

CONJUNTO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO QUE PERMITE CONFORMAR BOVEDAS Y CÚPULAS

SECTOR TECNOLÓGICO

Se reivindica un conjunto estructural y constructivo que permite conformar estructuras tubulares, específicamente bóvedas y cúpulas, basándose para ello en uniones móviles construidas con nueve piezas básicas. Las estructuras que se conforman son cubiertas desplegables, expansibles y plegables que permiten construir domos o cúpulas para diversos propósitos como albergues temporales o permanentes.

ANTECEDENTES – ESTADO DE LA TÉCNICA

Son variadas las propuestas que se han planteado para el propósito de facilitar la construcción de cubiertas que reúnan las condiciones de ser transportables, desplegables, expansibles y plegables, es decir removibles si su propósito de uso es temporal. Como muestra de ello vale señalar algunas patentes y otras propuestas no protegidas como propiedad industrial.

La patente US7533498 reivindica una estructura de despliegue mecánico, expandible y plegable. La estructura incluye al menos un conjunto de tijeras compuestas de una primera y una segunda riostra, un primer espaciador dispuesto entre el primer extremo de la primera riostra y el primer extremo de la segunda riostra cuando el conjunto de tijeras está en la posición expandida, y un segundo espaciador dispuesto entre el segundo extremo de la primera riostra y el segundo extremo de la segunda riostra cuando el conjunto de tijeras está en la posición expandida. Un miembro de tensión está conectado a la primera y segunda riostra. El elemento de tensión está dispuesto de tal manera que el conjunto de tijeras se mueve desde la posición plegada (cuando no hay parte floja en el miembro de tensión) hacia la posición expandida (cuando la parte floja en el miembro de tensión se recoge). Esta estructura es especialmente útil para la conformación de bóvedas, las cúpulas requerirían de algunas piezas adicionales o de la superposición de varios segmentos de la estructura.

La patente US4958474 presenta una estructura de armazón desplegable utilizable para aplicaciones espaciales. La estructura es triangular en sección transversal, con cada cara longitudinal de la estructura compuesta por miembros longitudinales paralelos interconectados a su vez, por miembros de armazón de cubierta en paralelo. La estructura tiene miembros no rígidos situados en el medio de la sección de cada cara e incluye elementos diagonales de toldos. La estructura es una especie de torre plegable. Son importantes para el propósito de la invención aquí reivindicada el tipo de uniones propuestas.

La patente US8291781 proporciona un actuador para la reconfiguración de una estructura expansible y reversible, también referido como una estructura de despliegue. La estructura de despliegue incluye un enlace mecánico cerrado capaz de transformación entre las configuraciones expandida y contraída mientras que mantiene su forma. Un

actuador acoplado a la estructura de despliegue proporciona una carga, la fuerza o par de torsión para el accionamiento de una transformación. La estructura de despliegue accionado transfiere la fuerza de accionamiento a una parte externa del cuerpo, o elemento en contacto con la estructura de despliegue. La fuerza puede ser dirigida hacia dentro o hacia fuera dependiendo de la dirección de la transformación (es decir, expandirse o contraerse). Esta creación despliega estructuras que pueden semejarse a cúpulas o troncos de cúpula.

La patente JP2000297470 describe los elementos constituyentes y el proceso constructivo de una bóveda de cañón con una estructura esquelética de una sola pared. Se desarrolla con uniones tubulares con hendiduras, que permiten la llegada de 4 barras para conformarla estructuralmente. La estructura tiene una flecha pequeña y necesita de un sistema adicional de soporte para generar la espacialidad necesaria en un proyecto arquitectónico. Es útil para conformar bóvedas, pero no está diseñada para construir cúpulas.

El sistema de cubierta móvil plegable de Niels De Temmeran es una investigación que plantea un grupo de uniones abisagradas para estructuras basadas en superficies plegadas, haciéndolas dinámicas y permitiendo una construcción fácil y rápida. Se tienen 3 diferentes tipos de uniones que se usan para las estructuras en forma de bóveda. Las uniones se acoplan por medio de barras. (<https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB10874.pdf>).

La patente US6192634, la solicitud de patente US20120227353 y la patente japonesa JPH09111867 presentan diferentes metodologías para desplegar cubiertas en forma de bóveda. En cada una de esas invenciones se describe un tipo de unión para conformar la cubierta. Todas ellas guardan alguna relación con las uniones aquí reivindicadas, pero de ninguna manera constituyen un precedente del que se derive de manera obvia lo aquí reclamado.

Al considerar las patentes y los demás antecedentes revisados en el proceso de diseño, es posible concluir que varias de las estructuras que anteceden están concebidas o basadas en tijeras, razón por la cual se hace necesario tener que usar muchas barras para la construcción. Es también posible concluir que la mayor similitud entre lo aquí reivindicado y el estado de la técnica se da con la estructura propuesta en el documento "Development of a Foldable Mobile Shelter System" de Niels De Temmeran. Sin embargo, éste documento está planteado únicamente para bóvedas y las uniones que se emplean son ángulos de acero, abisagrados y soldados; además, se usan dos barras por cada pliegue implicando esto un gran uso de elementos.

DESCRIPCIÓN ABREVIADA DE LA INVENCION

Lo aquí reivindicado consiste en lograr la conformación de cúpulas y bóvedas mediante un conjunto estructural y constructivo tipo tubular que permite conformar las estructuras a partir de nueve piezas básicas diferentes. El conjunto estructural y constructivo que permite construir cúpulas y bóvedas está conformado por cinco tipos de conexiones

(uniones) que unidas a barras (acero, plástico, madera, guadua o cartón) conforman las estructuras a las que puede asignárseles diversos usos como por ejemplo: equipamientos deportivos, culturales, albergues en situaciones de emergencia, entre otros.

Las piezas básicas con las cuales se construyen las uniones son las siguientes: pieza macho (Figura 1), pieza hembra (Figura 2), pieza hembra a 30° (Figura 3), pieza Macho Cúpula (Figura 4), pieza terminal doble a 120° (Figura 5), pieza Terminal a 120° (Figura 6), pieza base espárrago (Figura 7), platina (Figura 8), grapa especial (Figura 9).

La unión A (Figura 10) está compuesta por 4 piezas hembras a 30°, 1 pieza hembra y 1 pieza macho.

La unión B (Figura 11) está compuesta por 2 piezas terminales dobles de 120°, 2 piezas base espárrago, una pieza hembra y una pieza macho.

La unión C (Figura 12) está compuesta por una pieza macho y 2 piezas terminal a 120°.

