



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 621**

51 Int. Cl.:
E02D 27/42 (2006.01)
E02D 27/52 (2006.01)
F03D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07108406 .5**
96 Fecha de presentación : **17.05.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1867790**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.12.2007**

54 Título: **Procedimiento y aparato de cimentación de planta eólica.**

30 Prioridad: **22.05.2006 US 438792**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.06.2011

73 Titular/es: **GENERAL ELECTRIC COMPANY**
One River Road
Schenectady, New York 12345, US

72 Inventor/es: **Kothnur, Vasanth Srinivasa y**
Anderson, David Deloyd

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 360 621 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de cimentación de planta eólica

La presente invención se refiere a plantas de potencia eólica en general. Más en particular, la invención se refiere a una cimentación para una planta de potencia eólica.

5 La potencia eólica sigue creciendo como fuente de electricidad debido a su potencial para proporcionar una potencia abundante, libre de contaminación. Se espera que la demanda de esta fuente de energía alternativa se incremente debido a cuestiones relacionadas con la reducción de suministros de combustibles fósiles, al impacto de las fuentes de energía tradicionales sobre el medio ambiente, y a la necesidad de incrementar la potencia eléctrica en todo el mundo.

10 Según se incrementa el uso de la potencia eólica, se presentan más cuestiones con relación a la colocación de las plantas de potencia eólica. Para la totalidad de los beneficios de la potencia eólica, está claro que la potencia eólica requiere tradicionalmente una gran cantidad de construcciones para la colocación de las plantas. Como alternativa a la generación de potencia eólica con base en tierra, las plantas de potencia eólica han sido colocadas fuera de costa, en las aguas oceánicas, haciendo con ello uso de los vientos marinos mientras no se requiere tierra alguna para su colocación.

15 Sin embargo, el establecimiento de generación de potencia eólica fuera de costa, introduce nuevos factores. Una planta de potencia eólica fuera de costa requiere una cimentación que resista la combinación de esfuerzos laterales que son inherentes a la generación de viento, junto con las fuerzas adicionales de las olas y de las corrientes en un entorno submarino. Si las plantas de potencia eólica se establecen más lejos de la costa, las aguas más profundas pueden dar como resultado un incremento de la intensidad de estas fuerzas naturales. Adicionalmente a la creación de fuerzas mayores durante la operación, la colocación de las plantas de potencia eólica más lejos de la costa crea un entorno más complejo para la construcción de la planta, estando una gran parte de la cimentación de la planta más profunda, bajo el agua.

20 Una planta de potencia eólica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, ha sido divulgada por KERR, D.: "Estructuras de soporte para una batería de turbinas eólicas de eje vertical a cierta distancia de la costa – un estudio de diseño"; ingeniería eólica, Brentwood, GB, vol. 10, núm. 1, 1986, páginas 47-61; ISSN: 0309-524x.

De acuerdo con un primer aspecto, se presenta un procedimiento y un aparato para una cimentación de planta de potencia eólica.

25 En un aspecto de la invención, una realización de planta de potencia eólica incluye una torre que tiene una parte superior y una parte inferior. La planta incluye también un ensamblaje, incluyendo el ensamblaje una pieza de transición que está acoplada a una copa de hormigón. El ensamblaje tiene una parte superior y una parte inferior, estando la parte superior del ensamblaje acoplada a la parte inferior de la torre. La planta incluye también una estructura de plataforma metálica. La estructura de plataforma metálica tiene una parte superior y una parte inferior, y múltiples patas, estando la parte inferior del ensamblaje acoplada a la parte superior de la estructura de plataforma metálica. Además, las partes superiores de las patas están insertadas en conexiones dotadas de bridas de una copa de hormigón. También se encuentra incluida una base acoplada a la parte inferior de la estructura de plataforma metálica, en la que la base comprende una pluralidad de pilotes para ser conducidos hacia la tierra, y discurriendo cada uno de los pilotes a través de una pata de la estructura de plataforma metálica. Además, las partes superiores de las patas están insertadas en conexiones con bridas del capuchón conectado, incluyendo también una base acoplada con la parte inferior de la estructura de plataforma metálica, en el que la base comprende una pluralidad de pilotes para ser dirigidos hacia la tierra, y discurriendo cada uno de los pilotes a través de una pata de la estructura de plataforma metálica.

La invención ha sido ilustrada a título de ejemplo, y sin carácter limitativo, en las figuras de los dibujos que se acompañan, en los que las referencias numéricas iguales se refieren a elementos similares, y en los que:

45 La Figura 1 es una ilustración de una realización de una planta de potencia eólica;

la Figura 2 es una ilustración de posibles estructuras de base para una realización de una planta de potencia eólica;

la Figura 3 es una ilustración de una realización de una cimentación GBS para una planta de potencia eólica;

50 la Figura 4 es una ilustración de una realización de una cimentación GBS para una planta de potencia eólica en una instalación de aguas profundas;

la Figura 5 es una ilustración de una realización de una cimentación de planta de potencia eólica con una base de pilote;

la Figura 6 es una ilustración de una realización de una cimentación de planta de potencia eólica con una única losa de hormigón;

la Figura 7 es una ilustración de una realización de una cimentación de planta de potencia eólica con una base que incluye múltiples losas de hormigón;

la Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de instalación de una planta de turbina eólica, y

5 la Figura 9 es una ilustración de transferencia de carga para realizaciones de plantas de potencia eólica.

En una realización de la invención se divulga un procedimiento y un aparato para una cimentación de planta de potencia eólica.

A los efectos de la presente descripción:

10 “Planta de potencia eólica” significa una estructura para generar potencia eléctrica a partir de energía eólica. Una planta de potencia eólica puede ser mencionada también como una turbina de potencia eólica. Una planta de potencia eólica puede incluir cualquier tipo de componente para capturar energía eólica, incluyendo un rotor y palas de rotor.

15 “Cimentación” significa toda o parte de una estructura prevista para sostener una turbina eólica en su lugar. Por ejemplo, una turbina de potencia eléctrica fuera de costa puede incluir una cimentación que esté prevista para mantener la turbina por encima de la superficie del agua. Una cimentación puede incluir una base o una losa en la superficie del suelo y/o que penetre en el mismo, y secciones intermedias acopladas con la torre que tiene una sección que, entre otros propósitos, proporciona la altura necesaria para la turbina de potencia eólica. En un ejemplo, una cimentación puede ser colocada o instalada en un cuerpo de agua para mantener una turbina de potencia eólica en su lugar. Una torre puede estar acoplada a la
20 cimentación para mantener una turbina de potencia eólica en una posición deseada. En este ejemplo, una cimentación se encuentra completamente, o parcialmente, por debajo de la superficie del agua, dependiendo de la implementación particular.

Un “Pilote” es un tramo de material para ser conducido hacia la tierra. Un pilote puede incluir un cilindro u otra configuración, y puede ser de cualquier material, incluyendo el metal.

25 “Hormigón” significa cualquier mezcla de un agregado (rocas, arena, gravilla), agua y un ligante. El ligante es normalmente cemento. Los elementos de hormigón se proporcionan con determinadas proporciones para que se endurezcan hasta una alcanzar una fuerte consistencia. A los efectos de la presente divulgación, el término hormigón incluye hormigón armado, que es en general hormigón al que se la ha añadido al material de refuerzo o de fortalecimiento. El hormigón armado puede incluir, aunque sin limitación, un refuerzo metálico o de fibra, incluyendo un refuerzo de barra metálica común (“barra corrugada”).

“Cemento” significa un material, normalmente en polvo, en el que se desarrollan cualidades adhesivas cuando se combina con agua.

35 “Plataforma metálica” o “estructura de plataforma metálica” significa un enrejado metálico previsto para soportar la plataforma. Una plataforma metálica puede soportar normalmente una plataforma fuera de costa, la cual puede ser denominada como plataforma de plataforma metálica. Una plataforma metálica incluye por lo general múltiples patas y tirantes, los cuales pueden incluir múltiples travesaños horizontales, verticales o diagonales, para formar la estructura de enrejado y para proporcionar resistencia y rigidez a la estructura.

40 Las plantas de potencia eólica fuera de costa están sometidas a numerosas fuerzas. Si el tamaño de la planta de potencia eólica fuera de costa se incrementa para una efectividad del coste global, las fuerzas sobre la estructura pueden incrementarse, incrementándose con ello la carga sobre la cimentación. Adicionalmente, se pueden incrementar también potencialmente las fuerzas si la planta de potencia eólica se establece más lejos fuera de costa, tal como cuando se han agotado los espacios cerca de la costa, o en aguas más profundas.

