48, que están en contacto con las partículas de transferencia de calor. Así, los difusores de refrigeración 73, 77 facilitan la disipación de calor y ayudan a mantener el primer y segundo compartimento 14, 16 a temperaturas de funcionamiento deseables para el equipo y las baterías. En algunas realizaciones, los difusores de enfriamiento 73, 77 pueden tener la forma de un tubo con una pluralidad de orificios de enfriamiento 75 para distribuir el aire presurizado que sale de los orificios de enfriamiento 75 y una tapa de extremo 79.

[87] En algunas realizaciones, el sistema de manejo de gas 78 también incluye un primer sensor de humedad 138 en el primer compartimento 14. El sistema de manejo de gas 78 se puede adaptar de modo que, cuando el primer sensor de humedad 138 detecta que hay humedad en el primer compartimento excede un nivel predeterminado, el aire del primer compartimento 14 se ventila a una atmósfera exterior y se reemplaza con aire deshumidificado a una presión elevada. En algunas realizaciones, abrir una ventilación de purga 140 en el segundo compartimento 16 y ventilar el aire desde el primer compartimento 14 al segundo compartimento 16 a través de una ventilación de transferencia de compartimento 142. Como este proceso reducirá la presión tanto en el primer compartimento 14 como en el segundo compartimento 16, una vez que se cierra la ventilación de purga 140, el sistema de manejo de gas 78 puede proporcionar aire deshumidificado presurizado tanto al primer compartimento 14 como al segundo compartimento 16. La ventilación de transferencia del compartimento 142 se puede cerrar antes o después del primer compartimento 14 y el segundo compartimento 16 se vuelven a presurizar (por ejemplo, a la primera presión).

[88] En algunas realizaciones, el sistema de manejo de gas 78 incluye un segundo sensor de humedad 144 en el segundo compartimiento 16. El sistema de manejo de gas 78 se puede adaptar de modo que, cuando el segundo sensor de humedad 144 detecta que la humedad en el segundo compartimiento 16 excede un nivel predeterminado, el aire en el segundo compartimiento 16 se ventila a una atmósfera exterior y se reemplaza con aire deshumidificado a una presión elevada. Por ejemplo, el aire del segundo compartimiento se puede ventilar a través de la ventilación de purga 140, que luego se puede cerrar antes de que se vuelva a presurizar el segundo compartimiento 16 (por ejemplo, a la primera presión).

[89] En algunas realizaciones, para disipar el hidrógeno, el respiradero de purga 140 se puede abrir a intervalos regulares independientemente de las lecturas de los sensores de humedad 138, 144 del sensor de hidrógeno 146. En algunas realizaciones, el intervalo regular para abrir la ventilación de purga 140 puede ser de 1 a 60 segundos cada 15 a 120 minutos para mantener condiciones seguras. En algunas realizaciones, el respiradero de purga 140 se puede abrir durante 2 a 45 segundos o 3 a 30 segundos o 4 a 20 segundos o 5 a 15 segundos. En algunas realizaciones, el respiradero de purga 140 se puede abrir cada 20 a 90 minutos, o cada 25 a 60 minutos, o cada 30 a 45 minutos.

[90] En algunas realizaciones, el sistema de manejo de gas 78 incluye un sensor de hidrógeno 146 en el segundo compartimiento 16. El sistema de manejo de gas 78 se puede adaptar de modo que, cuando el sensor de hidrógeno 146 detecta que una concentración de hidrógeno en el segundo compartimiento 16 excede un nivel predeterminado, el aire del segundo compartimiento 16 se ventila a una atmósfera exterior y se reemplaza con aire deshumidificado a una presión elevada. Por ejemplo, el aire del segundo compartimiento se puede ventilar a través de la ventilación de purga 140, que luego se puede cerrar antes de que se vuelva a presurizar el segundo compartimiento 16 (por ejemplo, a la primera presión). En algunas realizaciones, el recinto subterráneo 10 se puede operar de modo que, en ausencia de una lectura elevada de hidrógeno, el respiradero de purga 140 se abra durante 10 segundos cada 30 minutos para ventilar el hidrógeno.

[91] En algunas realizaciones, el recinto subterráneo 10 también incluye un pedestal de energía 150. El pedestal 150 de energía puede incluir una caja de seguridad 152, que proporciona acceso al operador a un panel de control externo 154 para operar el recinto

subterráneo 10 y monitorear el estado del recinto subterráneo 10. Por ejemplo, un operador puede usar el panel de control externo para desbloquear las cubiertas del compartimiento 26, 28 y accionar el sistema de elevación del equipo 72, el sistema de elevación de la batería 76 o ambos 72, 76 para acceder al bastidor de equipos 70, al bastidor de baterías 74, o a ambos 70, 74. Cada uno de los sistemas de elevación 72, 76 puede incluir un sistema de bloqueo 156 para mantener el respectivo sistema de elevación 72, 76 en la posición extendida para que un operario pueda acceder al interior del primer compartimiento 14 y/o del segundo compartimiento 16 sin riesgo de ser aplastado por el sistema elevador 72, 76 volviendo a la posición retraída.