La unión D (Figura 13) está compuesta por una pieza macho, una pieza hembra, 2 piezas hembras a 30° y 2 piezas terminal a 120°.

La unión E (Figura 14) está compuesta por 5 piezas hembra cúpula, una platina, una grapa especial, 2 piezas hembra de 30°, una pieza hembra y una pieza macho.

Para conformar la estructura tipo bóveda se usan solo las uniones A y B, mientras que para la tipo cúpula es necesario usar las uniones A, B, C, D, E. Aparte de las piezas antes nombradas se usan pasadores, tuercas y tornillos para asegurar las piezas en las distintas uniones y las barras conectadas a estas.

El módulo base para la construcción de una bóveda y una cúpula está conformado por dos uniones A, dos uniones B, cuatro barras cortas (16) y una barra larga (17), unidas de la siguiente manera: a la barra larga se le conectan las uniones A en cada extremo, uno en la pieza hembra y el otro la pieza macho; luego, en las hembras a 30° se introducen las cuatro barras cortas, dos en cada unión A para cerrar el módulo conformado por dos triángulos; en el extremo superior e inferior del módulo se introducen las uniones B, dando así por cerrado el módulo (Figura 15).

Para la conformación de la bóveda se tiene una agrupación lineal de los módulos en dos sentidos (Figura 16) mientras que para la conformación de la cúpula se realiza una distribución radial (Figura 17), teniendo como punto central una unión E.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 presenta la pieza macho (M), base de las diferentes uniones constructivas que permiten construir cúpulas y bóvedas. Está compuesta por una parte tubular (4) para el ensamble con la barra, en dicha parte se presenta un agujero (1) para el paso de un tornillo cuya función es fijar la barra a la pieza. Tiene un sistema de rosca (3) que permite

luego con una tuerca asegurar la pieza en las uniones y un agujero (2) que permite asegurar la pieza a las uniones por medio de un pasador y un espigo (5) que permite el ensamble con la pieza hembra (H).

En la Figura 2 se exhiben los detalles de la pieza hembra (H) base para las diferentes uniones en la construcción de cúpulas y bóvedas. Puede observarse que la diferencia fundamental con la pieza presentada en la figura anterior se evidencia por la hendidura (6) dispuesta para recibir el espigo (5) de esa pieza.

La Figura 3 muestra la pieza hembra a 30° (H30) base de las diferentes uniones constructivas que permiten construir cúpulas y bóvedas. Está compuesta por: una parte tubular (4) para el ensamble con la barra, en dicha parte se presenta un agujero (1) para el paso de un tornillo cuya función es fijar la barra a la pieza; y tiene además una terminación rectangular (19) en la que hay un agujero (7), cuyo eje forma un ángulo de 30° de inclinación con respecto a la parte tubular, lo que permite el posterior ensamble basal con la pieza hembra (H) y la pieza macho (M).

La Figura 4 detalla la pieza macho cúpula (MC), base de las diferentes uniones constructivas que permiten construir cúpulas. Como las uniones descritas anteriormente, posee la parte Tubular (4) con el agujero (1) para la fijación de la barra. Posee un espigo (20) con un agujero (8) que permite que esta pieza se introduzca posteriormente en la grapa especial (GE).

La Figura 5 presenta la pieza terminal doble a 120° (TD120), base de las diferentes uniones constructivas que permiten construir cúpulas y bóvedas. Esta pieza posee dos partes tubulares (4) debido a que a ella llegan 2 barras que son fijadas por medio de tornillos introducidos en los agujeros (1), entre estas dos partes tubulares hay una platina (21) sobre la que se sueldan en ángulo de 120°, la cual tiene una hendidura (9) en la cual va a entrar la base espárrago (BE) fijada por medio de un pasador.

La Figura 6 muestra la pieza terminal a 120° (T120), base de las diferentes uniones constructivas que permiten construir cúpulas, similar a la pieza hembra a 30° con la variación del ángulo a uno de 120°. Presenta la parte tubular (4) con el agujero (1) para la fijación de la barra y un agujero (7) para el ensamble con las piezas hembras (H) y machos (M).

La Figura 7 detalla la pieza base espárrago (BE), fundamento de las diferentes uniones constructivas que permiten construir cúpulas y bóvedas. Posee un espigo (22) en el cual se establece un agujero (2), que permite la fijación mediante pasador a las otras uniones, soldado a un extremo roscado (10) que permite la fijación a un espárrago o tornillo.

La Figura 8 presenta la pieza grapa especial (GE), base de la unión E que permite construir cúpulas. Es una barra metálica en forma de U (23) en donde se introducen las piezas macho cúpula (MC).

La Figura 9 muestra la pieza platina (PL), base de la unión E que permite construir cúpulas. Está constituida por una platina (24) en la que se perforan dos agujeros (11), donde se introduce y suelda la grapa especial (GE), soldada en ángulo recto a una varilla (25) con el extremo roscado (12).

La Figura 10 exhibe la unión A conformada por 4 piezas hembra de 30° (H30), una pieza macho (M), una pieza hembra (H), dos tuercas (13), un pasador (14) y seis tornillos (15) para la fijación de las barras. Para efectos de la descripción, la unión A se divide en dos subconjuntos I e I' señalados con líneas punteadas en la Figura 10. El subconjunto I está conformado por dos hembras a 30° (H30) introducidas en una pieza macho (M) y aseguradas con una tuerca (13), el subconjunto I' está conformado con dos hembras a 30° (H30) introducidas en una pieza hembra (H) y aseguradas con una tuerca (13).

La Figura 11 detalla la unión B compuesta por dos piezas terminales dobles a 120° (TD120), una pieza macho (M), una pieza hembra (H), dos piezas base espárrago (BE), dos pasadores (14), seis tornillos (15) para la fijación de las barras. Para efectos de la descripción, en la Figura 11 se rotula el subconjunto II compuesto por una pieza terminal doble a 120° (TD120) y una pieza base espárrago (BE) unidas por un pasador (14).

La Figura 12 presenta la unión C compuesta por dos piezas terminales a 120° (T120) introducidas en una pieza macho (M) y ajustadas con una tuerca (13) y tres tornillos (15) para la fijación de las barras.

En la Figura 13 se muestra la unión D compuesta por una unión C y un subconjunto I' (Figura 10) unidos y fijados mediante un pasador (14), con seis tornillos (15) para la fijación de las barras.

La Figura 14 exhibe la unión E compuesta por el subconjunto rotulado III, el cual incluye cinco piezas macho cúpula (MC) introducidas en la grapa especial (GE) y a su vez soldadas a la platina (PL). Este subconjunto III está unido al tornillo (12) que sale de la platina al que se le unen un subconjunto I y un subconjunto I' (Figura 10). Esta unión posee nueve tornillos (15) para la fijación de las barras.