45 Una cimentación suspende una turbina de potencia eólica, siendo la cimentación un medio para sostener la turbina y estando totalmente, o parcialmente, sumergida en agua cuando se ha instalado. Bajo una realización de la invención, una cimentación para una planta de potencia eólica fuera de costa incluye una plataforma de hormigón, o capuchón de hormigón. En una realización de la invención, una pieza de transición realizada principalmente de metal, o de metal y hormigón, se acopla con la copa de hormigón para formar un ensamblaje. El ensamblaje de
50 capuchón de pieza de transición/ hormigón, puede ser producido en tierra en condiciones de clima controlado, y transportado después hasta la posición de turbina para su instalación. En una realización, el ensamblaje se acopla a, y queda suspendido de, una estructura de plataforma metálica o una estructura metálica similar. En una realización, la estructura de plataforma metálica incluye múltiples patas, extendiéndose las patas generalmente desde la parte superior de la estructura hasta la parte inferior de la estructura. En una realización de la invención, la copa de hormigón y la estructura de plataforma metálica están acopladas por medio de una o más de las patas que pasan al
55 menos parcialmente a través de la copa de hormigón. En una realización de la invención, se utiliza una conexión

dotada de bridas para montar la losa de hormigón sobre la parte superior de la plataforma metálica, discurriendo las patas de la plataforma metálica a través de la brida hacia el, o a través del, capuchón de hormigón. En una realización, se instala una torre sobre la cimentación, y se instala una turbina eólica sobre la torre, siendo la turbina eólica un medio para la producción de potencia eléctrica a partir de la energía del viento.

5 En una realización de la invención, una planta de potencia eólica puede ser instalada en una posición deseada construyendo toda, o una parte de, la cimentación en otro lugar, transportando la cimentación hasta el lugar de instalación, y colocando la cimentación en la posición deseada. Una vez que la cimentación está en su lugar, se puede completar la construcción de la planta de potencia eólica, lo que puede incluir la instalación de la turbina de potencia eólica sobre la torre. El proceso de instalación puede ser así más rápido y más simple que los procesos
10 convencionales.

Una realización de una turbina eólica puede ser asegurada en una posición según una diversidad de maneras diferentes, utilizando diferentes estructuras de base, dependiendo la manera de la posición y de las condiciones particulares. Una realización puede ser asegurada utilizando cualquier procedimiento conocido de fijación de una estructura de plataforma metálica en una posición. La base proporciona un medio para mantener la planta de potencia eólica en su lugar.
15

En una primera realización, una estructura de plataforma metálica que soporta una planta de turbina eólica se fija mediante uno o más pilotes conducidos a través de las patas de la estructura de plataforma metálica hacia la superficie de la tierra. En esta realización, las patas de la estructura de plataforma metálica son manguitos huecos, tales como estructuras a modo de conductos, a través de las cuales se puede insertar un pilote. La estructura de
20 plataforma metálica puede ser colocada en una posición apropiada para la planta de turbina eólica, con los pilotes insertados a través de los manguitos de pata de la estructura de plataforma metálica, y conducidos hacia la tierra.

En una segunda realización, una estructura de plataforma metálica que soporta una planta de turbina eólica se fija mediante una losa de hormigón o una base de peso similar. La losa de hormigón puede ser mencionada como una estructura de base por gravedad (GBS). Una GBS fija una estructura utilizando la masa de la estructura de base. En una realización, las porciones inferiores de las patas de la plataforma metálica discurren, al menos parcialmente, a través de la GBS. Las patas de la plataforma metálica pueden ser fijadas mediante una conexión con brida, discurriendo cada pata a través de la brida en la GBS.
25

En una tercera realización, una estructura de plataforma metálica que soporta una planta de turbina eólica puede ser asegurada mediante múltiples losas de hormigón o GBSs. Por ejemplo, la porción inferior de cada pata de la plataforma metálica puede discurrir parcial o totalmente a través de una losa de hormigón. Cada pata puede estar asegurada por medio de una conexión con brida, discurriendo la pata a través de la brida hacia la losa de hormigón.
30

En una realización de la invención, la transferencia de carga de una turbina de potencia eólica se modifica de modo que se incremente la resistencia y la elasticidad de una estructura de base. En determinados tipos de estructuras, la carga sobre una torre es transferida a una sección de hormigón, y a continuación es transferida directamente al suelo. Mientras que la copa de hormigón puede proporcionar una buena conexión física con la torre, la copa de hormigón puede que no transfiera de forma efectiva la carga al suelo, y puede crear una concentración de esfuerzos en la estructura. En otro ejemplo, una turbina eólica soportada por una estructura de plataforma metálica puede transferir mejor las fuerzas de carga, pero la plataforma metálica no proporciona un acoplamiento óptimo con la torre. En una realización de la invención, las ventajas de acoplar una torre a una copa de hormigón se combinan con las capacidades de transferencia de carga de una estructura de plataforma metálica. En esta realización, las cargas encontradas por la torre de turbina eólica son transferidas desde la torre hasta un ensamblaje de pieza de transición/capuchón de hormigón. En una realización, la cimentación permite el envío de la carga mientras que evita concentraciones de esfuerzos, lo que es de gran importancia puesto que el período de vida por fatiga de una estructura es crítico en el diseño de una estructura fuera de costa. Las cargas encontradas por el ensamblaje de plataforma metálica, son transmitidas a continuación a la estructura de base, tal como una GBS o pilotes conducidos hacia la tierra, y después al suelo.
35
40
45

En una realización de la invención, una turbina eólica está soportada por una estructura que proporciona soporte efectivo en aguas profundas. Una GBS de hormigón puede proporcionar una estructura suficiente en aguas más someras, pero el tamaño y el peso de la GBS resultarán extremadamente grandes en aguas profundas. En una realización de la invención, la cantidad de hormigón requerida para la cimentación de turbina de potencia eólica puede ser reducida considerablemente, con la provisión de una estructura de plataforma metálica como elemento intermedio entre la copa de hormigón y la base de la cimentación. Adicionalmente, la estructura de plataforma metálica permite una reducción en la carga por ola debido a su estructura de enrejado, mientras que se conservan las ventajas del acoplamiento entre la torre y la copa de hormigón. En una realización, la estructura de enrejado de la plataforma metálica puede ser utilizada para proporcionar la rigidez, el soporte y la resistencia lateral necesarios para manejar el viento importante y las fuerzas de carga por olas que pueden ser encontrados en aguas profundas con las instalaciones de turbina.
50
55

Si una planta de potencia eólica se coloca en una posición profunda fuera de costa, entonces los esfuerzos de la cimentación de una turbina de potencia eólica incluyen, no solo los esfuerzos laterales causados por el viento, sino

que también incluyen esfuerzos considerables derivados del agua del entorno. Los esfuerzos por agua incluyen presiones de olas y presiones de corrientes. Además, los múltiples esfuerzos sobre una planta de potencia eólica en una posición fuera de costa, pueden venir de diferentes direcciones simultáneamente, y pueden cambiar las direcciones rápidamente. En un entorno marino fuera de costa, una turbina eólica puede experimentar potencialmente condiciones extremas, incluyendo vientos que alcanzan fuerza de huracán, y olas que pueden aproximarse a olas de tsunami. En una realización de la invención, una cimentación que utiliza un ensamblaje de pieza de transición/ capuchón de hormigón, acoplado con una estructura de plataforma metálica, puede proporcionar acoplamiento seguro para una torre de potencia eólica, transferencia efectiva de las cargas encontradas en el entorno, y construcción simplificada para su instalación en aguas profundas.

Mientras esta descripción se refiere a la colocación de una planta de potencia eólica fuera de costa, las realizaciones de la invención son aplicables a cualquiera planta de potencia eólica que esté situada en posiciones de agua, incluyendo un océano, un lago, un depósito hecho por el hombre, o un río.

La Figura 1 es una ilustración de una realización de una planta de potencia eólica. En esta ilustración simplificada, la planta 100 de potencia eólica incluye un rotor 105 y una o más palas de rotor 110. Mientras que esta ilustración muestra un aparato común de rotor y pala de rotor, las realizaciones de la invención son aplicables a cualquier tipo de diseño de planta de potencia eólica, lo que puede incluir diversas estructuras y componentes que estén diseñados para capturar potencia eólica. En esta ilustración, la planta 100 de potencia eólica incluye también una torre 115 para suspender el rotor 105 y las palas de rotor 110. La planta 100 de potencia eólica incluye también una cimentación 120 para soportar la torre 115, incluyendo potencialmente la cimentación múltiples secciones. La cimentación 120 está sujeta a una base o una estructura de losa 125, para asegurar la estructura de potencia eólica en una posición. En esta ilustración, la planta 100 de potencia eólica se ha instalado en la tierra 130 (a través de la línea de lodo por debajo de la superficie del agua 135 (LAT)). La planta de potencia eólica puede ser colocada en aguas profundas, fuera de costa.

En una realización de la invención, la cimentación 120 está construida de modo que proporciona un buen acoplamiento con la torre 115 mientras que proporciona también una transferencia eficaz de carga a la superficie 130 de la tierra. En una realización, la cimentación 120 incluye un ensamblaje, incluyendo el ensamblaje una copa de hormigón acoplada a una pieza de transición para su acoplamiento con la torre. En una realización, la cimentación 120 incluye además una estructura de plataforma metálica, para que el ensamblaje sea acoplado con la estructura de plataforma metálica. La estructura de plataforma metálica se acopla a continuación con la base 125 de la planta 100 de potencia eólica. Realizaciones de la cimentación 120 han sido ilustradas adicionalmente en otros dibujos.

