

POSTE MODULAR PARTIR DE RESIDUOS POLIMÉRICOS REFORZADO CON FIBRAS NATURALES Y EL PROCESO PARA CONFORMAR DICHO POSTE

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

5

La invención se refiere a postes poliméricos reforzados con fibras naturales formando una estructura modular útil en el sector agrícola, pecuario e industrial y su proceso de conformación.

10

ANTECEDENTES Y PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO

15

El sector agropecuario, es uno de los más importantes y dinámicos de la economía mundial, debido al crecimiento de la población que demanda mayor productividad; esto provoca muchas veces la disminución en la fertilidad del suelo, un alto consumo de agua y la pérdida de la biodiversidad de los ecosistemas. La problemática expuesta anteriormente, requiere la introducción de nuevas alternativas diferenciales dentro de los sistemas productivos, como se plantea en la presente invención, apoyadas en la tecnificación; dirigidas al uso eficiente, rentable y racional de los recursos naturales.

20

Algunas tecnologías que actualmente se encuentran en el mercado corresponden a postes amigables con el medio ambiente que son fabricados con plástico o desechos de plástico y tienen una alta durabilidad, son impermeables y repelen hongos e insectos.

25

Por su parte, la patente US2003136953 enseña un poste de cerca hecho de plástico sólido que tiene unos orificios pretaladrados que se extienden completamente a través del poste. El posicionamiento de los agujeros permite varias opciones en el tipo de valla utilizada y de los diferentes espacios de valla disponibles para uso del agricultor. Sin embargo, no comprende un sistema de acoplamiento de herramientas que se ensamblan y desconectan fácilmente, no permiten la incorporación de sustancias químicas o monitoreo de las características del suelo y no cuentan con una base piramidal del mismo material que da soporte a la estructura.

30

Por otro lado, la solicitud colombiana NC2017/0004379 revela un dispositivo autónomo para la recolección y el análisis de información agrícola por medio de un poste inteligente, entregando información, estadísticas y recomendaciones provenientes del medio ambiente, con el fin de alertar y monitorear de forma remota ciertas condiciones del suelo que resulten interesantes para el cultivo. No obstante, este poste no tiene una forma adaptable ni está fabricado en materiales reciclados, ni tiene una forma hueca que permita introducir sondas con diferentes tipos de sensores para el monitoreo de los parámetros in situ del suelo, y la toma de muestras sin alteración, para analizar los parámetros ex situ.

También, la solicitud WO2017021561 divulga un aspersor rotativo regulable, para lo cual se destaca que en el cuerpo interior de dicho conjunto se dispone de un depósito rellenable con una resina o polímero regulador de velocidad y un eje de giro con una pluralidad de aspas en diferentes niveles con los que se puede producir mayor o menor fricción al contacto con la resina y con ello elevar o disminuir la velocidad de giro, sin que ello afecte al alcance efectivo de riego ni el caudal de riego, y pudiendo ser la boquilla giratoria de formas variables e intercambiables y con dos salidas. Pero no divulga una adaptación o acoplamiento de este aspersor en postes agrícolas multifuncionales.

Sin embargo, estas alternativas mencionadas no pueden realizar varias funciones a la vez, no mejoran la fertilidad del suelo ni tampoco permiten medir las propiedades del suelo, de tal manera que se crea la necesidad de un producto para el sector agrícola, pecuario e industrial con el cual se puedan hacer varias funciones a la vez como cerramiento perimetral, muestreo de suelos, fertilización y riego, de forma sencilla, constante, reproducible y sostenible en el tiempo.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

Con el fin de atender esta problemática se ha diseñado un poste alargado de residuos poliméricos reforzados en su matriz con fibras naturales que se acopla a una base

piramidal en la parte inferior, que actúa también como soporte al poste regulable en altura, caracterizado además por poseer un orificio interno que funciona como canal, el cual sirve para la circulación de doble sentido de muestras del suelo, de agua, de abono orgánico, de sustancias químicas, electrodos, entre otros. Cuenta con elementos de acoplamiento de herramientas que se ensamblan y desconectan fácilmente, haciendo de este una estructura modular. Su configuración sirve como soporte para atender diferentes actividades agrícolas, pecuarias e industriales como cerramiento perimetral, muestreo de suelos, incorporación de abono orgánico y sustancias químicas, análisis de propiedades in situ del suelo, riego por aspersión entre otros.

La forma geométrica de los **postes** (1) es un prisma rectangular que poseen una altura que oscila entre 1,5 – 2,0 m, una relación largo alto de 1:15 y ancho alto de 1:15 a 1:25, preferiblemente 1:20 y un orificio de diámetro interno de 5 a 8 cm (2 - 3 in); el poste además tiene adosado unas muescas (13), que permiten introducirlo a la base piramidal (2) alcanzando diferentes alturas, fijado a la base mediante tornillos (14) en función de las necesidades de uso.

Cuentan, además, con una **base piramidal centrada** (2), diseñada con residuos poliméricos y reforzada con fibras naturales, ajustable a las necesidades del terreno, es una sección transversal que le confiere más soporte al funcionamiento, actuando como la zapata del poste, tiene una altura en relación de largo del poste de 1:4, rellena además de material granular residual (7) como se ilustra en la figura 4.

Una **tapa adicional** en la parte superior del poste (6), que sirve de soporte y protección, cuenta con una bisagra en la mitad que permite abrir y cerrar la tapa con facilidad, como se muestra en la figura 3, se adapta al poste mediante tornillos y su uso no es limitativo.

