

DESCRIPCIÓN

TUBO CONSTRUCTIVO

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se puede incluir dentro del sector de la mecánica estructural. En particular, el objeto de la presente invención se refiere a un tubo constructivo, de funcionalidad mejorada, que es especialmente aplicable, aunque no en exclusiva, a estructuras de seguidores solares.

Antecedentes de la invención

En el sector de la mecánica estructural, se emplean fundamentalmente, con carácter
15 estructural, tubos de secciones variadas, tales como circular, cuadrada, pentagonal, octogonal, en forma de D, etc. Las características de los tubos, tales como el módulo de resistencia a esfuerzos de torsión (también conocido como “módulo torsor”), el módulo de resistencia a esfuerzos de flexión “módulo flector”, la uniformidad de comportamiento
mecánico, la capacidad de transmitir movimiento; las capacidades de almacenamiento y
20 transporte, etc., son distintas para una misma dimensión de la sección, en función de la geometría de cada tipo de sección.

Descripción resumida de la invención

25 La presente invención describe un tubo constructivo, particularmente para el empleo como tubo de torsión en seguidores solares, aunque no exclusivamente, que presenta sección circular, salvo en dos porciones diametralmente opuestas, que están aplanadas definiendo dos planos paralelos.

30 El tubo constructivo de la invención presenta una aplicación preferente, aunque no exclusiva, en sistemas de captación solar, más concretamente, en seguidores solares de sistemas de captación solar, según se explicará en detalle más adelante.

El tubo constructivo descrito presenta una combinación de características mejorada respecto
35 de los tubos mencionados en los antecedentes, según se explica a continuación.

- En lo que se refiere a la resistencia a torsión: El módulo de torsión, que es un parámetro crítico de diseño para determinadas aplicaciones, determina el comportamiento mecánico ante cargas de torsión. La sección de geometría circular, cuyo módulo de torsión es el más elevado posible, presenta un valor de módulo resistente torsor que es mínimamente superior al del tubo constructivo de la invención. Sin embargo, la geometría del tubo constructivo de la invención aumenta el módulo resistente torsor hasta en un 30 % respecto de geometrías poligonales, en particular respecto de geometrías cuadradas. Como consecuencia, se aumenta la rigidez del seguidor ante cargas de viento, causantes de los esfuerzos de torsión en el tubo y parámetro crítico de dimensionado.

- Por otro lado, esta geometría también supone un aumento de la rigidez torsional del tubo constructivo, lo que implica, para el caso de emplearse en un seguidor solar, un incremento de la frecuencia natural del seguidor solar, en su modo a torsión, respecto a las geometrías poligonales indicadas cuando están compuestas de un mismo material y espesor de chapa. En este caso, el aumento de la frecuencia natural del seguidor solar en su modo de vibración a torsión facilita que el conjunto estructural del seguidor pueda resistir mayores velocidades de viento, evitando los efectos por amplificación dinámica del viento, tales como galloping y fluttering, muy conocidos en el sector, que producen la inestabilidad de la estructura y pueden derivar en el colapso total de la misma.

- En lo que se refiere a resistencia a flexión: El comportamiento mecánico del tubo de la invención es prácticamente uniforme en todas sus direcciones, tanto en los ejes principales como en los secundarios, muy similar a una geometría completamente circular. Solventado así los problemas de los tubos cuadrados ante esfuerzos flectores en la dirección diagonal de los mismos.