La Figura 2 es una ilustración de posibles estructuras de base para una realización de una planta de potencia eólica. En esta ilustración, una planta de potencia eólica se encuentra instalada por debajo de la superficie del agua 205, en el lecho marino 210. Una estructura de base puede incluir un mono-pilote 215, tal como un conducto o una estructura de columna que se ha taladrado o conducido de otro modo en el suelo. Un pilote puede ser una columna fabricada con un material tal como acero u hormigón, que es conducida en el suelo para proporcionar soporte para una estructura, pero también puede ser de cualquier otro material. Las estructuras convencionales fuera de costa han utilizado con frecuencia cimentaciones mono-pilote, pero tales estructuras son caras de instalar, incrementándose el coste según se incrementa de tamaño la planta de potencia eólica o se coloca más hacia dentro del mar. Una base de pilote puede incluir también una base 225 multi-pilote, con múltiples pilotes 230 que son conducidos hacia el lecho marino 210. La Figura 2 ilustra también una estructura de base por gravedad (GBS) o base de balasto 240, que es una estructura de base pesada que hace uso de la fuerza de la gravedad para mantener la base en su lugar. El tamaño de la cimentación puede estar limitado por las fuerzas sobre la base y por la estabilidad de la estructura.

La Figura 2 ilustra además una base de succión 245, la cual incluye uno o más cajones o cámaras 250 que están situados sobre el lecho marino y que se instalan utilizando succión o fuerzas de vacío, tal como mediante bombeo del agua hacia fuera de la cámara. Las cámaras, conocidas habitualmente como cajones o cajones de succión, son cámaras herméticas al agua que están abiertas por la parte inferior, asemejándose a una lata que está abierta por un extremo y que se llena de agua y que se coloca con el lado abierto hacia abajo. Esta estructura puede ser mencionada también como cimentación de cubo. Una cimentación de succión puede ser instalada de forma relativamente rápida en comparación con las cimentaciones de pilote.

La Figura 3 es una ilustración de una realización de una cimentación GBS para una planta 300 de potencia eólica. En esta ilustración, una torre 305 está emparejada con una pieza de transición 310 de acero o de acero/ hormigón, que transfiere las cargas a la base de hormigón (generalmente con refuerzo de barra corrugada de acero), mencionada hasta ahora como la GBS o la copa de hormigón 315. La pieza de transición 310 y la copa de hormigón 315 pueden formar un ensamblaje 320 que puede ser construido conjuntamente. En una realización de la invención, los pilotes 325 pueden ser conducidos opcionalmente a través de la porción externa o "faldón" de la GBS 315, para incrementar la capacidad de carga lateral.

Tales pilotes 325 pueden ser mencionados como "pilotes de faldón", lo que se refiere en general a pilotes de diámetro más pequeño conducidos en la parte inferior de una estructura, incluyendo una estructura de tipo

plataforma metálica, para asegurar la estructura al suelo. Los “pilotes de faldón” pueden referirse específicamente a pilotes de pequeño diámetro conducidos alrededor de la circunferencia de una cimentación de tipo GBS para impedir el deslizamiento de la cimentación. Adicionalmente al hormigón, la GBS 315 puede incluir cavidades en las que se pueden disponer rocas para incrementar el peso de la cimentación. La GBS puede estar fabricada en tierra, lo que podría incluir potencialmente la inclusión de una porción inferior de la sección 305 de torre y componentes de turbina eólica alojados en la misma. Los componentes puede ser transportados entonces hasta un lugar que haya sido preparado y nivelado para recibir la GBS y ser instalada. Sin embargo, la planta 300 de potencia eólica ilustrada se sitúa a una profundidad de agua 340 de poca profundidad desde la LAT 335 hasta la línea de lodo 345.

La Figura 4 es una ilustración de una realización de una cimentación GBS para una planta 400 de potencia eólica en una instalación de agua profunda. En esta ilustración, una torre 405 se ha emparejado de nuevo con una pieza de transición 410 de acero o de acero/ hormigón, que transfiere las cargas a la GBS 415 de hormigón (con refuerzo de barra corrugada de acero), formando la pieza de transición 410 y la copa de hormigón 415 un ensamblaje 420. Los pilotes de faldón 425 pueden ser utilizados opcionalmente para incrementar la capacidad de carga lateral. En esta ilustración, la planta 400 de potencia eólica está situada a una profundidad de agua 440 relativamente profunda desde la LAT 435 hasta la línea de lodo 445. Debido a la profundidad, se requiere que la GBS 415 sea grande con una amplia base de estabilidad, requiriendo así una gran cantidad de hormigón y creando una estructura muy pesada. Una porción 450 de la GBS 415 puede ser modificada para mejorar la estructura, tal como proporcionando una configuración de “vaso de vino invertido” que proporciona más masa en el fondo de la estructura, mientras que proporciona una porción relativamente más delgada para su sujeción a la pieza de transición 410. Además, la GBS puede ser hueca en parte, para permitir una inundación de agua. Sin embargo, la GBS 415 se mantiene muy grande, y será más difícil de fabricar dentro del mar para su transporte hasta la posición deseada que las bases más pequeñas para instalaciones de agua de poca profundidad.

La Figura 5 es una ilustración de una realización de una cimentación para planta de potencia eólica con una base de pilote. En esta ilustración, una torre 505 de una planta 500 de potencia eólica está emparejada con una pieza de transición 510 de acero o de acero/ hormigón que transfiere cargas a una copa de hormigón 515 (con refuerzo de barra corrugada de acero), formando la pieza de transición 510 y la copa de hormigón 515 un ensamblaje 520. En esta ilustración, el ensamblaje 520 es relativamente pequeño y puede ser ensamblado como una unidad y transportado hasta un lugar de instalación con menos dificultad que las bases de hormigón más grandes. El ensamblaje 520 se acopla con una estructura de plataforma metálica 555, permitiendo la transferencia de cargas desde la copa de hormigón 515 hasta el enrejado metálico de la estructura de plataforma metálica 555. La copa de hormigón 515 puede incluir conexiones 565 con brida, para admitir la inserción de las partes superiores de las patas de la estructura de plataforma metálica 555 en la copa de hormigón 515. En una realización, la planta 500 de potencia eólica se asegura mediante una base de pilote, formada por los pilotes 560 que son conducidos a través de las patas de la estructura de plataforma metálica 555 hacia la tierra. En esta ilustración, la planta 500 de potencia eólica puede estar colocada a una profundidad de agua 540 relativamente profunda desde la LAT 535 hasta la línea de lodo 545, formando el ensamblaje 520 y la estructura de plataforma metálica una cimentación con un montaje seguro para la torre mientras que también proporcionan una transferencia efectiva de carga hasta el suelo.

La Figura 6 es una ilustración de una realización de cimentación de planta de potencia eólica con una sola losa de hormigón. En esta ilustración, una torre 605 de una planta 600 de potencia eólica se ha emparejado de nuevo con una pieza de transición 610 de acero o de acero/ hormigón, que transfiere cargas a una copa de hormigón 615 (con refuerzo de barra corrugada de acero), formando la pieza de transición 610 y la copa de hormigón 615 un ensamblaje 620. El ensamblaje 620 está acoplado con una estructura de plataforma metálica 655. La copa de hormigón 615 puede incluir conexiones con brida 665 para admitir la inserción de las partes superiores de las patas de la estructura de plataforma metálica 655 en la copa de hormigón 615. En una realización, la planta 600 de potencia eólica está asegurada en su lugar por medio de una única losa de hormigón o GBS 675. La losa de hormigón 675 puede incluir también conexiones con brida para admitir la inserción de las partes inferiores de las patas de la estructura de plataforma metálica 655. La planta 600 de potencia eólica puede ser situada de nuevo a una profundidad de agua 640 relativamente profunda desde la LAT 635 hasta la línea de lodo 645.

La Figura 7 es una ilustración de una realización de una cimentación de planta de potencia eólica con una base que incluye múltiples losas de hormigón. En esta ilustración, una torre 705 de una planta 700 de potencia eólica se ha emparejado de nuevo con una pieza de transición 710 de acero o de acero/ hormigón que transfiere cargas a una copa de hormigón 715 (con refuerzo de barra corrugada de acero), formando la pieza de transición 710 y la copa de hormigón 715 un ensamblaje 720. El ensamblaje 720 está acoplado con una estructura de plataforma metálica 755. La copa de hormigón 715 puede incluir conexiones con brida 765 para admitir la inserción de las partes superiores de las patas de la estructura de plataforma metálica 755 en la copa de hormigón 715. En una realización, la planta 700 de potencia eólica se ha asegurado en su lugar mediante múltiples losas de hormigón 780, tal como mediante una losa de hormigón para cada una de las patas de la estructura de plataforma metálica 755. Cada losa de hormigón 775 puede incluir también una conexión con brida, para admitir la inserción de la parte inferior de una pata de la estructura de plataforma metálica 755. La planta 700 de potencia eólica puede ser de nuevo situada a una profundidad de agua 740 relativamente profunda desde la LAT 735 hasta la línea de lodo 745.