La versatilidad de la innovación, la otorga el diseño **modular de su estructura**, que puede observarse en las figuras 1 a 3, que cuenta con herramientas de acople separadas, que pueden conectarse y desconectarse, con la posibilidad de reemplazarlas o adicionarlas en cualquier momento sin afectar el funcionamiento del resto de elementos

o **módulos**. Entre las **herramientas de acople** al poste que descienden o ascienden por la zona hueca del poste se tienen: barra de anclaje (8) de menor diámetro con una configuración en forma de T que desciende para coleccionar muestras de suelo, una tubería flexible adicional (3), por ejemplo una manguera, de menor diámetro donde se adaptan 5 aspersores y difusores (9), como se muestra en la figura 7, que asciende para el riego de agua y sustancias químicas diluidas, unos sensores donde se adaptan sondas (11), como se puede ver en la figura 9, que tienen electrodos en los extremos (12) que descienden para monitorear los parámetros ambientales, agronómicos y pecuarios.

10

BREVE DESCRIPCIÓN DE FIGURAS

Figura 1. Vista general de las partes externas de la estructura modular.

15

Figura 2. Vista en detalle con corte transversal de las partes internas de la estructura modular.

Figura 3. Vista en detalle del despiece de la estructura modular regulable en altura.

20

Figura 4. Vista en detalle con corte transversal de la base piramidal centrada rellena con material granular unida a la estructura del poste.

Figura 5. Vista general en perspectiva de la barra de anclaje acopladas a la estructura modular.

25

Figura 6. Vista general en perspectiva de las barras de anclaje

Figura 7. Vista general en perspectiva los aspersores o difusores acoplados a la estructura modular

30

Figura 8. Vista general en perspectiva de los aspersores o difusores.

Figura 9. Vista general en perspectiva de los sensores de monitoreo de parámetros agrícolas, pecuarios o ambientales acoplados a la estructura modular.

Figura 10. Vista general en perspectiva de los electrodos del multiparámetro.

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustra una vista general para definir las partes externas de la estructura modular de la presente invención que comprende un poste hueco (1), acoplado a una base piramidal (2), con tuberías adicionales (3), y un sistema de llenado de material granular residual (4).

Figura 2. Ilustra la vista en detalle de la parte interna del poste hueco (1) acoplado a la base piramidal hueca (2) de polimeros residuales reforzados con fibras naturales, rellenable en la base con material granular residual, desmontable o no a la estructura del poste.

Figura 3. Ilustra la vista en detalle del despiece de la estructura modular que comprende un poste hueco (1) ajustable en altura, acoplado a una base piramidal (2), con tuberías adicionales (3), con orificio de llenado de material granular residual (4), medios de fijación (conexiones y acoples) liberables (5) que se adaptan a dispositivos, con una tapa de soporte y protección (6), muescas adosadas al poste (13) y tornillos de fijación a la base (14) .

Figura 4. Ilustra la vista en detalle con corte transversal de la base piramidal centrada (2) rellenable con material granular (7), tuberías adicionales (3), con conexiones y acoples liberables (5) para el flujo de agua o sustancias químicas.

Figura 5. Ilustra la vista general en perspectiva de la barra de anclaje (8) que descienden por la zona hueca del poste (1), y la base piramidal (2) las barras tienen una configuración en forma de T para facilitar la toma de muestra en el suelo.

Figura 6. Ilustra la vista general de las barras de anclaje (8) que tienen una configuración en forma de T en todos los barrenos tipo pistón (8a), Edelman (8b), helicoidal (8c) y media caña (8d) para extraer las muestras de suelo.

5

Figura 7. Ilustra la vista general en perspectiva los aspersores o difusores (9) ubicados en la zona superior del poste (1) con acoples y conexiones liberables (5) a una manguera que asciende desde la base (2) por la zona hueca del poste, para el riego y fertilización del suelo.

10

Figura 8. Ilustra la vista general en perspectiva de los aspersores o difusores (9) ubicados en la zona superior del poste (1) en una tapa soporte (6) que se une mediante al menos un acople (5) a tuberías adicionales (3) que asciende por la zona hueca del mismo, aspersores tipo cañón (9a) micro-aspersor (9b) y aspersor de impacto (9c).

15

Figura 9. Ilustra la vista general en perspectiva de sensores para monitorear parámetros ambientales, agronómicos y pecuarios, insertados por la zona hueca del poste (1) y la base piramidal (2), cuentan con sondas (11) que tienen electrodos en uno de los extremos ubicados en el suelo (12) y en el otro extremo un dispositivo de captura de la información (10) unido mediante al menos un acople (5) a la tapa soporte (6) ubicado en la parte superior del poste (1).

20

Figura 10. Ilustra la vista general en perspectiva de los electrodos (12) ubicados en la zona inferior del poste (1) unidos mediante al menos un acople (5) a las sondas (11) que descienden por la zona hueca del mismo, tales como humedad (12a) temperatura, (12b) conductividad (12c), pH, salinidad, infiltración, entre otros.

25

30

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El **poste** de residuos poliméricos, puede comprender residuos del tipo termoplásticos, es
5 decir, seleccionados entre poliestireno, polietileno, polipropileno, tereftalato de
polietileno, cloruro de polivinilo, metacrilato de polimetilo, policarbonato, acrilonitrilo -
butadieno-estireno, elastómeros seleccionados entre epoxis, ésteres de vinilo,
poliésteres y similares. También con una mezcla de fibras naturales residuales tales
10 como yute, sisal, algodón, coco, maguey y fique o de residuos industriales tales como
caña, cascarilla de arroz y todas sus posibles combinaciones, en su estructura.
Comprende una estructura tipo cilíndrica, prismática, ovoide alargada, con al menos un
orificio interno que funciona como canal para la circulación de doble sentido.