[92] Un ejemplo de tal sistema de bloqueo 156 se muestra en la figura 15, donde un orificio en la parte superior de la placa base se alinea con un orificio en la parte inferior de la placa intermedia, de modo que un pasador 156 pueda pasar a través de los orificios y mantener el sistema de elevación 72, 76 en una posición extendida incluso si hay una pérdida de presión de aire. En algunas realizaciones, cada lado del sistema de elevación 72, 76 puede incluir un sistema de bloqueo 156. Esta disposición permite que un operador ingrese con confianza al primer compartimiento 14 o al segundo compartimiento 16 sintiéndose seguro de que los bastidores 70, 74 no se retraerán. a la posición cerrada y lesionar al operador.

[93] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 1 y 2, el panel de control 154 puede proporcionar una interfaz en la que el usuario puede controlar el rendimiento del recinto subterráneo 10 y el equipo contenido en él. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el panel de control 154 puede mostrar los niveles actuales y/o históricos de temperatura, humedad, presión e hidrógeno dentro del primer y segundo compartimiento 14, 16. En algunas realizaciones, el panel de control 154 también puede mostrar la estado actual de cada uno de los componentes conectados al sistema de manejo de gas 76 (por ejemplo, las cerraduras de la cubierta 80, los sellos inflables 104a, 104b, los difusores 73, 77 y los tanques de almacenamiento presurizados 126). En algunas realizaciones, el panel de control 154 también puede mostrar la fecha de rendimiento actual e histórica del equipo alojado en el recinto subterráneo (p. ej., demanda de datos, llamadas interrumpidas, errores de comunicación, cortes de comunicación).

[94] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 1 y 2, la entrada de la línea de entrada de aire 116 puede ser parte del pedestal de potencia 150. En algunas realizaciones, el respiradero de purga 140 puede descargar al pedestal de potencia 150. Por supuesto, la entrada de la línea de entrada de aire 116 y el escape del respiradero de purga pueden ubicarse en otras posiciones protegidas.

[95] En otra realización, como se muestra en las figuras 1 y 23, se describe una estación base de telecomunicaciones 300. La estación base de telecomunicaciones 300 puede incluir un recinto subterráneo 10 como se describe aquí, una antena 302 acoplada al equipo de procesamiento de señales 304 y una fuente de alimentación 306, que comprende una batería 308, donde, en una posición retraída, el equipo de procesamiento de señales 304 está posicionada dentro del primer compartimiento 14 y la batería 308 está posicionada dentro del segundo compartimiento 16. Como se muestra en la figura 23, la antena 302 puede unirse a un elemento vertical o poste 320 para elevar la antena 302 a una altura deseada o requerida para una transmisión de señal eficiente. Mientras se muestra en la figura 23 con la antena 302 unida a un solo poste vertical 320, la antena 302 se puede unir alternativamente a un poste de luz, un poste de panel solar, un tótem, un quiosco, varias señales publicitarias independientes o cualquier otro tipo de elemento vertical 320 que permite la colocación adecuada de la antena 302.

[96] Con respecto a la colocación vertical adecuada de la antena 302, en otra realización como se muestra en la figura 24, el poste vertical 320 puede estar construido de una pluralidad de secciones telescópicas interconectadas 320a, 320b, 320c. Con tal construcción, el poste vertical 320, con la antena 302 unida, se puede elevar extendiendo una o más secciones telescópicas y, de manera similar, se puede bajar retrayendo una o más de las secciones telescópicas.

[97] Como también se muestra en la figura 23, para garantizar la conexión a tierra eléctrica del recinto subterráneo 10 y la conexión a tierra adecuada de cualquier equipo de procesamiento de señales 304 alojado en el recinto subterráneo 10, un elemento de tierra conductor 330 que incluiría al menos un elemento de tierra eléctrico o metálico que sea acoplado eléctricamente al recinto subterráneo 10 en contacto directo con la tierra (tierra, arena, etc.). En algunas realizaciones, el elemento conductor de tierra 330 es un anillo

conductor. En algunas realizaciones, el elemento conductor de tierra 330 puede tener múltiples partes de tierra redundantes. A modo de ejemplo, en la figura 23. En algunas realizaciones, el elemento conductor de tierra 330 se puede colocar debajo del recinto subterráneo 10. En algunas realizaciones, el elemento conductor de tierra 330 es un elemento de cobre desnudo y está subterráneo en la tierra al menos tres (3) pies por debajo del nivel del suelo.