En la Figura 15 se muestra el módulo base para la construcción de bóvedas y cúpulas, conformado por dos uniones A y dos uniones B, 4 barras cortas (16) y 1 barra larga (17).

La Figura 16 presenta la disposición lineal de los módulos para la conformación de la bóveda.

La Figura 17 explicita la disposición radial de los módulos a partir de la unión E.

La Figura 18 muestra la posición inicial y la final de la estructura de bóveda, habiendo partido de la condición plegada de la misma, estado que se muestra en la Figura. Una reducción adicional en el tamaño de la estructura implica deshacer algunas uniones o reducirla a sus elementos constitutivos.

La Figura 19 presenta la posición inicial y la final de la estructura de cúpula. Para este caso la posición plegada corresponde con la posición inicial. Reducir aún más el tamaño de la estructura implica el desconectar algunas uniones o desensamblar la estructura.

La Figura 20 exhibe la conformación inicial de una bóveda por las uniones necesarias.

La Figura 21 muestra la conformación inicial de una cúpula por las uniones implicadas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Para desarrollar el conjunto de uniones dinámicas para estructuras tubulares tridimensionales se tomaron como base las plegaduras antiprismáticas y cada uno de los pliegues de dichas plegaduras se convirtió en barras. Por tanto, fue necesario diseñar las uniones que deberán juntar dichas barras, encontrándose estas localizadas en la intersección de los pliegues.

Para el diseño de las estructuras se manejó como parámetro de diseño el uso de la menor cantidad de piezas posibles, teniendo como principios fundamentales la facilidad y rapidez del armado. Además, la terminación cilíndrica de las piezas usadas en las uniones garantiza el anclaje de las barras a dichas uniones. El diámetro de estas terminaciones se puede seleccionar de acuerdo al grosor y material de la barra.

La estructura con la cual se inició el diseño fue la bóveda. Para ello, en primera instancia se diseñó la unión A (Figura 10), compuesta por cuatro piezas hembras a 30° (H30, Figura 3), una pieza hembra (H, Figura 2) y una pieza macho (M, Figura 1), cuyo funcionamiento cinemático se da por el giro de las piezas hembras a 30° alrededor del eje conformado por las piezas hembra y macho. Al realizar la comprobación de movimiento de toda la estructura se encontró un impedimento en el comportamiento de algunos puntos de la misma al realizar el pliegue, llegando a la conclusión de que se debería diseñar una unión que absorbiera el movimiento en los puntos más altos de la estructura diseñando así a la unión B (Figura 11), compuesta por dos piezas terminales dobles de 120° (TD120, Figura 5), dos piezas base espárrago (BE, Figura 7), una pieza hembra (H, Figura 2) y una pieza macho (M, Figura 1). Esa unión tiene un principio de movimiento parecido al de la unión A, pero presenta una restricción en la unión con las piezas terminales dobles de 120° (TD120, Figura 5).

Para hacer más fácil el ensamble de algunas uniones se realizó el pre-ensamble de unos subconjuntos iniciales: subconjunto I (Figura 10) con dos hembras a 30° (H30) introducidas en una pieza macho (M) y aseguradas con una tuerca (13); el subconjunto I' (Figura 10) con dos hembras a 30° (H30) introducidas en una pieza hembra (H) y aseguradas con una tuerca (13); subconjunto II (Figura 11) compuesto por una pieza terminal doble de 120° (TD120) y una pieza base espárrago (BE) unidas por un pasador (14); el subconjunto III (Figura 14) con cinco piezas macho cúpula (MC), introducidas en una grapa especial (GE) y aseguradas con una platina (PL).

A continuación, se presenta la descripción y conformación de las diferentes uniones:

La unión A (Figura 10) se conforma al ensamblar un sub conjunto I y un sub conjunto I' unidos mediante pasador.

La unión B (Figura 11) se conforma con dos subconjuntos II, una pieza hembra (H) y una pieza macho (M). Las piezas terminales doble de 120° (TD120) van unidas a los espárragos (BE) por el agujero central (2) unidas por un pasador (14) y ensamblando cada uno de los extremos del espárrago (10) a la hembra y al macho mediante tornillo.

La unión C (Figura 12) se conforma introduciendo dos terminales 120° (T120) en un terminal macho (M) y se aseguran con una tuerca (13).

La unión D (Figura 13) se conforma uniendo con un pasador (14) un subconjunto I' (Figura 10) y una unión C (Figura 12).

En la unión E se introducen dos medios subconjuntos I y I' (Figura 10) en el tornillo proveniente (12) de la platina (PL) del subconjunto III y se aseguran con una tuerca.

Para la conformación de una bóveda se encontró necesario ajustar un módulo base constituido por dos uniones A (Figura 10), dos uniones B (Figura 11), cuatro barras cortas (16) y una barra larga (17), unidas de la siguiente manera (Figura 15): a la barra larga (17) se unen las uniones A en cada extremo, uno en la pieza hembra (H) y el otro en la pieza macho (M); luego, en las hembras a 30° (H30) se introducen las cuatro barras cortas (16), dos en cada unión A para cerrar el módulo conformado por dos triángulos; en el extremo superior e inferior del módulo se introducen las uniones B, dando así por cerrado el módulo. Este módulo se agrupa de forma lineal en ambos sentidos conformando así la bóveda (Figura 16). En el sentido corto de la bóveda el número máximo de módulos es de 4, mientras en el sentido largo depende de la longitud deseada.

Para la estructura tipo cúpula, se realizaron tres uniones adicionales: la unión C (Figura 12) está compuesta por una pieza macho (M) y dos piezas terminal a 120° (T120), donde el comportamiento cinemático de esta unión, es el giro de las terminales de 120° alrededor de la pieza macho; la unión D (Figura 13) está compuesta por una pieza macho (M), una pieza hembra (H), dos piezas hembras a 30° (H30) y dos piezas terminal a 120° (T120) y cuyo comportamiento cinemático es el giro de las piezas hembras de 30° y las terminales de 120° alrededor de las piezas macho y hembra; la unión E (Figura 14) está compuesta por cinco piezas macho cúpula (MC, Figura 4), una platina (PL, Figura 8), una grapa especial (GE, Figura 9), dos piezas hembra de 30° (H30), una pieza hembra (H) y una pieza macho (M), y su comportamiento cinemático es el giro de las hembras a 30° alrededor del macho y la hembra. Las piezas macho cúpula son introducidas en la grapa especial para generar así el punto central de la cúpula.