- Para transmisión de movimiento: Un acoplamiento de los módulos solares a un tubo de torsión tubo debe, por un lado, asegurar el paralelismo de los módulos y, por otro lado, impedir deslizamientos de los módulos sobre el tubo de torsión. Estos son parámetros fundamentales en el diseño de un seguidor para, por un lado, minimizar el error de seguimiento (para maximizar la energía producida, los módulos deben colocarse completamente perpendiculares a los rayos de sol) y, por otro, que estos (pequeños) deslizamientos amplifiquen las cargas de viento hasta colapsar la estructura. La geometría del tubo de la invención impide la rotación de los módulos sobre el tubo, debido a la variación de su diámetro introducida por las porciones planas. Esto permite asegurar la posición relativa tubo – módulo solar por geometría, una gran ventaja respecto a las uniones basadas

únicamente en fricción (poco seguras y apenas utilizadas en la industria de seguidores solares) o a uniones que emplean elementos de unión tubo – módulo solar (cómo remaches, tornillos, etc.) de otros seguidores con tubo circular, lo que encarece el tubo (requiere operaciones adicionales para incluir agujeros) y complica enormemente el montaje por la limitación que esto supone. Se mantiene por tanto la principal ventaja de los tubos con geometrías planas respecto de los tubos con geometrías circulares. Con esta geometría, la unión de los módulos es sencilla y rápida y no es necesario realizar operaciones adicionales en el tubo.

- En cuanto a la logística: Las dos caras planas del tubo de la invención permiten que el tubo pueda acopiarse y transportarse con facilidad, optimizando el empaquetado, sin necesidad de utillaje adicional, como los tubos con caras planas convencionales.

- Ganancia en seguidores bifaciales: La actual tecnología bifacial, que permite a los módulos fotovoltaicos producir electricidad con la energía absorbida tanto por la parte frontal como por la parte trasera, ha impulsado el desarrollo de seguidores solares que buscan minimizar el sombreado de los componentes en la parte trasera, hasta la fecha un efecto no considerado. Minimizar este sombreado trasero ha provocado la separación de los módulos respecto del tubo de torsión. Mediante la geometría propuesta, y con una colocación adecuada de las caras curvas en posición y distancia respecto de los módulos solares, se produce un aumento en la reflexión de la energía incidente en el tubo, tanto la radiación directa sobre el mismo, como la reflejada hacia el propio tubo desde el suelo u otros cuerpos (albedo), sobre la cara posterior de los paneles, aumentando la producción en los paneles bifaciales. Además, por su geometría alargada en uno de sus ejes y achatada en el contrario, se reduce el área trasera sombreada respecto de todas las geometrías simétricas en su eje de rotación con el mismo desarrollo de bobina que el descrito. Asimismo, se permite la posibilidad de utilizar un recubrimiento/pintura (o similar) para aumentar la reflectividad del tubo y mejorar la ganancia en la parte trasera de los módulos fotovoltaicos.

En general, a modo de resumen, el empleo de un tubo circular con dos caras planas enfrentadas permite conjugar las prestaciones ventajosas de los tubos de sección circular y los tubos de sección poligonal, se trata de una geometría de propiedades combinadas superiores al estado de la técnica.

Breve descripción de las figuras

Las anteriores y otras ventajas y características se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realización con referencia a los dibujos

5 adjuntos, que deben considerarse a título ilustrativo y no limitativo, en los que:

- La figura 1 muestra una perspectiva en explosión donde se ilustra cómo el tubo constructivo de la invención está unido a un elemento conectable que también es a su vez otro tubo constructivo, de acuerdo con una primera realización preferente que emplea solo una abrazadera.

10 - La figura 2 muestra una vista en perspectiva donde se ilustra cómo el tubo constructivo de la invención está unido a un elemento conectable que también es a su vez otro tubo constructivo, de acuerdo con una segunda realización preferente que emplea una abrazadera para cada uno.

- Las figuras 3A y 3B muestran en perspectiva un conjunto formado por un tubo constructivo de la invención conectado con un elemento conectable, que en el caso ilustrado se
15 corresponde con un eje de salida de una reductora de un seguidor solar. En particular, la figura 3A muestra una vista explosionada del tubo y la reductora, mientras que la figura 3B muestra el resultado de la unión.

- La figura 4 muestra una perspectiva en detalle de un bastidor de un sistema de captación solar, que está adaptado para unirse a un tubo como el de la invención.

20 - La figura 5 muestra una perspectiva en detalle de un casquillo adaptado para unirse al tubo de la invención.