El poste tiene adosado unas muescas (13) en forma circular, que permiten introducirlo a
15 la base piramidal (2) alcanzando diferentes alturas con variaciones de 10 cm entre
muesca, con seis (6) opciones de alturas efectivas que oscilan entre 1,5 – 2,0 m, fijados
a la base mediante tornillos (14) en función de las necesidades de uso.

Tiene una **base piramidal centrada** (2), cuya forma geométrica le permite soportar más
20 esfuerzo al funcionamiento del poste (1), con una superficie interior libre para la toma de
muestras, el análisis de los parámetros in situ, la instalación de acoples, accesorios y
tuberías del sistema de riego entre otros, en una relación ancho, largo y profundidad de
1:3:2 garantizando un área efectiva si afectar o desinstalar ninguno de los sistemas antes
descritos. Está diseñada en los mismos materiales del poste es ajustable a las
25 necesidades del terreno y las exigencias de las cargas puntuales que generan los
diferentes esfuerzos a los que es sometido, siendo en sí una zapata que tiene una altura
en relación de largo del poste de 1:4, es hueca para ser rellena con diferentes
materiales granulares residuales (7) (elastómeros, grava, arena) dado que su estructura
es liviana y se le debe otorgar estabilidad por lo que cuenta con al menos un orificio y
30 tapa de llenado y vaciado (4) por una de las caras laterales.

Tiene una **tapa adicional** en la parte superior del poste (6), que sirve de soporte en la instalación de los dispositivos acoplados y protección del interior del poste hueco, la tapa posee una bisagra en la mitad que abre y cierra con facilidad, cuenta con un orificio circular que conecta a los dispositivos y mangueras, y se adapta al poste mediante tornillos, según las necesidades y preferencias en su uso, porque no es restrictivo ni limitativo.

El poste puede realizar varias funciones, entre las cuales se encuentra el muestreo de suelos sin alteración superficial, hacer parte de un sistema de riego y fertilización por aspersión, servir de soporte para análisis de parámetros ambientales, agrícolas y pecuarios in situ, gracias a las herramientas de acople con las que cuenta.

Se utiliza para **cerramiento perimetral** modular de postes que protegen y demarcan el límite interior y exterior de las áreas, que cumplen las funciones, para lo cual son creadas, como proteger el interior, crear barreras para contener, independizar áreas, garantizando la seguridad permitiendo la visibilidad; ideal para superficies agrícolas, pecuarias, industriales y obras civiles, pueden ser provisionales o permanentes de fácil instalación, estabilidad y alta duración.

Cuenta con diseño **modular en su estructura**, con herramientas que se pueden acoplar con la posibilidad de reemplazarlas o adicionarlas en cualquier momento sin afectar el funcionamiento del resto de elementos o **módulos**:

Cuando se va a utilizar para el **módulo de muestreo de suelos** comprende en la parte interior una o más barras de anclaje (8) tienen una configuración en forma de T en todos los barrenos para extraer las muestras. La barra tiene un menor diámetro al orificio del poste conservando una relación 1:3 a 1:5 preferiblemente, 1:4, que desciende por la zona hueca del poste desde la parte superior hasta la inferior, que logra coleccionar las muestras de suelo en áreas agrícolas y pecuarias, mejorando el proceso de toma de muestra, causando poca alteración en la superficie de los suelos y menos contaminación.

Es una barra de polímeros residuales reforzada (8), que comprende en uno de los extremos una punta metálica tipo pistón (8a), Edelman (8b), helicoidal (8c) o media caña (8d), tal como se muestra en la Figura 6, para anclarse al suelo según el tipo material a extraer y en el otro extremo una terminación en forma de T perpendicular, que puede moverse a través del poste (1).

En otra modalidad, cuando hace parte de un **módulo de sistema de riego y fertilización**, el poste cuenta con una tubería flexible adicional (3) que se extiende desde el suelo hasta 1,5 – 2,0 m de la superficie con acoples o conexiones (5) (macho y hembra) que tiene una abertura donde se adaptan los dispositivos aspersores o difusores (9) de agua y sustancias químicas diluidas para riego, con tuberías trasversales subterráneas para interconectar los diferentes postes y ampliar así el área de riego agrícola.

Los postes agrícolas tienen acoplado cabezales de aspersión giratorios, y selectivamente ubicados en la parte superior, por ejemplo, aspersores tipo cañón (9a) micro-aspersor (9b) y (9c) aspersor de impacto, tal como se muestra en la Figura 8, diseñados para estar montados en la parte superior acoplado a una tubería adicional flexible que asciende por la zona hueca del mismo; el agua y las soluciones químicas ascienden por una tubería de menor diámetro conservando una relación 1:2 con respecto al orificio del poste (1) por donde es insertada para garantizar el giro del cabezal al tomar la energía de la presión del líquido para ser expulsado al exterior.

En otra modalidad preferida, cuando se va utilizar para el **módulo de análisis de parámetros ambientales, agrícolas y pecuarios in situ**, el poste cuenta con un dispositivo de captura de información (10) acoplado (5) a la tapa soporte (6) y a unas sondas (11) que pasa por el interior del poste (1) y la base piramidal (2) para que los electrodos (12) entren en contacto con el suelo, con el fin de realizar seguimiento a parámetros como humedad, pH, conductividad, temperatura en el suelo, tal como se muestra en la Figura 10, esto permite determinar la eficiencia del sistema de riego, fertilización química entre otros.