Para la conformación de la cúpula se realiza una distribución radial de los módulos partiendo de la unión E (Figura 17).

Los materiales usados en las estructuras son: metal únicamente para las uniones; y para las barras, existe la posibilidad de usar madera, guadua, metal, plástico, tubos de cartón, o cualquier material del que se puedan hacer barras resistentes a los esfuerzos para este tipo de estructuras.

Al tener ya ensambladas las estructuras planas a nivel del suelo, tanto la tipo bóveda como la tipo cúpula, se procede a dar un empuje en la base de las mismas por medio mecánico, eléctrico u electrónico, con el cual las estructuras se pliegan y adquieren la curvatura.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN PRÁCTICA

Ejemplo 1. Conformación de una bóveda (Figura 20)

Para construir un prototipo de una bóveda hexagonal, como ejemplo de aplicación práctica, se definieron los siguientes datos: Longitud de las barras largas: 3.81 m, longitud barras cortas: 2.2 m, ángulos manejados de 30° y 120°, ancho de la estructura plegada 6m, largo de la estructura plegada 9.52 m, altura exterior: 3.99m, altura interior: 3.44 y área cubierta: 57.12 m².

Para construir esta estructura se requieren 28 uniones B (Figura 11), 40 uniones A (Figura 10), 36 barras largas (17, Figura 15) y 112 barras cortas (16, Figura 15).

El proceso de armado se hace a nivel del suelo para conformar la estructura en plano, primero se conforma un módulo básico (Figura 15) constituido por 4 barras cortas (16), 1 barra larga (17), 2 uniones A y 2 uniones B. En las uniones B se fijan 4 barras cortas en las piezas terminales dobles a 120° (TD120), 2 en cada una de las uniones. Luego se unen los extremos restantes de las barras cortas a las 2 uniones A, en cada unión se introducen dos barras. Finalmente, en una pieza macho (M) de la unión A se fija un extremo de la barra larga, y en una pieza hembra (H) de la otra unión A se fija el otro extremo de la barra larga.

Después de armar el primer módulo, se arman desde las uniones A dos módulos más hacia cada uno de los lados del anterior, colocando algunas barras largas adicionales para dar rigidez a la primera sección (Figura 16). Por el lado más largo se agrupan y conforman más secciones para un total de 7 secciones para constituir la estructura. Teniendo la malla armada en el suelo, se aplican dos fuerzas concéntricas desde los extremos hacia el interior de la estructura (Figura 18) hasta alcanzar el ancho interno de la cúpula de 6 metros. El resultado es una estructura a la que pueden asignársele diversos usos como por ejemplo: equipamientos deportivos, culturales, refugios para situaciones de emergencia, entre otros.

Ejemplo 2. Conformación de una cúpula (Figura 21)

Como ejemplo de aplicación práctica se considera la conformación de una cúpula hexagonal construida para satisfacer los siguientes parámetros: Longitud de las barras largas: 3.81 m, longitud barras cortas: 2.2 m, ángulos manejados de 30° y 120°, diámetro de la estructura plegada 6 m, altura exterior: 3.99 m, altura interior: 3.44 m y área cubierta: 113.09 m².

Para construir esta estructura se requieren 12 uniones B (Figura 11), 13 uniones A (Figura 10), 6 uniones C (Figura 12), 2 uniones E (Figura 14), 6 uniones D (Figura 13), 24 barras largas y 58 barras cortas.

El proceso de armado se hace a nivel del suelo iniciando con las uniones E a las que se fijan barras largas y cortas para la conformación de módulos básicos. Alrededor de estos, se disponen en distribución radial, un total de seis módulos en la primera fila. Así se continúa hasta llegar a un total de 24 módulos en toda la cúpula.

Una vez conformada la malla armada en el suelo, se aplican varias fuerzas concéntricas hacia el interior de la estructura (Figura 19), hasta alcanzar el ancho interno de la cúpula definido en 6 metros. El resultado es una estructura a la que puede asignársele diversos usos como por ejemplo: equipamientos deportivos, culturales, refugios para situaciones de emergencia, entre otros.

REIVINDICACIONES

Se reclama:

1. Un conjunto estructural y constructivo que permite conformar bóvedas y cúpulas de uniones dinámicas para estructuras tubulares tridimensionales de vector activo caracterizado por que el ensamble de nueve piezas básicas: a) Pieza macho (M); b) Pieza hembra (H); c) Pieza hembra a 30° (H30); d) Pieza macho cúpula (MC); e) Pieza terminal doble a 120°(TD120); f) Pieza Terminal a 120° (T120); g) Pieza Base Espárrago (BE); h) Platina (PL); e, i) Grapa especial (GE); permite conformar cinco tipos de uniones: A, B, C, D y E a las cuales se conectan barras tubulares y con el conjunto conformar bóvedas y cúpulas según se reclama.
2. El conjunto estructural y constructivo que permite conformar bóvedas y cúpulas de uniones dinámicas para estructuras tubulares tridimensionales de vector activo reivindicado en 1, caracterizado porque la unión A está conformada por 4 piezas hembra de 30° (H30), una pieza macho (M), una pieza hembra (H), dos tuercas (13), un pasador (14) y seis tornillos (15) para la fijación de las barras; que se acoplan al introducir dos hembras a 30° (H30) en la pieza macho (M) y se aseguran con una tuerca (13), conformando el subconjunto I, y las otras dos hembras a 30° (H30) se acoplan en una pieza hembra (H) y se aseguran con una tuerca (13), conformando el sub conjunto I'; finalmente se une el subconjunto I y con el subconjunto I' mediante un pasador (14).
3. El conjunto estructural y constructivo que permite conformar bóvedas y cúpulas de uniones dinámicas para estructuras tubulares tridimensionales de vector activo reivindicado en 1, caracterizado porque la unión B está conformada por dos piezas terminales dobles a 120° (TD120), una pieza macho (M), una pieza hembra (H), dos piezas base espárrago (BE), dos pasadores (14) y seis tornillos (15) para la fijación de las barras; que se acoplan al unir las piezas terminales dobles de 120° (TD120) con las piezas base espárrago (BE) mediante pasadores (14), conformando dos sub conjuntos II; cada sub conjunto II se conecta por los agujeros (10) de las base espárrago (BE) a un tornillo doblemente roscado al que previamente se insertan una pieza hembra (H) y una pieza macho (M), por los pasadores (2) para completar la unión.
4. El conjunto estructural y constructivo que permite conformar bóvedas y cúpulas de uniones dinámicas para estructuras tubulares tridimensionales de vector activo reivindicado en 1, caracterizado porque la unión C está conformada por dos piezas terminales a 120° (T120), una pieza macho (M), una tuerca (13) y tres tornillos (15) para la fijación de las barras; que se acoplan al introducir dos terminales a 120° (T120) en un terminal macho (M) asegurándolos con una tuerca (13).
5. El conjunto estructural y constructivo que permite conformar bóvedas y cúpulas de uniones dinámicas para estructuras tubulares tridimensionales de vector activo reivindicado en 1, caracterizado porque la unión D está conformada por dos piezas terminales a 120° (T120), dos piezas hembra a 30° (H30), una pieza hembra (H), un macho (M), dos tuercas (13) y un pasador (14) y seis tornillos (15) para la fijación de las barras; que se acoplan al introducir las dos hembras a 30° (H30) en una pieza hembra (H) y se aseguran con una tuerca (13), conformando el sub conjunto I', e introducir las dos terminales a 120° (T120) se en un terminal macho (M) asegurándolos con una tuerca (13) conformando una unión C; finalmente se une el subconjunto I' con la unión C mediante un pasador (14) por los agujeros (2) de las piezas macho (M) y hembra (H).