Mientras que las Figuras 5, 6 y 7 han ilustrado determinadas realizaciones de una estructura de cimentación, las realizaciones de la invención no se limitan a los detalles ilustrados. Las realizaciones de la invención no están

limitadas a las estructuras de base mostradas en tales Figuras, y pueden ser implementadas con cualquier estructura de base, ensamblaje, o mecanismo que asegure una estructura de plataforma metálica en su lugar.

5 La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de instalación de una planta de turbina eólica. El diagrama de flujo incluye procesos generales con el fin de ilustrar una realización de la invención, y no se pretende que incluya cada proceso que pueda estar involucrado en la instalación de una planta de turbina eólica, lo que podría ser una empresa muy compleja.

10 En esta ilustración, se puede determinar la colocación fuera de costa de una planta de potencia eólica en 805. En una realización, la colocación fuera de costa tendrá una cierta profundidad de agua esperada. Una cimentación será colocada por debajo de la superficie del agua para sostener la turbina de potencia eólica, y la cimentación estará acoplada a un conjunto de base o mecanismo de alguna clase. Las dimensiones de la cimentación se determinan en base a las condiciones de la posición elegida 810. Las condiciones que pueden ser consideradas incluyen, aunque sin limitación, el tipo y el tamaño de la turbina eólica (que afecta a las características de carga); las condiciones de viento esperadas (que afecta a las características de carga por viento, y que determina posiblemente la altura final de la turbina por encima de la superficie del agua); la profundidad de agua (que afecta a las dimensiones necesarias de la cimentación por debajo del agua), y las condiciones de ola esperadas (que afecta a la carga por ola).

15 Una pieza de transición, que se fabrica generalmente con un metal o con metal y hormigón, se conforma a continuación para la planta de potencia eólica 815. A continuación se fabrica un ensamblaje utilizando la pieza de transición y una copa de hormigón 820. El ensamblaje puede ser fabricado en condiciones de clima controlado en cualquier situación, minimizando con ello la cantidad de construcción que debe hacerse en el sitio, y que se deberá hacer bajo el agua. Una estructura de plataforma metálica se construye a continuación 825, estando el tamaño, la forma y otros detalles de construcción basados, al menos en parte, en las condiciones del sitio de instalación. Los elementos de cimentación pueden ser transportados a continuación hasta el lugar de instalación 830. En el lugar de instalación, la estructura de plataforma metálica puede ser colocada e instalada en una estructura de base 835, y en el ensamblaje instalado sobre la estructura de plataforma metálica 840. La torre se instala sobre el ensamblaje 840, y la turbina eólica puede ser instalada a continuación sobre la torre 850.

20 Mientras que se ha proporcionado un conjunto de procesos a efectos de ilustración, las realizaciones de la invención no se limitan a esos procesos respecto a ningún orden de ejecución de tales procesos. En otras realizaciones, la turbina de potencia eólica puede ser construida en un orden diferente, o en diferentes situaciones. Por motivos de simplicidad, las porciones de la turbina de potencia eólica han sido descritas en general, pero una planta de potencia eólica incluye muchos componentes mecánicos y electrónicos que no se describen en la presente memoria.

25 La Figura 9 es una ilustración de transferencia de carga para realizaciones de plantas de potencia eólica. En la Figura 9, se ha mostrado la transferencia de carga para una planta de potencia eólica que tiene una base 905 GBS, tal como la mostrada en las Figuras 3 y 4. Para esta estructura, las cargas encontradas por la torre 910 son transferidas al capuchón de hormigón o a la GBS 915. Las cargas son encontradas por la copa de hormigón y transferidas a continuación al suelo 920.

30 Para una planta de potencia eólica que tiene una estructura de plataforma metálica acoplada a una base de pilote 925, tal como en la Figura 5, las cargas de la torre 930 son transferidas al capuchón de hormigón 935, el cual puede transferir a continuación las cargas hasta la superestructura de plataforma metálica 940. Las cargas pueden ser transferidas entonces a los pilotes de la estructura de base de pilote 945 y al suelo 950.

35 Para una planta que tiene una estructura de plataforma metálica acoplada a una base de hormigón simple o a múltiples bases de hormigón 955, tal como se ha mostrado en las Figuras 6 y 7 respectivamente, las cargas de la torre 960 son transferidas de nuevo al capuchón de hormigón 965, el cual puede transferir a continuación las cargas a la superestructura de plataforma metálica 970. Las cargas pueden ser transferidas después a la(s) GBS(s) de hormigón 975, y al suelo 980.

40 La referencia en la descripción a “una realización” o a “realización” significa que un detalle, una estructura o una característica particular, que se haya descrito en relación con la realización, está incluida en al menos una realización de la invención. Las apariciones de la frase “en una realización” en diversos lugares de la descripción, no se refieren necesariamente en todos los casos a la misma realización.

Lista de partes

- 45 100 - Planta de potencia eléctrica
- 105 - Rotor
- 110 - Palas de rotor
- 115 - Torre
- 120 - Cimentación

- 125 - Estructura de base o de losa
- 130 - Tierra
- 135 - Superficie del agua
- 205 - Superficie del agua
- 5 210 – Lecho marino
- 215 – Base mono-pilote
- 220 - Pilote
- 225 - Base de múltiples pilotes
- 230 - Múltiples pilotes
- 10 235 - Base de gravedad
- 240 - Estructura de base de gravedad (GBS) o base de balasto
- 245 - Base de succión
- 250 - Cajones o cámaras
- 300 - Planta de potencia eólica
- 15 305 - Torre
- 310 - Pieza de transición
- 315 - GBS – capuchón de hormigón
- 320 - Ensamblaje
- 325 - Pilotes de faldón
- 20 335 - Superficie del agua (LAT)
- 340 - Profundidad del agua
- 345 - Línea de lodo
- 400 - Planta de potencia eólica
- 405 - Torre
- 25 410 - Pieza de transición
- 415 - GBS – Capuchón de hormigón
- 420 - Ensamblaje
- 425 - Pilotes de faldón
- 430 - Cables
- 30 435 - Superficie del agua (LAT)
- 440 - Profundidad del agua
- 445 - Línea de lodo
- 450 - Porción de GBS
- 500 - Planta de potencia eólica
- 35 505 - Torre
- 510 - Pieza de transición
- 515 - Capuchón de hormigón

- 520 - Ensamblaje
- 535 - Superficie del agua (LAT)
- 540 - Profundidad del agua
- 545 - Línea de lodo
- 5 555 - Estructura de plataforma metálica
- 560 - Pilote
- 565 - Conexión con brida
- 600 - Planta de potencia eólica
- 605 - Torre
- 10 610 - Pieza de transición
- 615 - Capuchón de hormigón
- 620 - Ensamblaje
- 635 - Superficie del agua (LAT)
- 640 - Profundidad del agua
- 15 645 - Línea de lodo
- 655 - Estructura de plataforma metálica
- 665 - Conexión con brida
- 670 - Conexión con brida
- 675 - Losa de hormigón
- 20 700 - Planta de potencia eólica
- 705 - Torre
- 710 - Pieza de transición
- 715 - Capuchón de hormigón
- 720 - Ensamblaje
- 25 735 - Superficie del agua (LAT)
- 740 - Profundidad del agua
- 745 - Línea de lodo
- 755 - Estructura de plataforma metálica
- 765 - Conexión con brida
- 30 770 - Conexión con brida
- 780 - Múltiples losas de hormigón