Alternativamente la presente invención refiere un proceso para conformar la matriz polimérica residual reforzada con fibras naturales mediante procesos físicos y químicos con la cual se diseñan la estructura modular que de acuerdo con las figuras 1 a la 10, está caracterizado porque comprende:

5

La **adecuación de los residuos poliméricos**, inicia con el lavado contra corriente para eliminar las impurezas presentes, con una malla número 10 seguido de una malla número 200 con abundante agua destilada; luego son secadas a temperaturas entre 30 – 60 °C por un periodo de tiempo de 18 a 24 horas o hasta peso constante; para la
10 trituración se emplea un molino triturador de corte, operado entre 1000 y 1500 rpm acoplado a una malla número 8 - 4 según el tamaño de partícula deseado, logrando reducirlas preferiblemente (2 - 10 mm) y/o pulverizarlas (10 - 100 micras).

Paralelamente, las **fibras naturales** se sometieron a un proceso de **adecuación**, en la
15 cual son limpiadas, clasificadas y cortadas colocadas en bandejas de secado durante un periodo de 18 a 24 horas o hasta obtener peso constante, reduciendo luego el tamaño de la fibra entre 40 – 100 mm. Las porciones de fibras naturales en el poste, están distribuidas ventajosamente entre 10, 20, 30 y/o 40% en peso aproximadamente, por ejemplo, entre 10-20%, 20-30%, o 30-40%, o incluso 10-40% en función del tipo de
20 residuos poliméricos.

Se realizó una **modificación química** de las fibras naturales mediante hidrólisis básica, por inmersión en una solución básica (NaOH, KOH) diluida del 2 – 7 %, por ejemplo 5% durante 5 - 24 h, en una relación líquido sólido de 15:1 para optimizar la interacción entre
25 las fibras y los polímeros residuales dentro de la matriz, aumentar la rugosidad de la superficie y, por lo tanto, mejora la interacción en la interfase entre ambas, otorgándole más durabilidad, rigidez y resistencia a los postes, posterior al lavado con soluciones con agua destilada y secado a temperaturas entre 30 – 60 °C por un periodo de tiempo de 18 a 24 horas o hasta peso constante.

30

En forma adicional se realiza el **tratamiento con agentes naturales compatibilizantes modificado** (entre los agentes acoplantes naturales empleados están el almidón) para mejorar la afinidad con la fibra e incrementar la impregnación de las fibras naturales con soluciones diluida de almidón en etanol entre 0,3 – 0,5 % durante 10 a 15 min, seguidos del proceso de secado a 60 – 100 °C, por ejemplo 70-90°C, durante un periodo corto de 20 a 30 min.

Para conformar la matriz de residuos poliméricos y fibras naturales previamente adecuados, se hizo necesario un proceso de moldeo al vacío y compactación por compresión con superficie plana o un proceso de moldeo por extrusión:

En el proceso de **moldeo por compresión al vacío** el residuo polimérico particulado o pulverizado y las fibras naturales se introducen en el molde caliente (exposición térmica que oscila entre 100 – 200 °C) mediante tolvas, fundiendo el polímero para disminuir la viscosidad, facilitar la fluidez y movimiento en el espacio geométrico (molde) definido en las dimensiones y especificaciones observadas en las figuras 1- 2 forzando al fluido a adoptar la forma del molde, para formar los elementos modulares. A través de una cámara de vacío que cuenta con una abertura por donde se incorporan los materiales y un eyector de vacío adaptado en la parte inferior, para retirar el aire de la zona y alinear las fibras (orientación mecánica con campos eléctricos) en forma controlada y continua.

Cuando se ha cubierto el molde del material polimérico fundido y las fibras naturales se somete a compresión mecánica de manera uniforme con troqueles coincidentes (2 a 4 MPa aproximadamente) en toda la estructura en periodo de tiempo variable 5 a 10 min, para que el material adopte las formas donde la temperatura y la presión se mantienen constantes hasta que el material se ha curado (reticulado) y solidificado formando el poste modular.

En el proceso de **moldeo por extrusión** el residuo polimérico en forma particulada o pulverizada y fibras naturales (refuerzos) a moldear se agregaron al extrusor por medio de tolvas, estos son transportados por un tornillo helicoidal (husillo) con relaciones de longitud diámetro variables según la zona, para la dosificación (15:1 y 20:1) y la compactación (2:1 y 4:1) esta contracción de volumen garantiza que el material extruido esté libre de porosidad, y un aumento en el nivel de cizalla sobre el polímero fundido debido al movimiento de la superficie del tornillo con respecto a las paredes de la cámara.

El husillo gira y empuja el material a través de un cilindro en forma uniforme, pasando por una cámara de calentamiento (exposición térmica que oscila entre 100 – 200 °C) a una presión que oscila entre 2 y 4 MPa, para que el material comience a mezclarse, cizallarse, haciéndolo más compacto hasta el punto de descarga, donde la mezcla de polímero fundido y fibras naturales (relaciones desde 10 – 40 % de fibras en el peso total de la matriz compuesta) incorporadas son forzadas a pasar por una abertura programada al troquel maquinado con orificios predeterminados para dar la forma final, en un molde cerrado con las dimensiones y especificaciones observadas en las figuras 1- 2 formando los elementos modulares de manera controlada y continua, hasta que el material se ha curado (reticulado) y solidificado formando el poste modular.

Una vez solidificado el poste modular, se continuó con un **proceso de enfriamiento y desmoldeo** a temperatura ambiente, por ejemplo, entre 20-30°C. Así los módulos de la estructura son obtenidos tal como lo ilustran las figuras 1 a 10 para las aplicaciones estructurales antes descritas.