6. El conjunto estructural y constructivo que permite conformar bóvedas y cúpulas de uniones dinámicas para estructuras tubulares tridimensionales de vector activo reivindicado en 1 caracterizado porque la unión E está conformada por cinco piezas macho cúpula (MC), una grapa especial (GE), una platina (PL), 4 piezas hembra a 30° (H30), una pieza macho (M), una pieza hembra (H), dos tuercas (13), un pasador (14) y nueve tornillos (15) para la fijación de las barras; que se acoplan al introducir las cinco piezas macho cúpula (MC) en la grapa especial (GE), la cual se suelda a la platina (PL), formando el subconjunto III; al espigo (12) de la platina (PL) se fijan con una tuerca: medio subconjunto I compuesto por un macho (M) al que se ha introducido una hembra a 30° (H30) asegurada con tuerca (13), y medio subconjunto I' compuesto por una hembra (H) a la que se ha introducido una hembra a 30° (H30) asegurada con tuerca (13).
7. El procedimiento para construir cúpulas y bóvedas despleables, expandibles y plegables caracterizado por que para ensamblar una cúpula se hacen necesarias uniones A, uniones B, uniones C, uniones D, y una unión E unidas por las barras largas y cortas; y para ensamblar bóvedas sólo se requieren uniones A y B unidas a las barras largas y cortas.
8. El procedimiento para construir cúpulas y bóvedas despleables, expandibles y plegables reivindicado en 7 caracterizado por que el ensamble, tanto de cúpulas como de bóvedas, usa una base constructiva común, denominada módulo base (MB), que se conforma al ensamblar una barra larga (17) a dos uniones A en un extremo en una pieza macho (M) y en el otro extremo una pieza hembra (H); y en las piezas hembras a 30° (H30) de las mismas uniones A se ensamblan cuatro barras cortas (16) en cada una respectivamente, los extremos libres de las barras cortas se ensamblan en los terminales dobles a 120° (TD120) de dos uniones B, una para cada uno; el módulo base así ensamblado provee uniones libres en los extremos de la barra larga (17) en la mitad exterior de las uniones A; y en las terminales dobles a 120 (TD120), machos (M) y hembras (H) que quedan al exterior del módulo base (MB) en las uniones B; en todas las uniones libres se conectan más barras tanto en el sentido longitudinal como en el sentido transversal para la construcción de modulo adyacentes.
9. El procedimiento para construir cúpulas y bóvedas despleables, expandibles y plegables reivindicado en 7 y 8 caracterizado porque el ensamble de la bóveda mínima requiere la unión de cuatro módulos base juntados en sentido longitudinal y cerrados a lo ancho mediante barras largas unidas a las uniones hembra (H) y macho (M) disponibles en la uniones B, quedando libres las terminales dobles a 120° (TD) por si se requiere ampliar la bóveda al ensamblar nuevos módulos.
10. El procedimiento para construir cúpulas y bóvedas despleables, expandibles y plegables reivindicado en 7 y 8 caracterizado porque para construir una cúpula mínima se enlazan dos uniones E a seis uniones C y seis uniones D a los que en su exterior se unen módulos base (MB); posteriores ampliaciones de la cúpula se logran agregando módulos base (MB) en números múltiplos de seis, según sea la segunda, tercera o más líneas de ampliación de la bóveda.
11. El procedimiento para construir cúpulas y bóvedas despleables, expandibles y plegables reivindicado en 9 caracterizado porque el ensamble e izaje de la bóveda se realiza enlazando los módulos base (MB) sobre el piso y se iza aplicando fuerzas horizontales opuestas en los apoyos lineales de las estructuras desde los extremos hacia el centro.
12. El procedimiento para construir cúpulas y bóvedas despleables, expandibles y plegables reivindicado en 10 caracterizado porque el ensamble e izaje de la cúpula se realiza enlazando los módulos base (MB) sobre el piso y se iza aplicando

fuerzas radiales horizontales en los apoyos lineales de las estructuras desde los extremos hacia el centro.