[98] El equipo de procesamiento de señales 304 se puede conectar a un cable de telecomunicaciones 310 para conectarse a una red de telecomunicaciones terrestre. La antena 302 se puede adaptar para enviar datos y recibir datos desde un dispositivo inalámbrico, incluidos, entre otros, un teléfono inteligente, una tableta, un automóvil o una computadora portátil.

[99] En funcionamiento, el recinto subterráneo 10 descrito en este documento permite a los proveedores de servicios celulares ubicar las estaciones base de telecomunicaciones 300 en ubicaciones que anteriormente no estaban disponibles debido a limitaciones de espacio. Los recintos subterráneos 10 descritos en este documento se pueden instalar en servidumbres convencionales, como las adyacentes a carreteras y vías férreas. Además, los recintos subterráneos 10 pueden instalarse en un estacionamiento y usarse como lugar de estacionamiento cuando el recinto subterráneo está en la posición bloqueada. Con este desarrollo, las antenas de telecomunicaciones pueden ubicarse en áreas densamente pobladas o en áreas donde las instalaciones sobre el suelo no son practicables por una u otra razón. Esto mejora en gran medida la capacidad de los proveedores de telefonía celular para mejorar la cobertura de manera discreta donde sea necesario un ancho de banda adicional.

[100] En algunas realizaciones, el recinto subterráneo 10 se puede utilizar en una variedad de otras aplicaciones. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el recinto subterráneo 10 puede encerrar una pluralidad de baterías en el primer y/o segundo compartimento 14, 16, donde las baterías están adaptadas para ser cargadas por una matriz solar y suministrar energía a una estructura que tiene un requisito de energía (por ejemplo, una casa, un edificio de oficinas, un edificio comercial, un almacén, un sitio de perforación, etc.). En otras realizaciones, el recinto subterráneo 10 puede incluir una celda de combustible en el primer compartimento 14 y combustible (tanques de hidrógeno) en el segundo compartimento 16.

La celda de combustible puede adaptarse para suministrar energía a una estructura que tenga un requerimiento de energía (por ejemplo, una casa, un edificio de oficinas, un edificio comercial, un almacén, un sitio de perforación, etc.). En otras realizaciones, el recinto subterráneo 10 puede albergar equipos de señalización, incluidos equipos de señalización de datos. A modo de ejemplo, tales equipos de señalización pueden incluir equipos de señalización de tráfico y/o equipos de señalización de ferrocarril. Como se entenderá, el recinto subterráneo 10, incluidos los sistemas de elevación 72, 76, las cerraduras de cubierta 80 y el sistema de manejo de gas 78, pueden operar como se describe en este documento para proteger el equipo ubicado alrededor del recinto 10. En algunas realizaciones, como las descritas para la matriz solar y la pila de combustible, el recinto subterráneo 10 puede incluir un único compartimento.

[101] En algunas realizaciones adicionales, como se muestra en las figuras 25 a 27, el recinto subterráneo 10 se puede construir con una sola carcasa 12 que define un solo compartimento interior 14 y no incluye una pared divisoria 24. Tal configuración de una sola carcasa tiene un solo compartimento interior 14. Con tal configuración, habrá más espacio interior dentro de un recinto subterráneo 10 con las mismas dimensiones. Por lo tanto, un recinto de un solo armazón 12 facilita el almacenamiento de más equipos con una huella más pequeña en relación con una realización de dos compartimentos.

[102] En algunas realizaciones, el armazón del recinto subterráneo 12 se puede fabricar a partir de una pluralidad de paneles 12a, 12b, etc. que están interconectados para formar el armazón del recinto subterráneo 12. Mediante el uso de una pluralidad de paneles para formar el envolvente de recinto subterráneo, el proceso de fabricación se simplifica, además de hacer que el envío del armazón del recinto subterráneo 12 desmontado sea más fácil y menos costoso. En una configuración de este tipo, el montaje o la fabricación del armazón del recinto subterráneo 12 puede realizarse en el sitio donde se va a instalar y desplegar el recinto subterráneo. Por ejemplo, los paneles 12a, 12b, etc. pueden soldarse entre sí, empernarse entre sí o sujetarse entre sí de una manera que les permita formar una cubierta 12 impermeable al agua, al aire o ambas cosas. Durante tal montaje, para asegurar una configuración hermética al agua y/o hermética al aire, se puede usar un material adhesivo o sellador (no mostrado).