Así el proceso para fabricar una matriz modular para el poste o base para se puede resumir mediante las siguientes etapas:

- Proporcionar residuos poliméricos y fibras naturales de forma separada
- Adecuar los residuos poliméricos que incluye
 - o Lavado para eliminar las impurezas presentes
 - o Secado entre 60-70°C hasta peso constante

- o Trituración o pulverización
- Adecuar las fibras naturales que incluye
 - o Lavado para eliminar las impurezas presentes
 - o Cortado para reducir el tamaño entre 40 – 100 mm
 - 5 o Secado entre 60-70°C hasta peso constante
 - o Modificación química por hidrólisis básica
 - o Lavado para eliminar residuos de sustancias químicas
 - o Secado entre 60-70°C hasta peso constante
- 10 • Agregar un agente acoplante modificado a las fibras naturales para mejorar la afinidad con los residuos poliméricos.
- Adicionar los residuos poliméricos y las fibras naturales modificadas en una relación variable de residuos a fibras, por ejemplo, de 4:1 a 10:1, preferiblemente 5:1 a 8:1, a través de tolvas a los sistemas de moldeo por compresión al vacío o moldeo por extrusión que cuenta con una abertura para incorporar los materiales.
- 15 • Moldear por exposición térmica (100-200°C) y presión regulada (2 y 4 MPa) el flujo de residuos poliméricos y refuerzos, en moldes estructurales que tienen la forma de la base, el poste o cualquier otra herramienta de acople, para formar la matriz compuesta y permitir que el material adopte completamente la forma deseada.
- Dejar curar y solidificar la matriz polimérica formando el poste o base modular y
 20 enfriar hasta temperatura ambiente.

25

30

VENTAJAS DE LA INVENCION

- Producto ecológico de bajo costo
- Sustituto de los postes de madera y metálicos tradicionales
- 5 • Los postes son elaborados con materiales residuales de fácil obtención, manejo y elaboración; eliminando así los problemas de mantenimiento y reemplazo periódico por corrosión y ataque de animales, plagas y enfermedades.
- La presente invención no se ve afectada por las condiciones ambientales como la intemperie, además es químicamente inerte y capaz de resistir las condiciones
- 10 ácidas o alcalinas del suelo.
- Fácil mantenimiento, liviano y de manipulación sencilla
- Es una alternativa racional que contribuye al aprovechamiento de los residuos poliméricos y evitar el manejo y disposición final inadecuadas que generalmente se
- 15 presentan con estos materiales, con las especificaciones técnicas requeridas para su aplicación en la elaboración de estructuras modulares de diferentes usos, como un intento más en la creación de una nueva cadena de valor en el área agroindustrial.
- Proporciona una estructura modular que permite al usuario realizar las actividades de riego y fertilización de forma más ágil y sencilla.
- 20 • Tiene una estructura modular con herramientas de acople, lo que permite reemplazar por ejemplo las sondas, los electrodos, mangueras, etc de una manera rápida y sencilla, permitiendo que el poste sea multi-funcional.

A pesar que se ha descrito tanto la invención como sus ventajas con suficiente detalle, debe entenderse que pueden hacerse cambios, sustituciones, alteraciones sin alejarse

25 del espíritu y alcance de la invención que está definido por las siguientes reivindicaciones.

RESUMEN

La invención se refiere a postes poliméricos reforzados con fibras naturales formando una estructura modular útil para cercamiento perimetral, riego agrícola, fertilización de cultivos, abono orgánico o análisis de parámetros ambientales, agrícolas y pecuarios *in situ*. Consta de una base rectangular ajustable en altura y un orificio interno que funciona como canal para la circulación de doble sentido de muestras del suelo, agua, abono orgánico y/o sustancias químicas. Puede tener también una tubería adicional que comprende una abertura donde se instalan los dispositivos aspersores de agua o sustancias químicas diluidas. Adicionalmente, se presenta el proceso para conformar el poste modular que incluye *i.* la adecuación de los residuos poliméricos mediante lavado, secado y trituración; *ii.* la adecuación de las fibras naturales mediante lavado, modificación química, secado; *iii.* la adición del agente acoplante para mejorar la afinidad; *vi.* el moldeo por compresión al vacío o por extrusión mediante exposición térmica (100-200°C) y presión regulada (2 – 4 Mpa), hasta cubrir el molde del material fundido completamente para formar la matriz compuesta y permitir que el material adopte la forma deseada. *v.* Dejar curar y solidificar las partes del poste modular para finalmente enfriarlo a temperatura ambiente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Poste modular de polímeros residuales reforzados con fibras naturales para cercamiento perimetral, riego agrícola, fertilización de cultivos, abono orgánico o análisis de parámetros ambientales, agrícolas y pecuarios *in situ* caracterizado porque comprende:
- Estructura hueca alargada (1) con orificio interno que funciona como canal para la circulación de doble sentido.
 - Base piramidal (2) rellenable de materiales residuales situada en la parte inferior
 - Tapa de soporte (6) en la parte superior
 - Al menos una herramienta de acople removible y reemplazable seleccionada entre: una o más barras de anclaje (8) de toma de muestras en la parte interior, una tubería flexible adicional (3) donde se adapten los dispositivos aspersores o difusores (9) de agua o sustancias químicas o un dispositivo de captura de la información (10) acoplado a la tapa soporte (6) o todas sus posibles combinaciones.
- 10
- 15
- 20 Caracterizado además porque el poste es elaborado en residuos poliméricos y reforzado con fibras naturales.
- 25 2. Poste modular de acuerdo con la reivindicación 1, donde se seleccionan al menos dos herramientas de acople.
- 30 3. Poste modular de acuerdo con la reivindicación 1, donde la base piramidal (2) está fabricada de los mismos materiales del poste y es hueca rellenable con materias granulares residuales y cuenta con al menos un orificio y tapa de llenado y vaciado (4) del material granular residual.
4. Poste modular de acuerdo con la reivindicación 1, donde la base piramidal (2) es desmontable a la estructura hueca del poste (1).