REIVINDICACIONES

- 1.- Una planta (500, 600, 700) de potencia eólica, que comprende:
- una torre (505), teniendo la torre una parte superior y una parte inferior;
 - 5 un ensamblaje (520), comprendiendo el ensamblaje una pieza de transición (510) acoplada a una copa de hormigón (515), teniendo el ensamblaje una parte superior y una parte inferior, estando la parte superior del ensamblaje acoplada a la parte inferior de la torre;
 - 10 una estructura de plataforma metálica (555) que tiene una parte superior y una parte inferior y una pluralidad de patas, estando la parte inferior del ensamblaje acoplada con la parte superior de la estructura de plataforma metálica, **caracterizada porque** las partes superiores de las patas están insertadas en conexiones dotadas de brida (565) de la copa de hormigón; y **porque** comprende además,
 - una base acoplada con la parte inferior de la estructura de plataforma metálica, en la que la base comprende una pluralidad de pilotes (560) para ser conducidos hacia la tierra, discurriendo cada pilote de la pluralidad de pilotes a través de una pata de la estructura de plataforma metálica.
- 15 2.- La planta de potencia eólica de la reivindicación 1, en la que la base comprende una o más estructuras de base por gravedad (GBS) (675, 780), estando las patas de la estructura de plataforma metálica acopladas con la GBS.
- 3.- La planta de potencia eólica de la reivindicación 2, en la que la GBS comprende un faldón, comprendiendo además la base uno o más pilotes (625) instalados a través del faldón de la GBS.
- 4.- La planta de potencia eólica de cualquier reivindicación anterior, en la que la estructura de plataforma metálica incluye un enrejado de metal.
- 20 5.- Un procedimiento para la instalación de una planta (500, 600, 700) de potencia eólica, que comprende:
- fabricar un ensamblaje (520), incluyendo el ensamblaje una copa de hormigón (515) y una pieza de transición (510);
 - fabricar una estructura de plataforma metálica (555) que tiene una pluralidad de patas;
 - 25 colocar la estructura de plataforma metálica en una posición fuera de costa, total o parcialmente bajo el agua, y asegurar la parte inferior de la estructura de plataforma metálica a una base;
 - en el que la base comprende una pluralidad de pilotes, y en el que la fijación de la estructura de plataforma metálica a la base comprende hacer discurrir los pilotes a través de las patas y conducir los pilotes dentro de la tierra, y
 - acoplar el ensamblaje a la parte superior de la estructura de plataforma metálica.
- 30 6.- El procedimiento de la reivindicación 5, en el que la fabricación del ensamblaje comprende fabricar el ensamblaje en tierra, y además comprende transportar el ensamblaje fabricado hasta la posición fuera de costa.