[103] Si bien se muestra con una sección transversal vertical rectilínea o trapezoidal (p. ej., en la figura 13), el armazón del recinto subterráneo 12 se puede fabricar con otras formas de sección transversal vertical, incluido un cuadrado o un rectángulo. Además, como se muestra en la figura 28, para ciertas eficiencias en la fabricación e instalación, el armazón del recinto subterráneo 12 puede fabricarse como un cilindro (sección transversal vertical rectangular y sección transversal horizontal circular). Tal forma permite una instalación relativamente fácil mediante la perforación de un orificio en el suelo hasta la profundidad del cilindro y luego colocando el armazón subterráneo 12 de forma cilíndrica dentro del orificio. Como se indicó anteriormente, el armazón cilíndrico del recinto subterráneo 12 se puede fabricar usando una pluralidad de paneles que se interconectan para formar el armazón del recinto subterráneo. Dichos paneles podrían tener una forma curva para garantizar que la forma del armazón 12 del recinto subterráneo se mantenga y sea estructuralmente estable.

[104] En algunas realizaciones, como se muestra en las figuras 26 y 27, el recinto subterráneo 10 se puede formar con una sola armazón 12 y un solo compartimento interior 14. El recinto subterráneo 10 puede incluir una abertura de compartimento interior 20 y una cubierta de compartimento 26. En algunas realizaciones, como es evidente de la figura 26, la cubierta 12 puede estar formada por una serie de paneles de armazón 12a, 12b, etc., que están interconectados. El compartimiento interior 14 puede incluir cualquiera o todos los equipos y características discutidos en este documento, incluidos, entre otros, un bastidor de equipos, un sistema de elevación de equipos, un sistema de manejo de aire, una matriz de sensores y una pluralidad de conductos externos 30, que se puede sellar con acopladores de conducto 32.

[105] Para ayudar con la transferencia de calor para las realizaciones con el recinto subterráneo 10 que tiene una sola carcasa, como se muestra en la figura 25, el lecho de partículas de transferencia de calor 54 puede formarse colocando o empaquetando las partículas de transferencia de calor en contacto directo con el exterior del armazón y rodeando todas las superficies exteriores del armazón del recinto subterráneo 12 que es subrasante. En algunas realizaciones, el lecho de partículas de transferencia de calor 54 se puede depositar como una base sobre la que descansa la base 66 del armazón del recinto subterráneo 12. En algunas realizaciones, el lecho de partículas de transferencia de calor se

puede formar alrededor de los lados 50 del almacén del recinto subterráneo depositando las partículas secas o vertiéndolas como una suspensión alrededor de los lados del almacén del recinto subterráneo 12. Como se describió anteriormente, una vez que las partículas de transferencia de calor 54 se vierten o colocan alrededor del almacén del recinto subterráneo 12, el lecho de partículas de transferencia de calor 54 puede densificarse para garantizar un contacto uniforme con los lados del exterior del recinto subterráneo y la tierra circundante (suelo, arena, roca, etc.). Las propiedades y técnicas descritas para la pluralidad de partículas de transferencia de calor 54 descritas con respecto a las realizaciones de dos compartimentos anteriores son igualmente aplicables a realizaciones en las que el lecho de partículas de transferencia de calor está ubicado debajo y/o alrededor del almacén del recinto subterráneo 12.

[106] El análisis muestra que rodear el almacén del recinto subterráneo 12 con al menos 10 a 12 pulgadas de partículas de transferencia de calor 54 ayuda a extraer calor del recinto subterráneo 10. En algunas realizaciones, el grosor del lecho de transferencia de calor las partículas 54 que rodean los lados 50 del almacén del recinto subterráneo 12 pueden ser de al menos 1 pulgada, o al menos 3 pulgadas, o al menos 5 pulgadas, o al menos 7 pulgadas, o al menos 9 pulgadas, o al menos 12 pulgadas, o al menos 15 pulgadas, o al menos 18 pulgadas, o al menos 24 pulgadas, o cualquier rango formado por estos puntos finales y cualquier punto intermedio (por ejemplo, de 1 a 18 pulgadas). En algunas realizaciones, como se muestra en la figura 25, el lecho de partículas de transferencia de calor es más grueso hacia la base 66 de la cubierta enterrada 12 que cerca de la superficie de la tierra. En algunas realizaciones, el grosor del lecho de partículas de transferencia de calor 54 por debajo de la base exterior 66 de la cubierta enterrada 12 puede ser de al menos 9 pulgadas, o al menos 12 pulgadas, o al menos 15 pulgadas, o al menos 18 pulgadas.