5. Poste modular de acuerdo con la reivindicación 1, donde el dispositivo de captura de información está acoplado también a unas sondas (11) que pasan por el interior del poste y está acoplado a unos electrodos (12) de seguimiento de parámetros.

5

6. Poste modular de acuerdo con la reivindicación 1, donde los dispositivos aspersores de agua son giratorios y ubicados en la tapa soporte (6) de la parte superior y donde dichos dispositivos aspersores se seleccionan entre tipo cañón (9a) micro-aspersor (9b) y (9c) aspersor de impacto.

10

7. Poste modular de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un barreno helicoidal dentado para extraer material o toma de muestra, que puede moverse a través del poste, que comprende en uno de los extremos una punta metálica angulada para anclarse al suelo y en el otro extremo una terminación en forma de T perpendicular.

15

8. Poste modular de acuerdo con la reivindicación 1, donde las barras de anclaje se seleccionan de punta metálica tipo pistón (8a), Punta metálica tipo Edelman (8b), Punta metálica tipo helicoidal (8c), Punta metálica tipo media caña (8d).

20

9. Poste modular de acuerdo con la reivindicación 1, donde los residuos poliméricos comprenden residuos termoplásticos o elastoméricos.

10. Poste modular de acuerdo con la reivindicación 1, donde las fibras naturales se seleccionan entre yute, sisal, algodón, coco, maguey, fique y de residuos industriales y todas sus posibles combinaciones y están distribuidas entre 10-40%, preferiblemente 10-20% en peso con respecto al material total del poste.

25

11. Poste modular de acuerdo con la reivindicación 1, donde las fibras naturales son químicamente modificadas con una solución básica diluida y un agente acoplante.

30

12. Poste modular de acuerdo con la reivindicación 11 donde el agente acoplante es almidón.

13. Proceso para conformar el poste modular de la reivindicación 1 caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

- Proporcionar residuos poliméricos y fibras naturales de forma separada
- Adecuar los residuos poliméricos que incluye:
 - o Lavado para eliminar las impurezas presentes
 - o Secado entre 60-70°C hasta peso constante
 - o Trituración o pulverización
- Adecuar las fibras naturales que incluye:
 - o Lavado para eliminar las impurezas presentes
 - o Cortado para reducir el tamaño entre 40 – 100 mm
 - o Secado entre 60-70°C hasta peso constante
- Agregar un agente acoplante modificado a las fibras naturales para mejorar la afinidad con los residuos poliméricos.
- Mezclar los residuos poliméricos y las fibras naturales modificadas en una relación variable a través de tolvas a los sistemas de moldeo por compresión al vacío o moldeo por extrusión que cuenta con una abertura para incorporar los materiales.
- Moldear por exposición térmica (100-200°C) y presión regulada (2 y 4 MPa) el flujo de residuos poliméricos y refuerzos de fibras, en moldes estructurales que tienen la forma de la base, el poste o cualquier otra herramienta de acople, para formar la matriz compuesta y permitir que el material adopte completamente la forma deseada.
- Dejar curar y solidificar las partes del poste modular para finalmente enfriarlo a temperatura ambiente.

14. Proceso para fabricar el poste modular de acuerdo con la reivindicación 13 en donde el agente acoplante es almidón.

15. Proceso para fabricar el poste modular de acuerdo con la reivindicación 13 dichas fibras naturales están modificadas químicamente por hidrólisis básica, mediante una solución básica diluida.
- 5 16. Proceso para fabricar el poste modular de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado porque la modificación química por hidrólisis básica se lleva a cabo después del primer secado y luego pasan por una etapa de lavado subsecuente para eliminar residuos finales de sustancias químicas y una etapa adicional de secado entre 60-70°C hasta peso constante.
- 10 17. Proceso para fabricar el poste modular de acuerdo con la reivindicación 13 en donde los residuos poliméricos comprenden residuos termoplásticos o elastoméricos.
- 15 18. Proceso para fabricar el poste modular de acuerdo con la reivindicación 13, donde las fibras naturales se seleccionan entre yute, sisal, algodón, coco, maguey, fique y de residuos industriales y todas sus posibles combinaciones y están distribuidas entre 10-40%, preferiblemente entre 10-20% en peso con respecto al peso total del material.
- 20 19. Proceso para fabricar el poste modular de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por una transformación física de los residuos poliméricos reforzados con las fibras naturales que se consigue en un sistema de moldeo por compresión al vacío.
- 25 20. Proceso para fabricar el poste modular de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado una transformación física de los residuos poliméricos reforzados con las fibras naturales que se consigue en un sistema de moldeo por extrusión.
- 30