ANEXOS

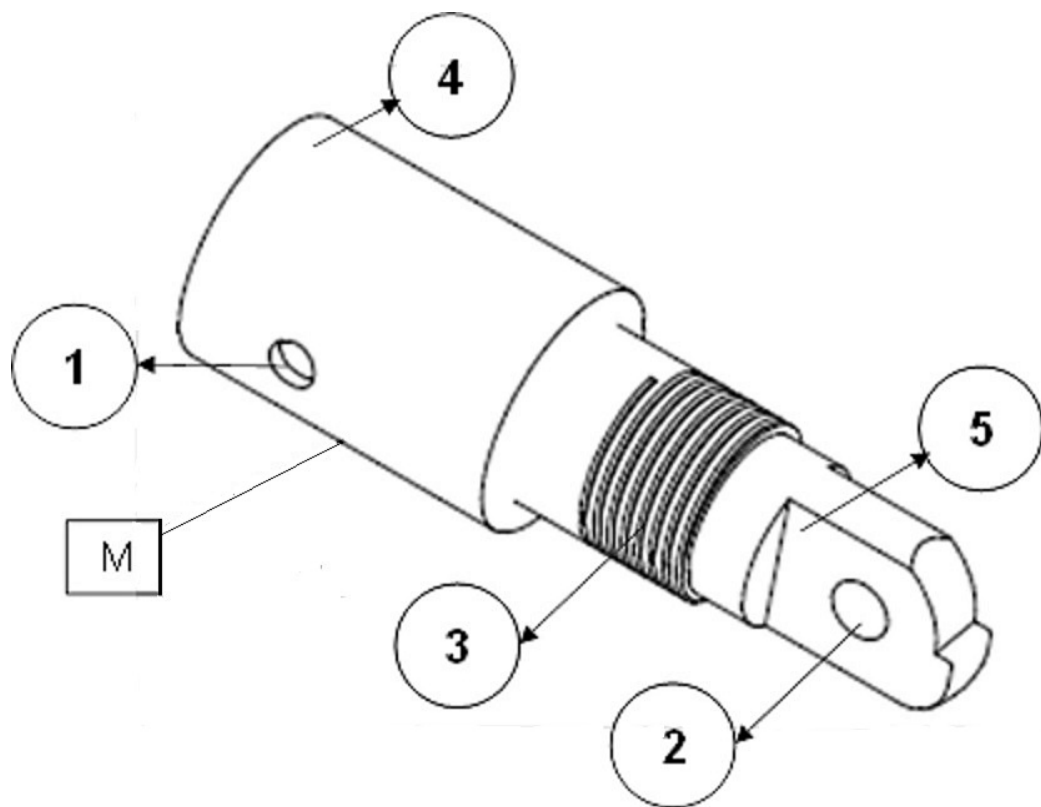


Figura 1.

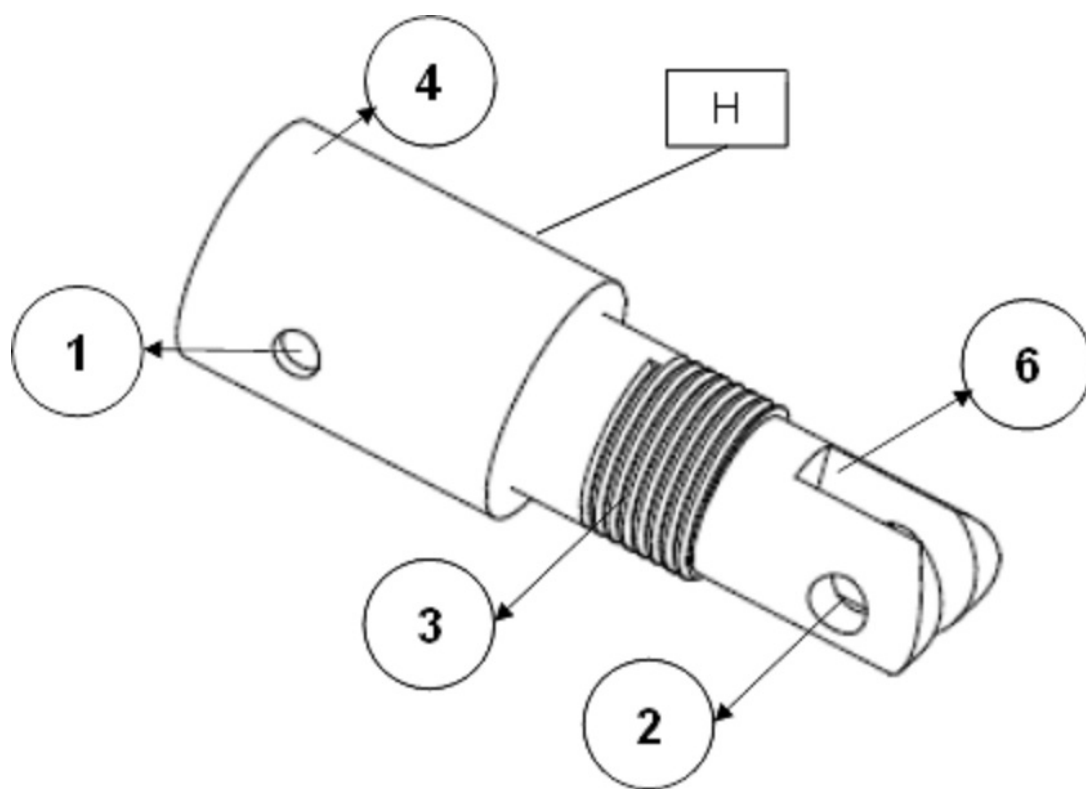


Figura 2.

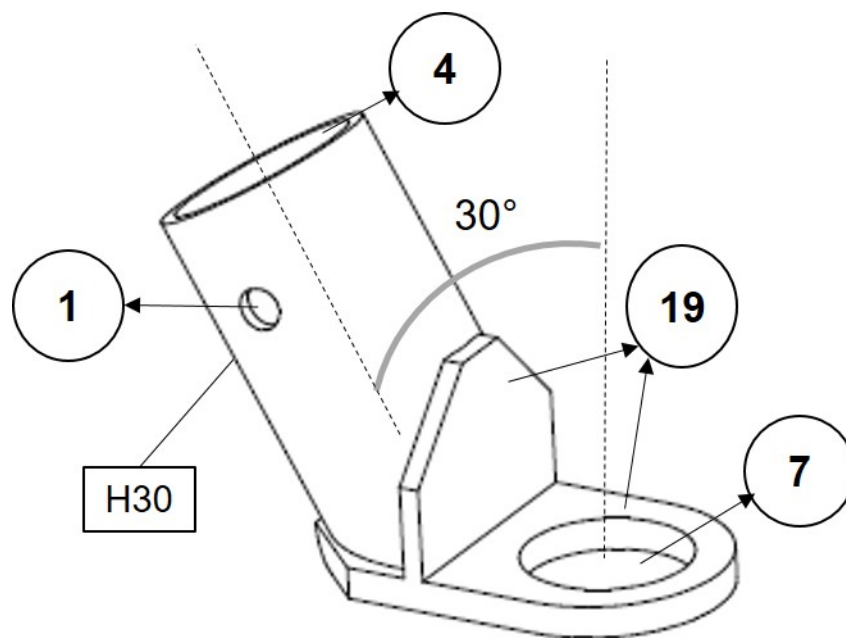


Figura 3.