[107] Como se describió anteriormente, el sistema de elevación del equipo 72, el sistema de elevación de la batería 76, o ambos 72, 76, pueden operarse hidráulicamente, mecánicamente o una combinación de ambos. A modo de ejemplo, el sistema de elevación de equipos 72 o el sistema de elevación de batería 76 pueden operarse utilizando un sistema de elevación de tijera accionado hidráulicamente. En algunas realizaciones, el sistema de elevación del equipo 72 o el sistema de elevación de la batería 76 pueden funcionar utilizando un sistema

de resorte mecánico. Mediante el uso de un sistema de resortes de este tipo, que incluye un sistema de resortes de torsión, el funcionamiento del sistema de elevación del equipo 72 o del sistema de elevación de la batería 76 puede lograrse sin fuerzas neumáticas, hidráulicas o eléctricas externas. Dicho sistema permite una operación esencialmente pasiva del sistema de elevación de equipos 72 y/o el sistema de elevación de batería 76. Además, dicho control pasivo de los sistemas de elevación 72, 76 puede aumentarse con entrada y control externos a través de uno o más de un sistema de accionamiento neumático, hidráulico o eléctrico.

[108] En algunas realizaciones, como se muestra y describe anteriormente en relación con la figura 2, el recinto subterráneo 10 puede incluir un sistema de manejo de gas 78, que comprende un deshumidificador 110 y un compresor de aire 112 ubicado dentro del almacén exterior 12. En algunas realizaciones, el deshumidificador 110 puede configurarse como una bomba de calor o aire acondicionado. En tal realización, el sistema de manejo de gas 78 también podría describirse con precisión como un sistema de manejo de aire 78 para deshumidificar y acondicionar el aire dentro del interior del recinto subterráneo 10. Además, como un sistema de manejo de aire 78, la operación del sistema podría incluir una línea de entrada de aire ambiental 114 que tenga una entrada de línea de entrada de aire 116 en comunicación fluida con aire ambiental fuera del almacén exterior 12 y una salida de línea de entrada de aire 118 en comunicación fluida con una entrada de compresor 120.

[109] Como se describió anteriormente, el sistema de manejo de gas 78 puede incluir o estar conectado a un procesador 108 para procesar información de varios sensores 138, 144, 146, interruptores 136, válvulas 140, 142 y dispositivos electrónicos 112, y para controlar el sistema de manejo de gas 78, y comunicarse con dispositivos conectados, incluidos dispositivos ubicados remotamente, como un dispositivo portátil, una tableta o una computadora portátil. A modo de descripción adicional, los sensores pueden incluir uno o más sensores de temperatura, humedad, presión, hidrógeno, acústica, vibración u otras condiciones ambientales.

[110] Aunque el procesador 108 no se muestra conectado a ningún dispositivo electromecánico en particular, se entenderá que ese procesador 108 puede estar en comunicación con cualquiera o todos los dispositivos electromecánicos necesarios para operar el recinto subterráneo 10 o la estación base de telecomunicaciones 300 a través de

cualquier técnica conocida en el estado del arte (los ejemplos incluyen, pero no se limitan a, cable duro, wifi, bluetooth, RF, etc.). Además, el procesador 108 puede operar una o más válvulas 140, 142 y uno o más dispositivos electrónicos 112, para ventilar el interior del recinto subterráneo 10 si las condiciones detectadas dentro del recinto subterráneo 10 justifican la ventilación. A modo de ejemplo, si el sensor de humedad dentro del recinto subterráneo detecta niveles de humedad que exceden un nivel predeterminado, entonces el aire dentro del recinto subterráneo puede ventilarse a la atmósfera exterior y reemplazarse con aire acondicionado o deshumidificado.

[111] De manera similar, si el sensor de temperatura dentro del recinto subterráneo detecta niveles de temperatura que exceden un nivel predeterminado, entonces el procesador 108 puede bajar o establecer el nivel de temperatura del acondicionador de aire 110 para reducir la temperatura del aire dentro del recinto subterráneo.

[112] Al recibir datos de uno o más de los diversos sensores 138, 144, 146, el procesador 108 puede transmitir una notificación de alerta a uno o más dispositivos remotos 370, incluido un dispositivo portátil (como un teléfono inteligente), una tableta o una computadora portátil. La notificación de alerta proporcionada por el procesador 108 se basaría en los datos del sensor recibidos por el procesador 108 que muestran que uno o más de los datos del sensor exceden un nivel predeterminado o se acercan a una condición anormal.

[113] En algunas realizaciones, el recinto subterráneo 10 está diseñado para albergar varios componentes y equipos eléctricos, que a su vez generan calor dentro del recinto subterráneo 10. En algunas realizaciones, el recinto subterráneo 10 está adaptado para incluir al menos uno de los medios activos y pasivos para disipar o eliminar el exceso de calor del interior del recinto subterráneo 10. Como se describió anteriormente, un medio activo para controlar dichas temperaturas internas del recinto subterráneo 10 es mediante el uso de un sistema de aire acondicionado 110, tal como un sistema acondicionador de aire dividido. Como se muestra en la figura 29, se puede implementar un sistema de aire acondicionado con un controlador de aire 111 ubicado dentro del recinto subterráneo 10 y un condensador 115 ubicado fuera del recinto subterráneo 10 y por encima del suelo.