PLIEGO DE FIGURAS

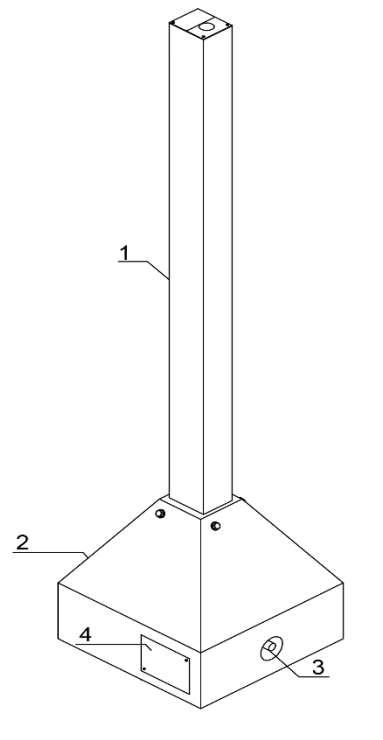


FIG. 1

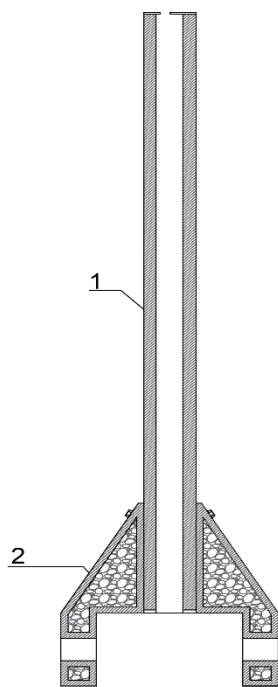


FIG. 1

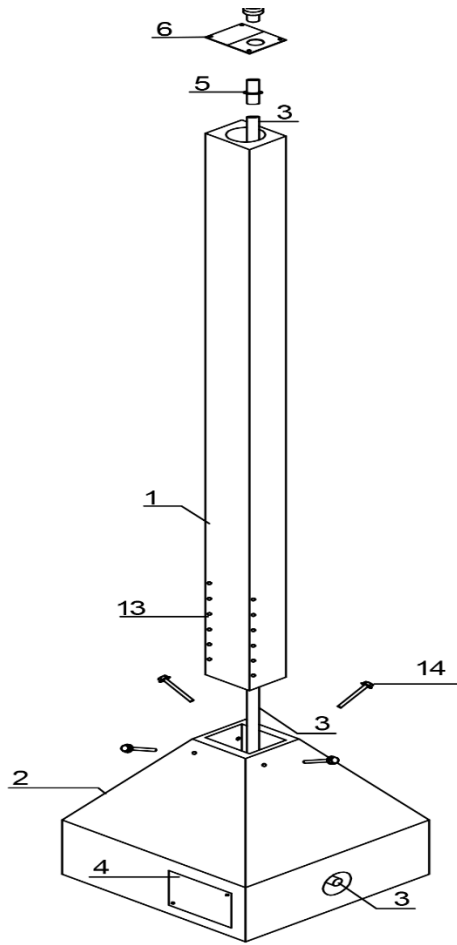


FIG. 3

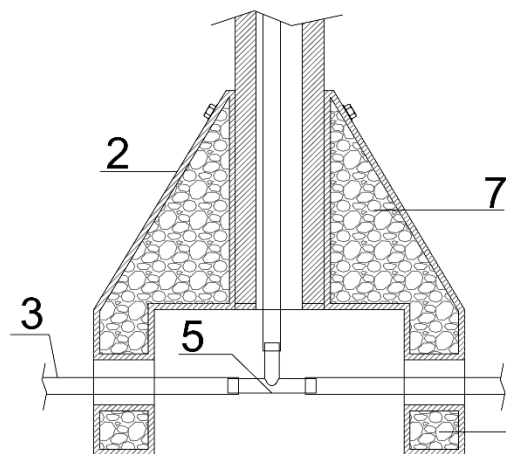


FIG. 4

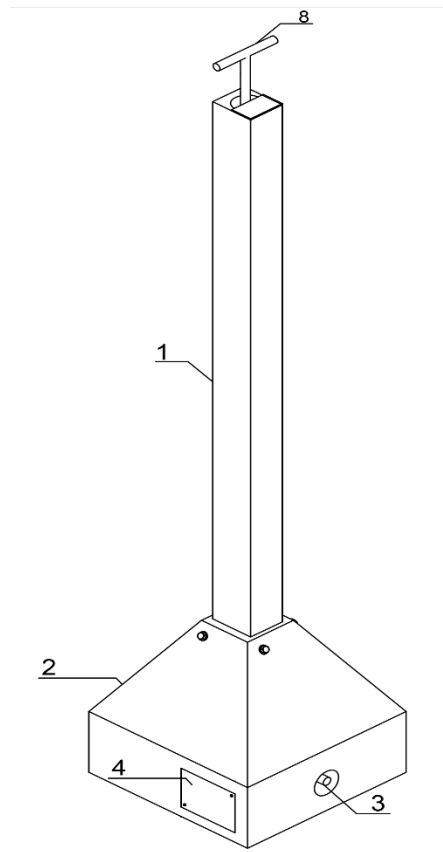


FIG. 5

5

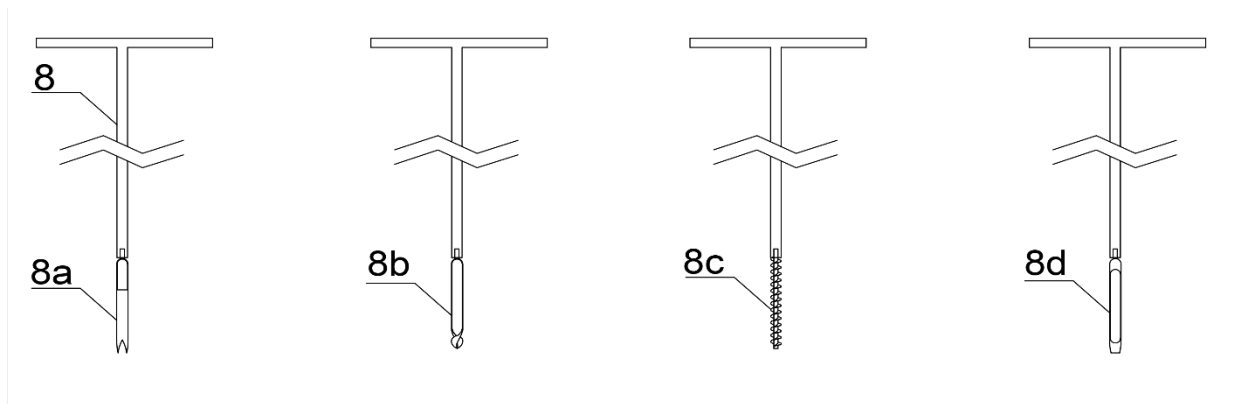