Descripción detallada de una realización preferente de la invención

25 Seguidamente, se ofrece, con ayuda de las figuras 1-5 antes referidas, una descripción detallada de un tubo (1) constructivo objeto de la presente invención, así como de diversas aplicaciones de dicho tubo (1).

30 Según se muestra en las figuras 1, 2, 3A y 3B, el tubo (1) constructivo objeto de la presente invención presenta una sección circular, salvo por dos porciones aplanadas localizadas en posiciones diametralmente opuestas, que forman dos planos paralelos. Es decir, la sección del tubo (1) es simétrica y presenta dos tramos circulares (2) y dos tramos planos (3) opuestos y paralelos que interrumpen los tramos circulares (2). Los dos tramos circulares (2) son
35 preferentemente concéntricos y del mismo radio.

Seguidamente se explicarán diversas posibilidades de conexión del tubo constructivo (1) de la invención. En general, el tubo constructivo (1) puede ser conectado a otros elementos conectables, preferentemente huecos, para definir conjuntos unidos. Los elementos conectables pueden estar dispuestos colinealmente con respecto del tubo (1) constructivo. De

5 manera preferente, el elemento conectable puede ser otro tubo (1) constructivo, de modo que el conjunto unido incluye una pareja de tubos (1) constructivos unidos adyacentemente, y puede extenderse para unir un número deseado de tubos (1) constructivos. De manera asimismo preferente, el elemento conectable puede ser un eje de salida (30) de una reductora (31) de un seguidor solar de un sistema de captación solar, donde la reductora (31) se 10 representa en las figuras 3A y 3B para otro ejemplo de unión, de modo que el tubo (1) constructivo de la invención presenta una aplicación en sistemas de captación solar.

Más concretamente, para llevar a cabo la unión del tubo (1) constructivo a los elementos conectables, en particular a los elementos conectables señalados como preferentes, se han 15 considerado varios casos preferentes.

De acuerdo con el primer caso, para unir el tubo constructivo al elemento conectable, se puede emplear una pieza interior (5), que es preferentemente hueca, aunque puede ser maciza. La pieza interior (5) presenta dos extremos opuestos en dirección longitudinal, donde un primer 20 extremo está destinado a ser alojado en el tubo (1) constructivo, sin permitir giro entre la pieza interior (5) y el tubo (1) constructivo, así como un segundo extremo está destinado a ser alojado en el elemento conectable, asimismo sin permitir giro relativo. En la figura 1 se ha representado, sin pérdida de generalidad, un caso particular en que el elemento conectable es otro tubo (1) constructivo.

25 Para unir el tubo (1), constructivo al elemento conectable, pueden emplearse, junto con la pieza interior (5), o en su lugar, al menos una abrazadera (7, 8). Cada abrazadera (7, 8) comprende dos semi-abrazaderas (9, 10), donde cada una de las semi-abrazaderas (9, 10) presenta sección correspondiente con al menos uno de entre el tubo (1) constructivo y el 30 elemento conectable, para poder rodear al menos uno de ambos, con giro restringido entre cada abrazadera (7, 8) y el correspondiente tubo (1) constructivo y / o el elemento conectable, según sea el caso. Cada semi-abrazadera (9, 10) comprende además dos alas (11) que sobresalen exteriormente, para unir cada semi-abrazadera (9, 10) a la otra semi-abrazadera (9, 10), presionando contra el tubo (1) constructivo y/o el elemento conectable. Para ello, se 35 emplean medios de unión (32, 4), tales como con agujeros (32) localizados en las alas (11) para atornillar una de las semi-abrazaderas (9, 10) a la otra semi-abrazadera (9, 10), a través

de por ejemplo tornillos (4). De manera preferente, cada semi-abrazadera (9, 10) comprende una porción central (12) y dos porciones extremas (14) que se prolongan desde la correspondiente porción central (12), donde las alas (11) se extienden desde las porciones extremas (14).