[114] En una realización, el condensador 115 puede alojarse discretamente dentro de un elemento sobre el suelo 321, como una caja de almacenamiento, mobiliario urbano, un banco,

una jardinera o la base de un poste de luz, como se muestra en la figura 30. En otra realización, donde el recinto subterráneo 10 está acoplado electrónicamente con un elemento sobre el suelo 321 como un quiosco con una pantalla digital, el condensador 115 puede ubicarse discretamente dentro del quiosco 321. Cuando el condensador 115 está ubicado dentro del elemento sobre el suelo 321 a una altura suficientemente por encima del nivel del suelo, el condensador 115 y el sistema de aire acondicionado 110 están ambos protegidos contra inundaciones o daños por agua. Las pruebas actuales han demostrado que las unidades de aire acondicionado con una capacidad de aproximadamente 12 000 BTU/hora a 36 000 BTU/hora tienen condensadores 115 que pueden configurarse para alojarse discretamente dentro de un quiosco 321.

[115] En otra realización, como se muestra en la figura 31, una bomba de calor geotérmica 190 puede incorporarse y acoplarse con el recinto subterráneo para controlar la temperatura interior del recinto subterráneo 10. Los sistemas de bomba de calor geotérmica 190 incluyen típicamente una unidad compresora de bomba de calor 191, un ventilador de circulación de bomba de calor 192, uno o más circuitos de refrigerante 193 y una bomba de circuito 194. Los circuitos de refrigerante están ubicados, al menos en parte, fuera del recinto subterráneo 10 para que puedan intercambiar calor con el suelo circundante. Una instalación típica de un sistema geotérmico 190 con el recinto subterráneo 10 tendría la unidad compresora de bomba de calor 191, el ventilador de circulación de la bomba de calor 192 y la bomba de circuito 194 ubicada dentro del recinto subterráneo 10, con circuitos de refrigerante subterráneo 193 desplegados debajo del recinto subterráneo 10 o adyacentes al recinto subterráneo 10 (por ejemplo, dentro de 10 a 100 pies del recinto subterráneo 10). Una ventaja de un sistema geotérmico 190 sobre un acondicionador de aire típico 110 es que el sistema geotérmico 190 no requiere un elemento sobre el suelo. En ciertos despliegues e instalaciones de equipos, como realizaciones de telecomunicaciones, donde existen restricciones para tener elementos sobre el suelo distintos de una antena, el sistema geotérmico 190 puede ser particularmente ventajoso.

[116] Se pueden usar sistemas geotérmicos de circuito cerrado o de circuito abierto y acoplarse con el recinto subterráneo. Mientras que en la figura 31 se muestra que tiene una sola perforación subterránea, en realizaciones alternativas, el sistema puede usar una

pluralidad de perforaciones. El uso de tales orificios o bucles múltiples permite la misma longitud de bucle para el intercambio de calor usando múltiples orificios menos profundos en lugar de un orificio extremadamente profundo. Por ejemplo, cuatro bucles de 150 pies de profundidad podrían reemplazar un solo bucle de 600 pies de profundidad. Según la ubicación geográfica y la geología, la estructura y la consistencia del terreno próximo al recinto subterráneo, es posible que las perforaciones geotérmicas deban estar al menos a 200 pies por debajo del nivel, o al menos a 300 pies por debajo del nivel, o al menos 400 pies por debajo del nivel del suelo, o al menos 500 pies por debajo del nivel del suelo, o al menos 600 pies por debajo del nivel del suelo.

[117] Otro medio de controlar la temperatura dentro del recinto subterráneo 10 utiliza tecnología de tubería de calor pasiva, como la que se muestra en la figura 32. Un sistema de tubería de calor 210 utiliza las características de cambio de fase de un fluido de trabajo para transferir calor desde una superficie caliente a un área más fría, como un condensador. En la configuración mostrada en la figura 32, el extremo inferior del sistema de tubería de calor 210 está ubicado dentro del recinto subterráneo 10 donde la temperatura interior se eleva debido a la operación del equipo eléctrico. El fluido de trabajo 211 dentro del sistema de tuberías de calor 210 cambia de fase de líquido a gas y sube a través del sistema de tuberías de calor 210 a un elemento vertical o poste 320 donde el fluido de trabajo 211 libera el calor absorbido del recinto subterráneo 10 y luego cambia de fase de nuevo a un líquido. El fluido de trabajo 211 luego viaja de regreso al recinto subterráneo por gravedad y repite el ciclo de transferencia de calor y cambio de fase. Como se muestra en la figura 32, la sección superior o la sección de temperatura más baja del tubo de calor podría ubicarse dentro de un poste de luz u otro elemento vertical 320.