FIG. 6

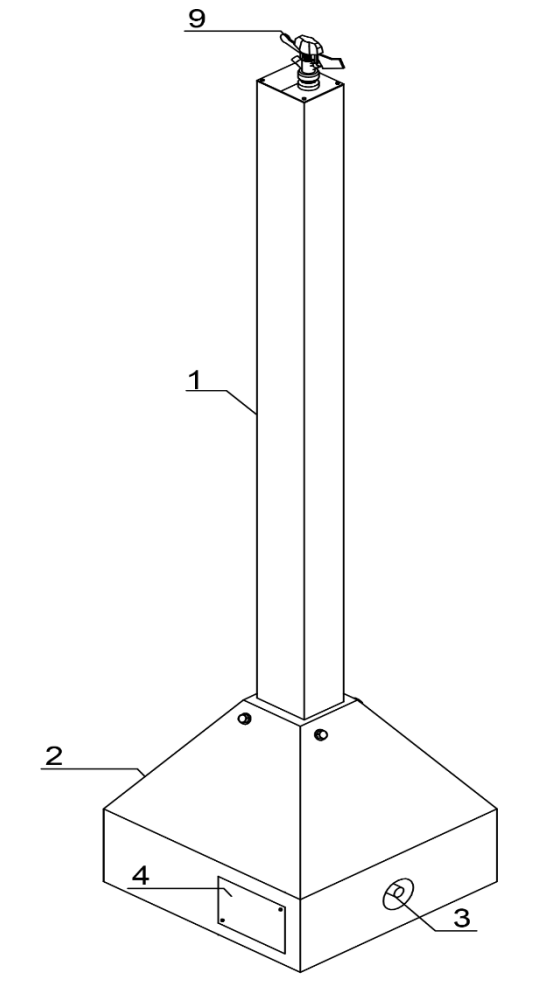


FIG. 7

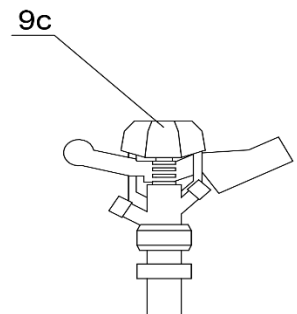
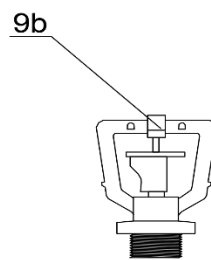
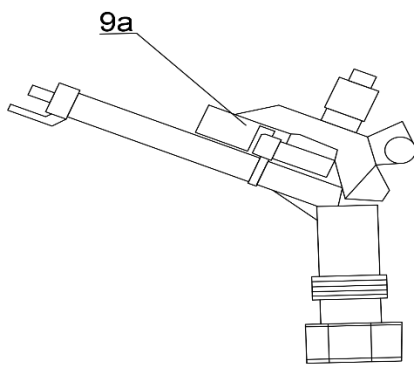


FIG. 8

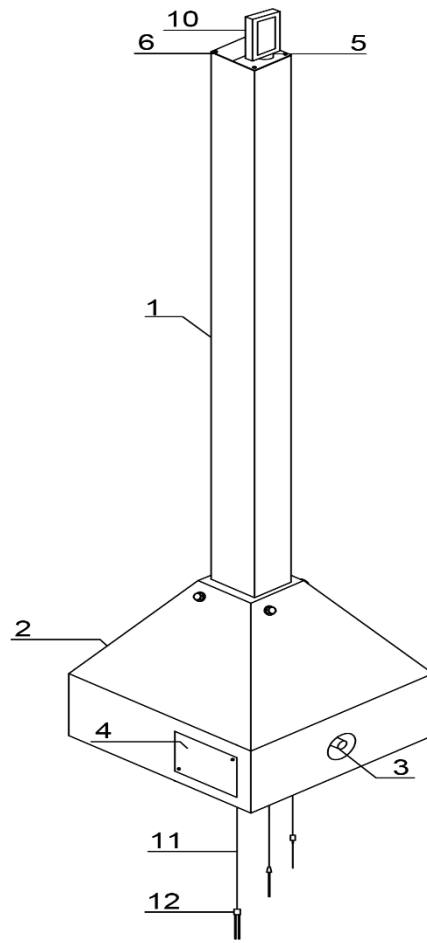


FIG. 9

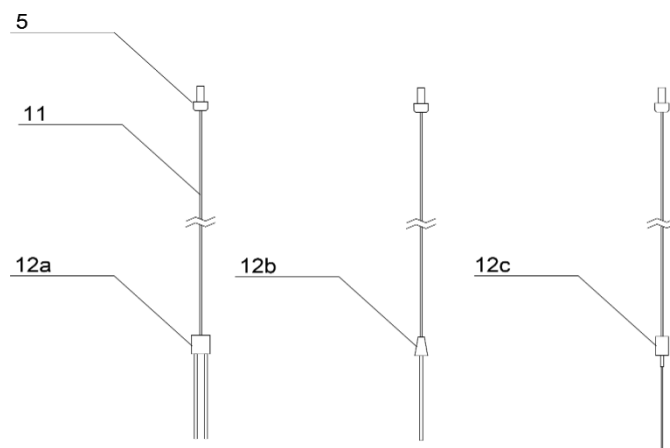


FIG. 10