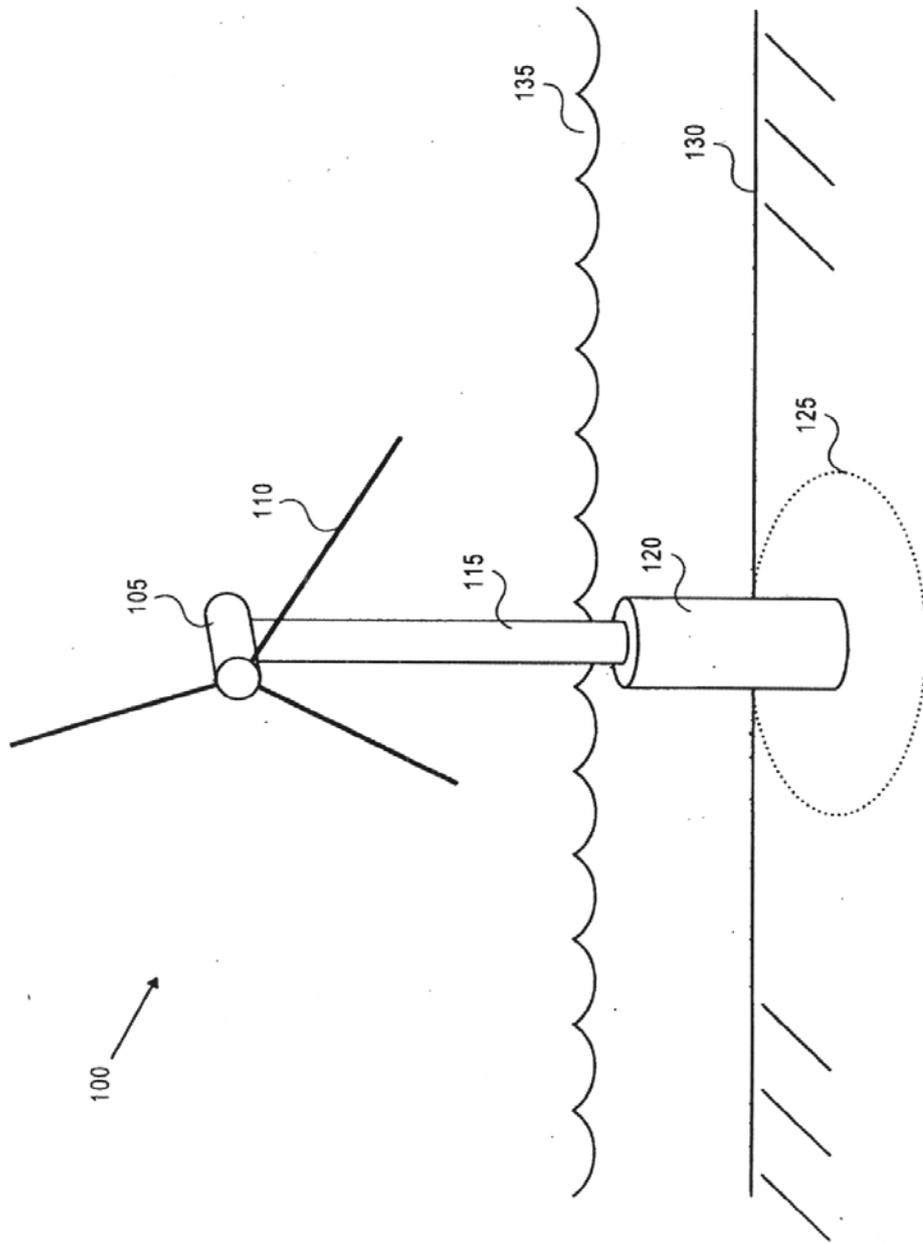


FIG. 1

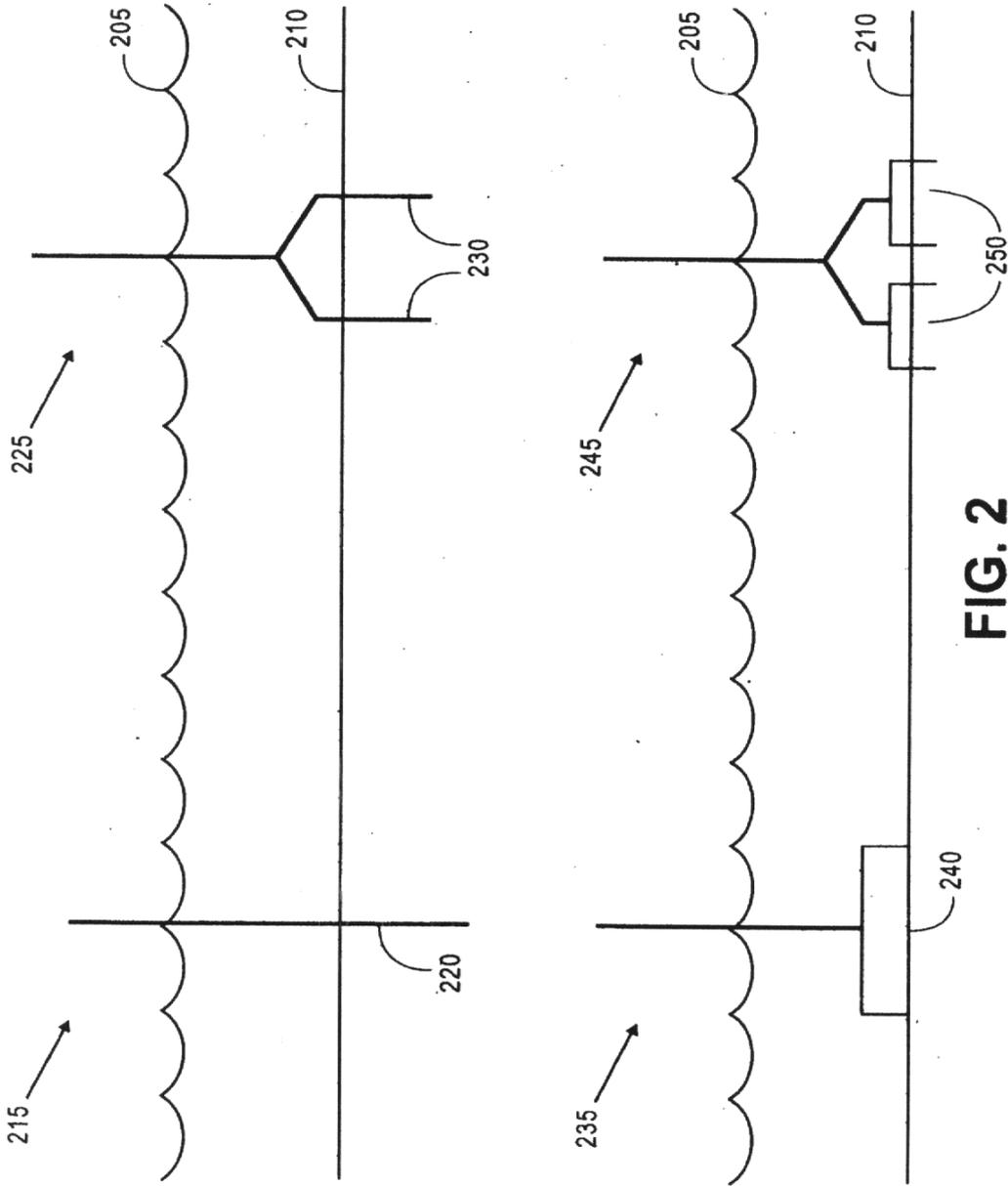


FIG. 2

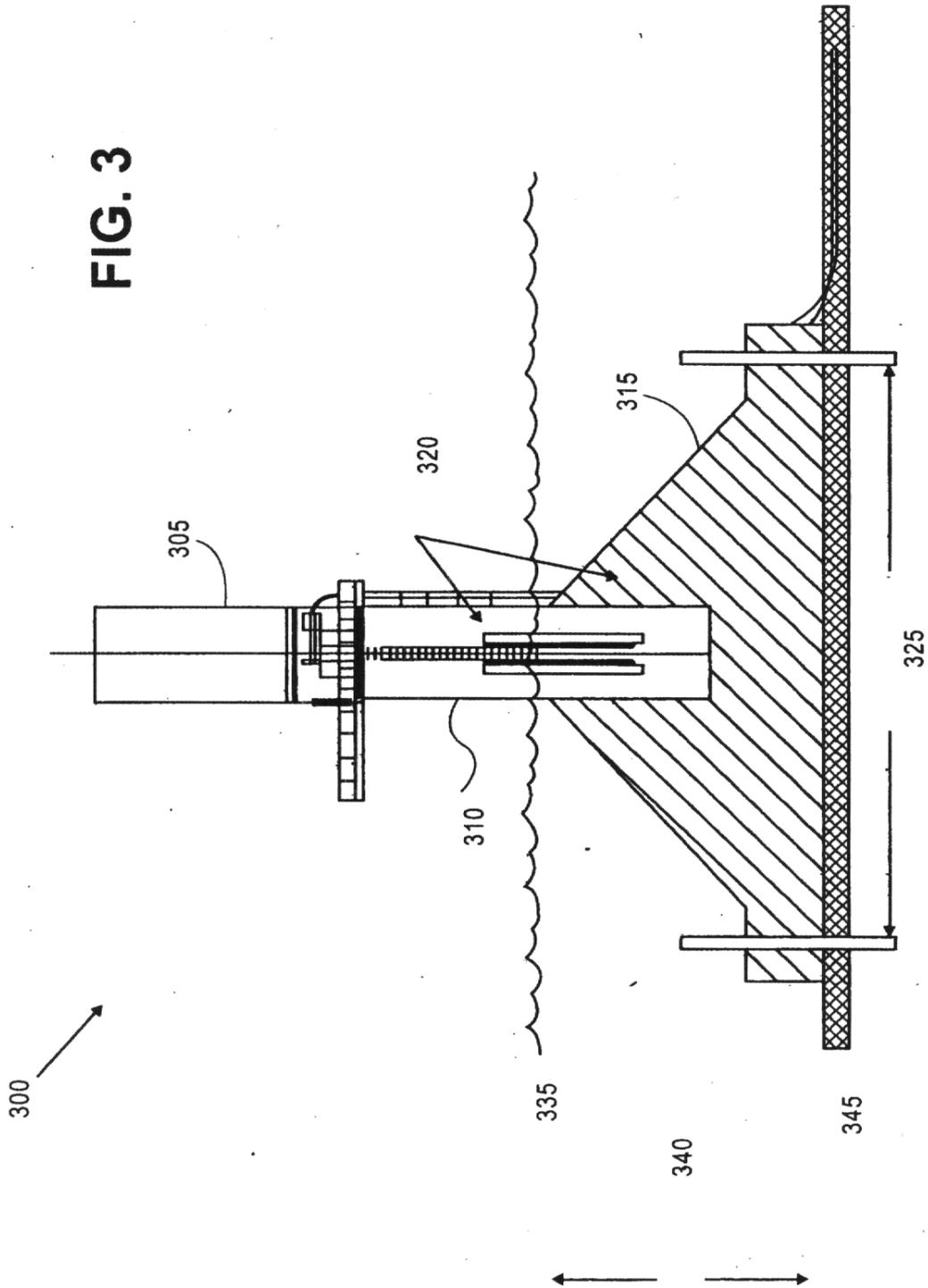


FIG. 4

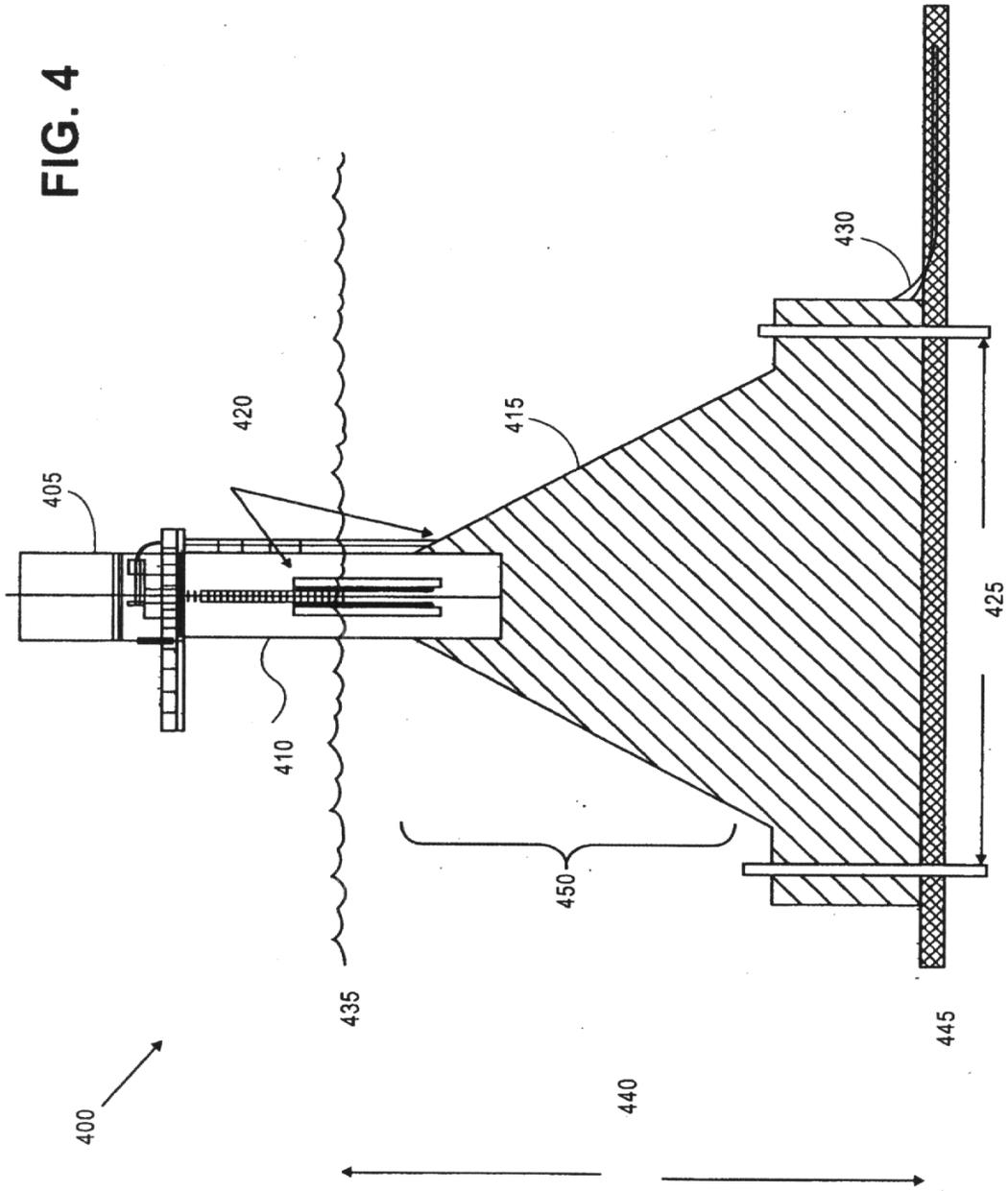
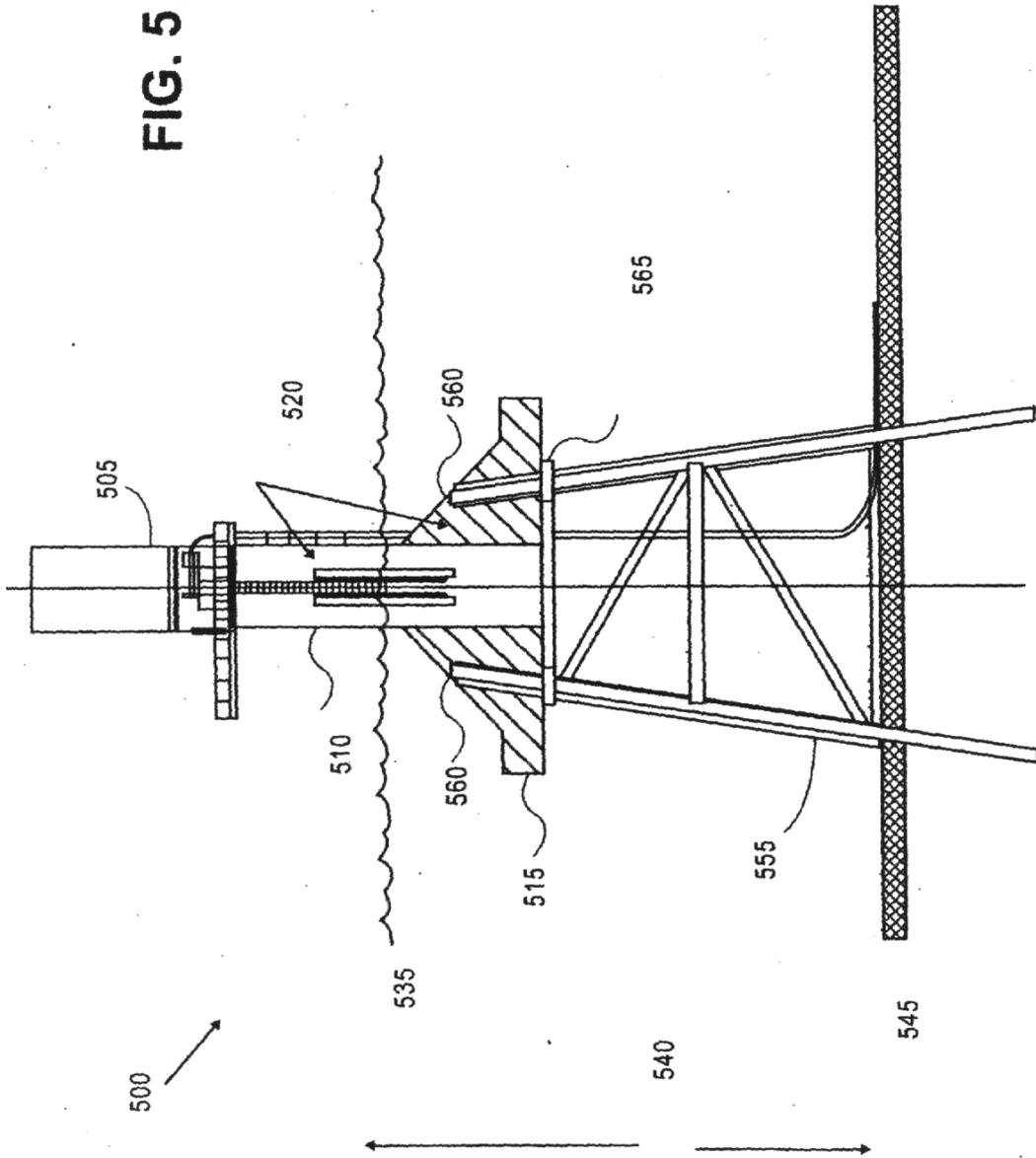