5

Cuando las abrazaderas (7, 8) cooperan con la pieza de refuerzo (5), la pieza de refuerzo (5) sirve para formar una unión tipo sándwich entre las abrazaderas (7, 9) y, según el caso, el tubo (1) y / o el elemento conectable que aprietan.

10 De acuerdo con una primera realización, se precisa de una única primera abrazadera (7), con sus correspondientes primeras semi-abrazaderas (9), donde la primera abrazadera (7) se extiende abarcando tanto el tubo (1) constructivo como el elemento conectable, para apretarlos simultáneamente.

15 De acuerdo con una segunda realización, se precisan de dos segundas abrazaderas (8), cada una con sus correspondientes segundas semi-abrazaderas (10), donde una de las dos segundas abrazaderas (8) está colocada en el extremo del tubo (1) constructivo, para apretar solo el tubo (1) constructivo, y la otra de las dos segundas abrazaderas (8) está colocada en el extremo del elemento conectable para apretar solo el elemento conectable. Para el caso de
20 las segundas abrazaderas (8), se contemplan dos variantes que se explican seguidamente con ayuda de la figura 2.

La realización mostrada en la figura 2 puede llevarse a práctica con una pieza interior (5) como la representada en la figura 2 o con una pieza interior (5) como la representada en la figura 1.

25 Si se toma una pieza interior como la de la figura 1, el funcionamiento es tal como se ha explicado anteriormente. Si, alternativamente, se toma una pieza interior (5) como la representada en la figura 2, que incluye ranuras (33) perimetrales transversales, las segundas semi-abrazaderas (10) de cada segunda abrazadera (8) se pueden hacer coincidir con una de las ranuras (33), de forma que, al apretar las semi-abrazaderas (33), deforman el tubo (1)
30 constructivo y el elemento conectable para que penetre en las ranuras (33), produciendo una unión con giro restringido, independientemente de la forma y dimensiones de la pieza interior (5).

Por tanto, según lo anterior, cuando se emplean una o varias abrazaderas (7, 8) en
35 combinación con la pieza interior (5), aunque el primer extremo de la pieza interior (5) preferentemente presenta una sección circular con dos planos paralelos (6) diametralmente

opuestos, en correspondencia, en forma y en tamaño, con la sección de tubo (1) constructivo, y el segundo extremo presenta una sección en correspondencia en forma y tamaño con la sección del elemento conectable, dicha configuración correspondiente por parte de la pieza interior (5) no es necesaria cuando la pieza interior (5) presenta las ranuras (33).

5

Para cualquiera de las dos realizaciones antes referidas, referentes al empleo de abrazaderas (7, 8) se describen seguidamente dos ejemplos preferentes.

Según un primer ejemplo preferente, representado en las figuras 1 y 2, cada una de las semi-abrazaderas (9, 10) presenta una porción central (12) circular y abarca la totalidad de uno de los tramos circulares (2) de los tubos (1), así como cada semi-abrazadera (9, 10) presenta porciones extremas (14) planas, que se prolongan desde la porción central (12), y que se corresponden con una parte del tramo plano (3) de los tubos (1), de forma que las alas (11) sobresalen de las porciones extremas (14) planas. Dichas porciones extremas (14) planas de las semi-abrazaderas (9, 10) de manera preferente, son esencialmente complementarias en longitud respecto de la anchura total del tramo plano (3) de los tubos (1), salvo por un eventual juego de unos 2-3 mm. De manera preferente, las porciones extremas (14) planas de cada una de las semi-abrazaderas (9, 10) son iguales en longitud que las de la otra semi-abrazadera (9, 10).