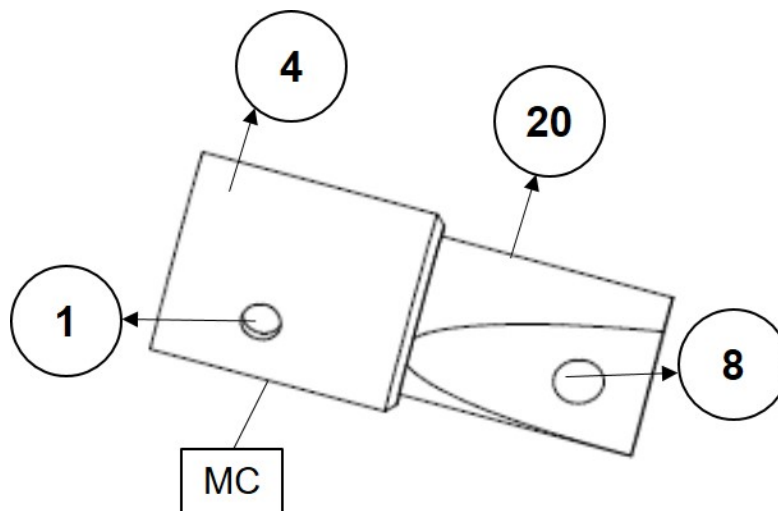


Figura 4.

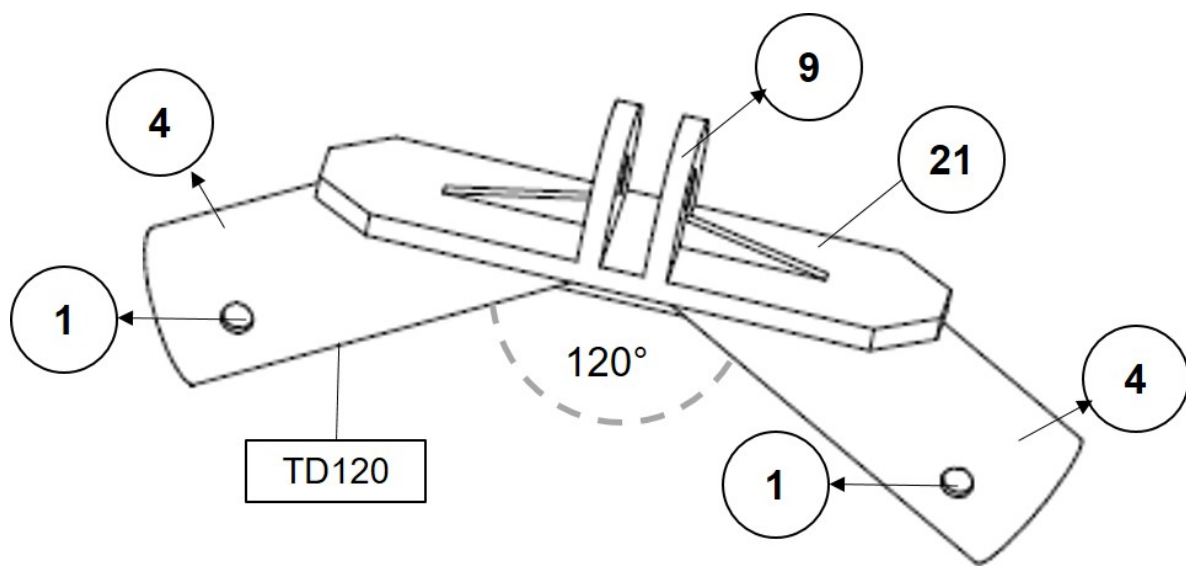


Figura 5.

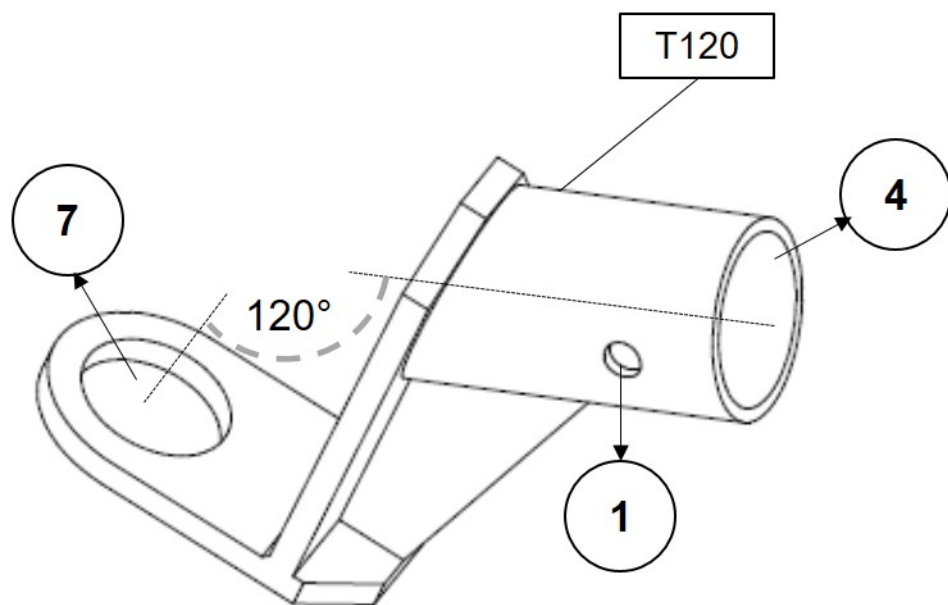


Figura 6.

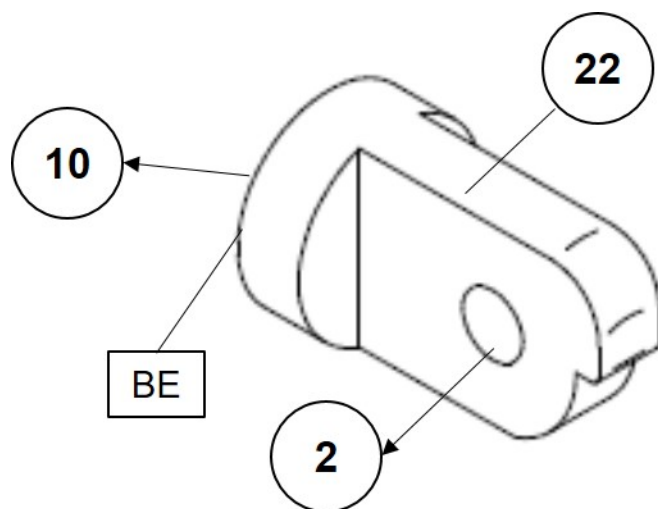


Figura 7.

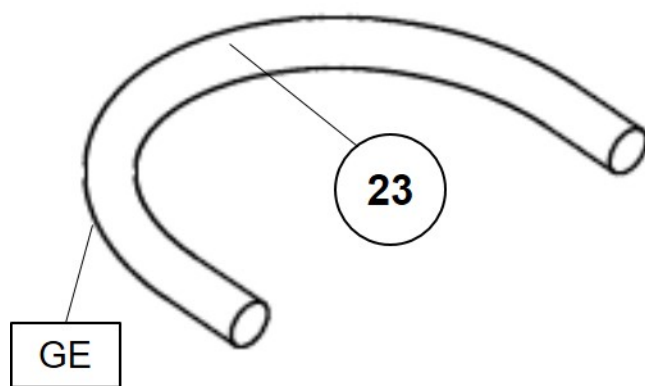


Figura 8.