FIG. 5



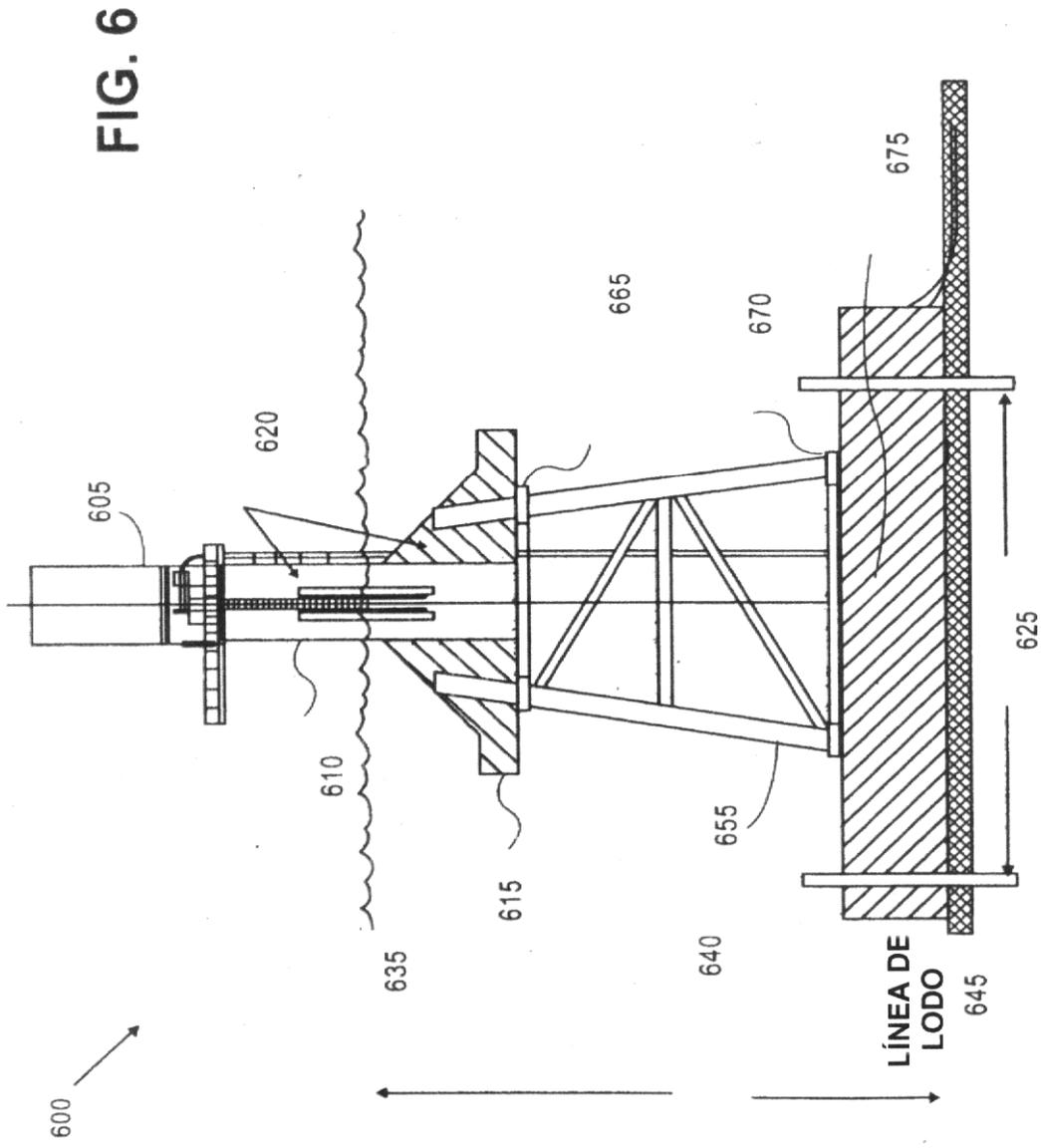
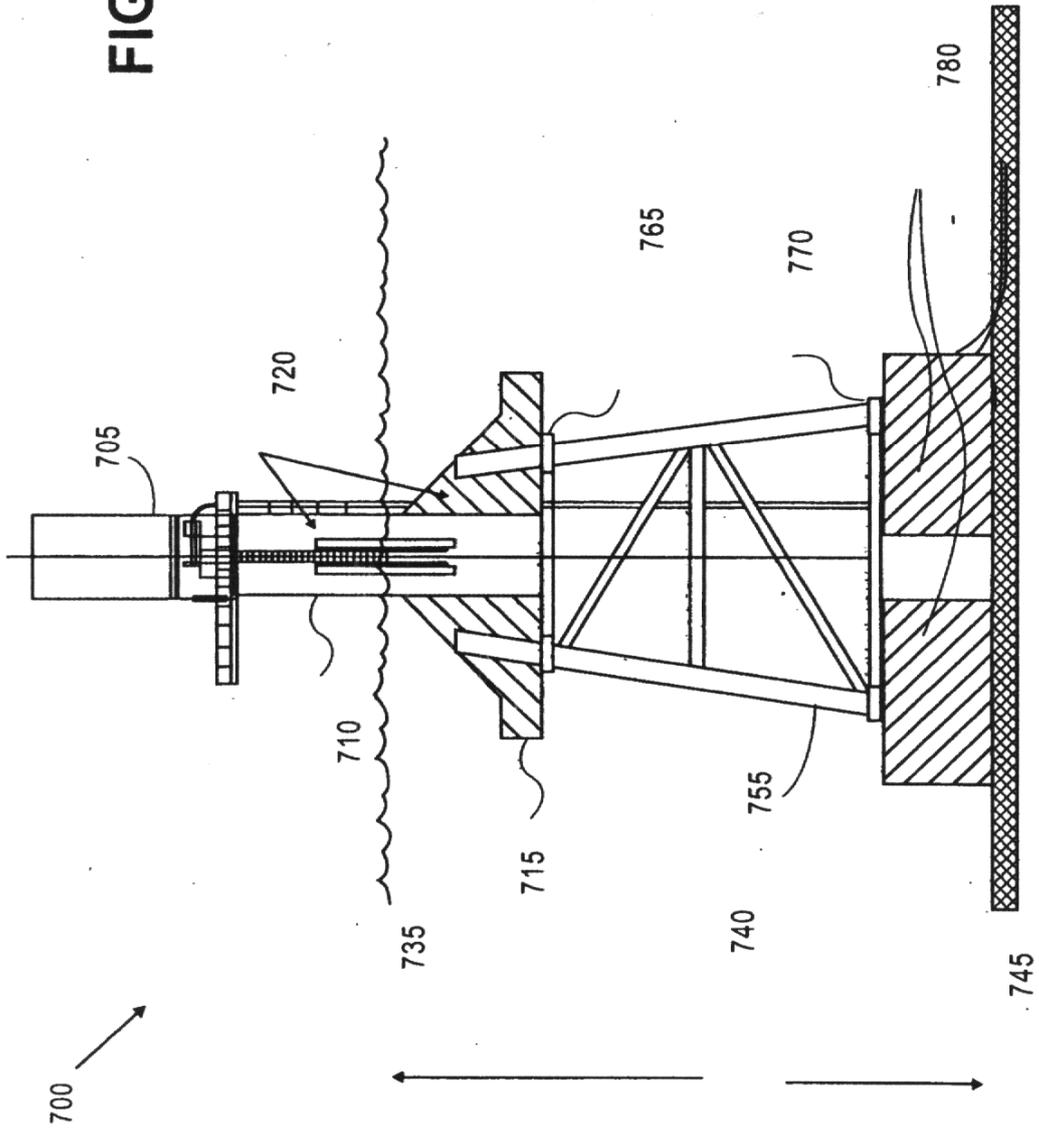