[118] Una ventaja de utilizar la tecnología de tubos de calor para la transferencia de calor es la naturaleza pasiva del sistema. No se necesitan bombas o sistemas de energía separados para la operación del sistema. Una desventaja de la tecnología y los sistemas de tuberías de calor es que tal sistema sólo sería capaz de reducir la temperatura interior del recinto subterráneo 10 a la temperatura del aire exterior. En consecuencia, en lugares con temperaturas del aire exterior elevadas, un sistema de tubería de calor tendría una

aplicabilidad limitada. Sin embargo, en ubicaciones moderadas o más frías, un sistema de tubería de calor puede ser muy eficaz para enfriar el recinto subterráneo 10.

[119] En otra realización y diseño del recinto subterráneo 10, como se muestra en las figuras 33-34, se puede incorporar una pluralidad de generadores termoeléctricos ("TEG") o generadores Seebeck 240 en las paredes de la carcasa 12 del recinto y en el panel inferior del recinto. El uso de TEG aprovecha el hecho de que la superficie interior del armazón 12 normalmente tendrá una temperatura más alta que la superficie exterior del armazón 12. Un TEG es un dispositivo semiconductor de estado sólido que es capaz de generar voltaje eléctrico que puede almacenarse o utilizarse como fuente de alimentación de corriente continua en función de un gradiente de temperatura. Como se muestra en la figura 33, se puede incrustar o formar una pluralidad de TEG dentro del armazón del recinto 12, incluidas las paredes y las secciones de la base 66 del armazón 12. Para mejorar aún más la transferencia de calor desde el interior del recinto subterráneo 10 hacia el exterior del recinto, como se muestra en la figura 34, una serie de aletas de enfriamiento 241 pueden extenderse desde la superficie exterior de los TEG hacia el suelo circundante. El uso de tales aletas enfriadoras 241 aumenta la transferencia de calor a través del TEG 240 y, por lo tanto, también aumenta la generación de energía.

[120] Por consideraciones de transferencia de calor y eficiencia energética, los TEG se incrustarían dentro del armazón 12 donde se espera el mayor diferencial de temperatura (dentro del recinto 10 en comparación con el exterior del recinto 10). En zonas geográficas templadas o más cálidas donde la parte inferior del recinto subterráneo 10 puede tener la temperatura más baja, entonces los TEG se incorporarían a la base 66. De manera similar, en zonas geográficas más frías, donde las temperaturas de la superficie del suelo pueden ser más bajas que las temperaturas del suelo más por debajo del nivel del suelo, los TEG podrían incorporarse en los lados del armazón 12. En algunos casos, los TEG pueden estar en los lados del armazón 12, la base de la cubierta 66, o en ambos.

[121] Como se muestra en la figura 33, la pluralidad de TEG puede conectarse eléctricamente en paralelo a una batería 74 o a un conjunto de baterías 74. El hecho de que haya una diferencia de temperatura perpetua entre el interior del recinto subterráneo 10 y la tierra circundante puede proporcionar niveles significativos de energía "gratuita" que se puede

almacenar en las baterías 74 del sistema. Dicha energía se puede usar luego como energía de respaldo o para las necesidades del equipo.

REALIZACIONES ESPECÍFICAS

[122] Una primera realización específica comprende un recinto para alojar componentes eléctricos. El recinto para alojar componentes eléctricos comprende una carcasa que define un compartimento interior, un panel superior que comprende una abertura de compartimento para acceder al compartimento interior, una tapa de compartimento adaptada para sellar de forma desmontable la abertura del compartimento, un bastidor de equipos que comprende un sistema de elevación de equipos que está acoplado a la tapa del compartimento, y además está acoplado a una base en el compartimento interior, y en el que el sistema de elevación del equipo está adaptado para moverse entre una posición retraída, en la que la tapa del compartimento sella la abertura del compartimento interior, y una posición extendida en la que se extiende el bastidor del equipo a través de la abertura del compartimento para proporcionar acceso por encima del suelo al bastidor del equipo. El recinto se puede adaptar para la instalación en el suelo.

[123] Una segunda realización específica incluye la primera realización específica y donde el sistema de manejo de aire comprende un acondicionador de aire dividido que comprende un controlador de aire y un condensador, donde dicho controlador de aire está ubicado dentro de dicho compartimento interior, y dicho condensador está ubicado sobre el suelo afuera del compartimento interior.

[124] Una tercera realización específica incluye la primera o la segunda realización específica, y comprende además un elemento vertical sobre el suelo que alberga dicho condensador.