20

De manera alternativa, según un segundo ejemplo preferente, no representado, las porciones (12, 14) planas y curvas están permutadas respecto del primer ejemplo preferente. En concreto, cada una de las semi-abrazaderas (9, 10) presenta una porción central (12), que en este caso es plana, y que abarca la totalidad de la anchura de uno de los tramos planos (3) de los tubos (1), así como cada semi-abrazadera (9, 10) presenta además porciones extremas (14), que en este caso son circulares, y que se prolongan desde la porción central (12) plana, y que se corresponden con una parte del tramo circular (2) de los tubos (1), de forma que las alas (11) sobresalen de las porciones extremas (14) circulares. Las porciones extremas (14) circulares de las semi-abrazaderas (9, 10) son esencialmente complementarias en longitud respecto de la anchura total del tramo circular (2) de los tubos (1), análogamente a como se ha explicado antes para las porciones extremas (14) planas. De manera preferente, dichas porciones extremas (14) circulares de cada una de las semi-abrazaderas (9, 10) son iguales que las de la otra semi-abrazadera (9, 10). De manera preferente, en el caso del segundo ejemplo, la pieza de refuerzo (5) es insertable en los tubos (1) adyacentes con cierto juego.

35

Otra variante de conexión del tubo (1) constructivo al elemento conectable se ilustra por medio de las figuras 3A y 3B, y permite que el elemento conectable sea otra pieza alojada (16), por ejemplo, un eje, destinado a ser alojado dentro del tubo (1), y que presenta una sección no coincidente con la del tubo (1), pero que incluye sendas zonas cóncavas (17) en correspondencia con algunos de los tramos (2, 3) del tubo (1) constructivo, preferentemente en correspondencia con cada uno de los tramos planos (3). En particular, se dispone adicionalmente de primeros taladros (18), tanto en los tramos planos (3) del tubo (1) como en las zonas cóncavas (17) de la pieza alojada (16), así como se emplean piezas de deformación

(19) destinadas a ser colocadas sobre los tramos planos (3) del tubo (1), y que están dotadas a su vez de segundos taladros (34) en correspondencia con los primeros taladros (18) de la pieza alojada (16) y del correspondiente tramo plano (3) del tubo (1). De este modo, cuando se introduce un perno (20) por el segundo taladro (34) de la pieza de deformación (19), una vez enfrentado a sus correspondientes primeros taladros (18) de la pieza alojada (16) y del tramo plano (3) del tubo (1), el perno (20) presiona la pieza de deformación (19), la cual presiona contra el tramo plano (3) del tubo (1), haciendo que la pieza de deformación (19) se introduzca en la zona cóncava (17) de la pieza alojada (16), provocando una unión entre la pieza alojada (16) y el tubo (1), con giro restringido.

Tal como se ha indicado anteriormente, el tubo (1) de la invención presenta un uso preferente en sistemas de captación solar. En particular, el tubo (1) o, en su caso, un conjunto unido formado por varios tubos (1) unidos según se explicó anteriormente, está preferentemente destinado a configurar un eje de torsión (22) para un seguidor solar que proporciona seguimiento solar para uno o varios módulos solares que contienen, cada uno, uno o varios paneles solares. En este sentido, cada módulo solar, tal como es conocido, presenta un bastidor (26), ver figura 4, sobre el que están soportados los paneles solares, y que está conectado con el eje de torsión (22), en particular con uno o varios de los tubos (1) de la invención que forman parte del eje de torsión (22). De este modo, el bastidor (26), en una zona de unión en la que está conectado a uno o varios tubos (1) del eje de torsión (22), presenta una forma congruente con la del tubo (1), es decir, un contorno circular con zonas planas (27), de manera que el tubo (1) correspondiente del eje de torsión (22) arrastre en su giro al bastidor (26) para proporcionar seguimiento solar a los paneles solares. De manera análoga, el seguidor solar puede incluir casquillos (28), ver figura 5, convencionalmente usados para soportar el eje de torsión (22) sobre postes en posiciones determinadas, donde los casquillos (28) rodean uno de los tubos (1) del eje de torsión (22) en secciones de apoyo para apoyar sobre los postes, y donde los casquillos (28) presentan una forma interior, con tramos circulares y tramos planos opuestos, que se corresponde con la sección del tubo (1).

La pieza alojada (16) anteriormente referida puede, en tal caso, formar parte de un eje de salida (30) de una reductora (31) del seguidor solar.