FIG. 7



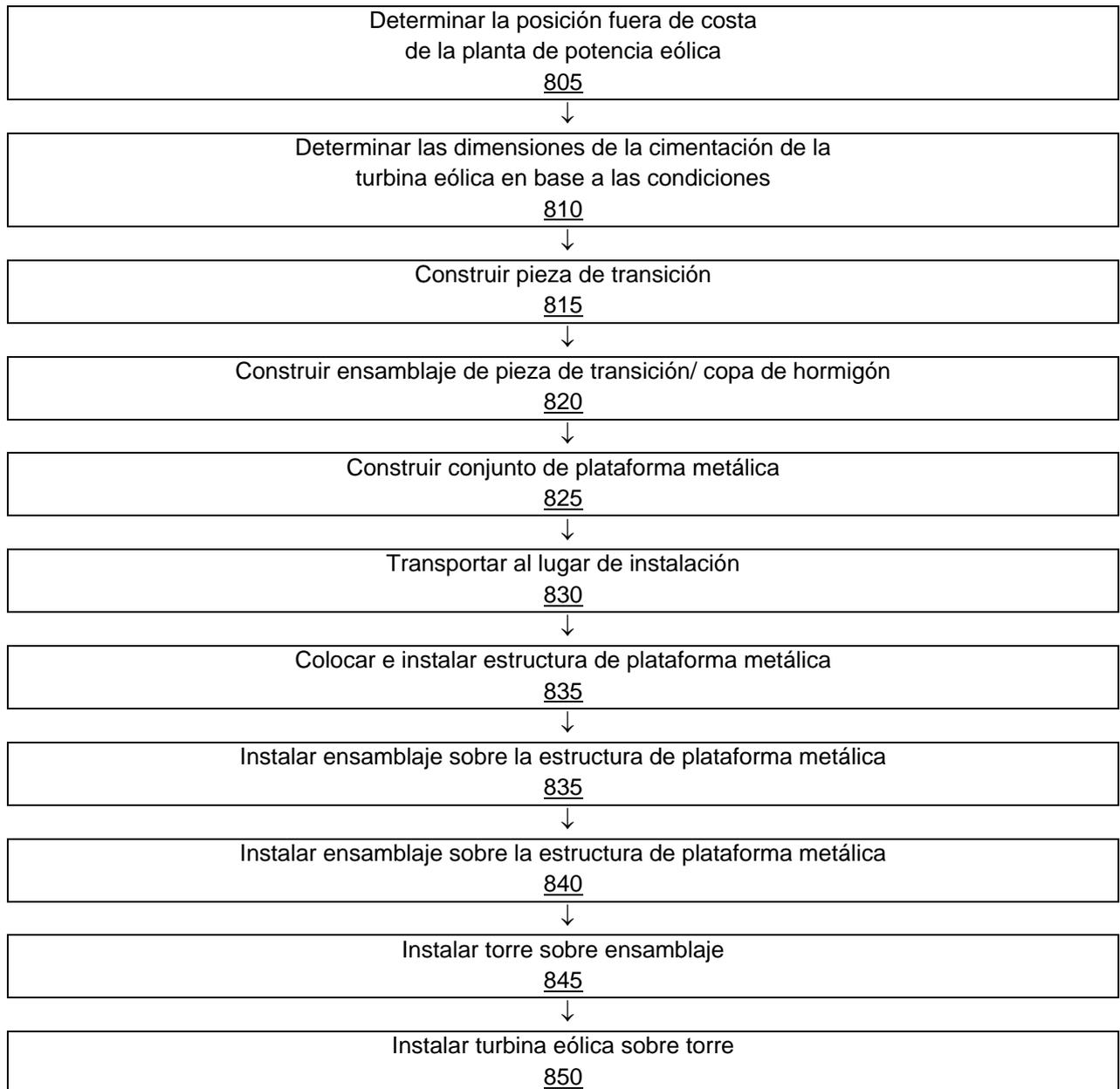


FIG. 8

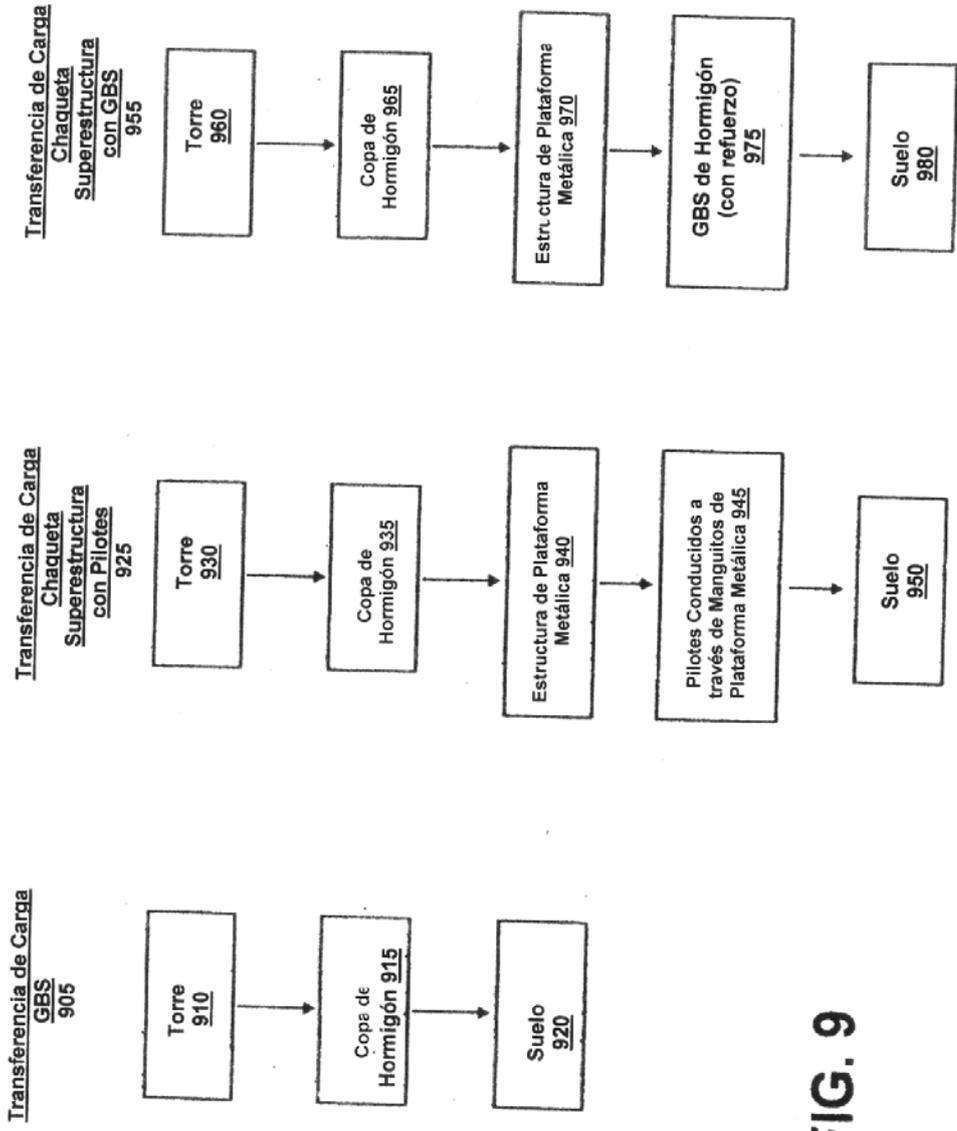


FIG. 9