[125] Una cuarta realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas primera a tercera, y en la que dicho elemento vertical sobre el suelo se selecciona del grupo que consiste en un poste de luz, quiosco, poste de panel solar o señalización publicitaria.

[126] Una quinta realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas primera a cuarta, y en la que dicho sistema de tratamiento de aire es una bomba de calor geotérmica.

[127] Una sexta realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas primera a quinta, y en la que dicha bomba de calor geotérmica utiliza un sistema de circulación de fluido de trabajo de circuito cerrado.

[128] Una séptima realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas primera a sexta, y en la que dicha bomba de calor geotérmica utiliza un sistema de circulación de fluido de trabajo de circuito abierto.

[129] Una octava realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas primera a séptima, y en la que dicho sistema de tratamiento de aire incorpora un sistema de cambio de fase de fluido de trabajo de tubería de calor pasivo.

[130] Una novena realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas primera a octava, y comprende además un elemento vertical sobre el suelo, y un condensador de dicho sistema de cambio de fase del fluido de trabajo de tubería de calor pasivo está ubicado dentro de dicho elemento vertical sobre el suelo.

[131] Una décima realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas primera a novena, y comprende además al menos un generador termoeléctrico acoplado a la carcasa de dicho recinto, y al menos una batería, en donde la electricidad generada por dicho al menos un generador termoeléctrico se almacena en dicha al menos una batería.

[132] Una undécima realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas primera a décima, y comprende además aletas de refrigeración acopladas térmicamente a una superficie exterior del generador termoeléctrico.

[133] Una duodécima realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas primera a undécima, y en la que una superficie interior de cada uno de los al menos un generador termoeléctrico está posicionada para contactar térmicamente con el aire dentro de la carcasa y una superficie exterior de cada uno de los al menos uno de los generadores termoeléctricos se coloca para hacer contacto térmico con el material en el que se entierra el recinto.

[134] Una decimotercera realización específica comprende una estación base de telecomunicaciones. La estación base de telecomunicaciones puede incluir un recinto para albergar componentes eléctricos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones específicas

primera a decimoséptima, tal como un armazón exterior que define un compartimento interior, un panel superior que comprende una abertura de compartimento para acceder al compartimento interior, una cubierta de compartimento adaptada para sellar de manera removible la abertura del compartimiento, un bastidor para equipos que comprende un sistema de elevación de equipos que está acoplado tanto a la cubierta del compartimiento como a una base en el compartimiento interior, un sistema de manejo de aire para controlar las condiciones ambientales dentro de dicho compartimiento interior y una estación base celular, que comprende una antena acoplada a un equipo de procesamiento de señales y una fuente de alimentación, que comprende una batería, una conexión a una fuente de alimentación externa, o ambas. El equipo de procesamiento de señales y la batería están acoplados al bastidor de equipos, y en donde, en una posición de almacenamiento, el equipo de procesamiento de señales y la batería están alojados dentro del compartimiento interior, y en donde, en una posición extendida, el bastidor de equipos se extiende a través de la abertura del compartimento, y en el que dicho recinto para alojar componentes eléctricos está adaptado para instalación enterrada.

[135] Una decimocuarta realización específica incluye la decimotercera realización específica, y comprende además un elemento vertical sobre el suelo al que se conecta la antena.

[136] Una decimoquinta realización específica incluye las realizaciones específicas decimotercera o decimocuarta, y donde el elemento vertical sobre el suelo es uno de un poste de luz, quiosco, poste de panel solar, tótem o señalización publicitaria.

[137] Una decimosexta realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas decimotercera a decimoquinta, y en donde dicho sistema de manejo de aire comprende un acondicionador de aire dividido que comprende un controlador de aire y un condensador, donde dicho controlador de aire está ubicado dentro de dicho compartimiento interior, y dicho condensador está ubicado sobre el suelo fuera del compartimiento interior.

[138] Una decimoséptima realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas decimotercera a decimosexta, y comprende además un elemento vertical sobre el suelo que alberga dicho condensador.

[139] Una decimoctava realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas decimotercera a decimoséptima, y en la que dicho sistema de tratamiento de aire es una bomba de calor geotérmica.

[140] Una decimonovena realización específica incluye cualquiera de las realizaciones específicas decimotercera a decimoctava, y en la que dicho sistema de tratamiento de aire incorpora un sistema de cambio de fase de fluido de trabajo de tubería de calor pasiva.

[141] Aunque el tema se ha descrito en términos de ejemplos de realizaciones, no se limita a ellos. Cabe señalar que las figuras no están necesariamente dibujadas a escala y que ninguna dimensión particular de las figuras pretende ser limitativa. Más bien, las reivindicaciones adjuntas deben interpretarse en sentido amplio, para incluir otras variantes y realizaciones, que pueden realizar los expertos en la materia.