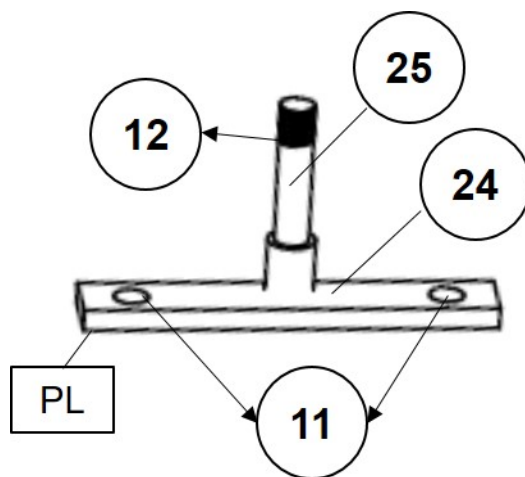


Figura 9.

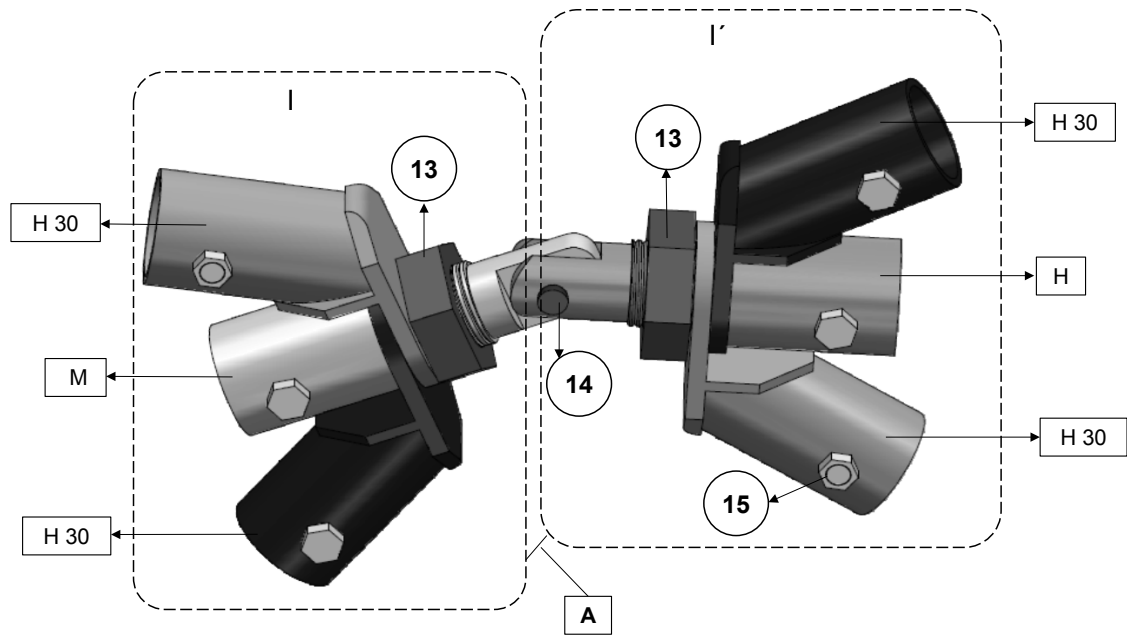


Figura 10.

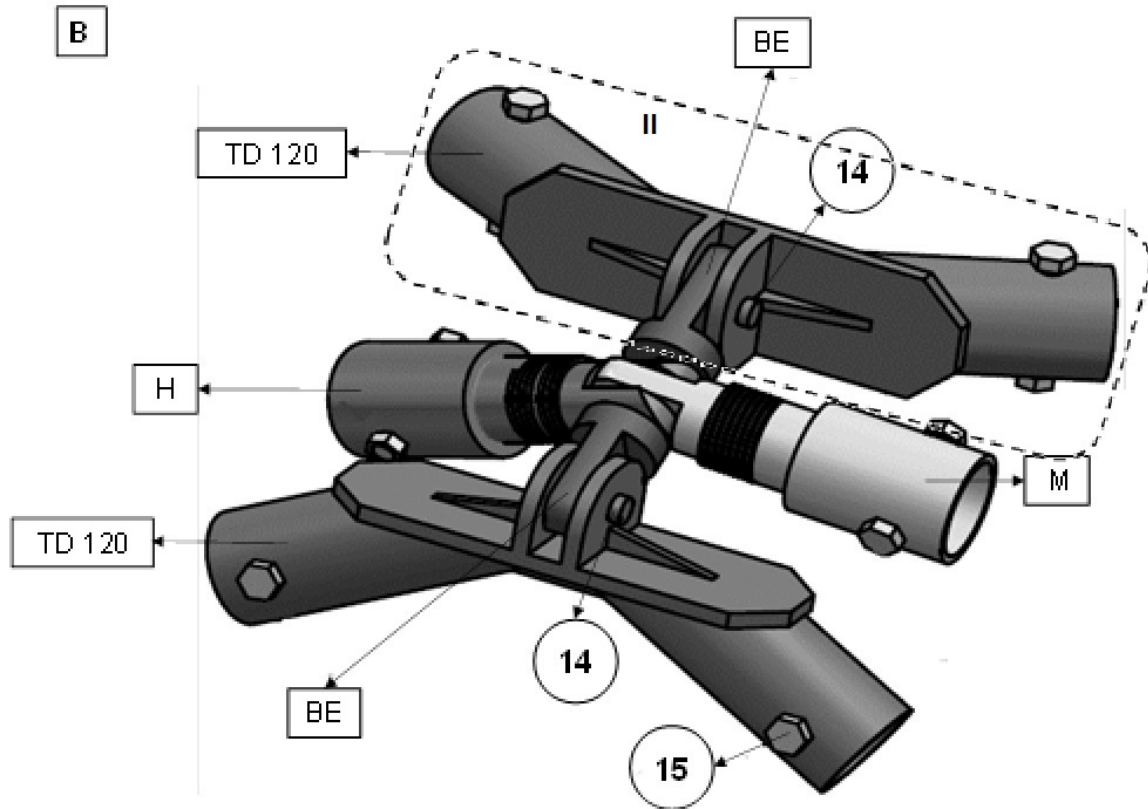


Figura 11.

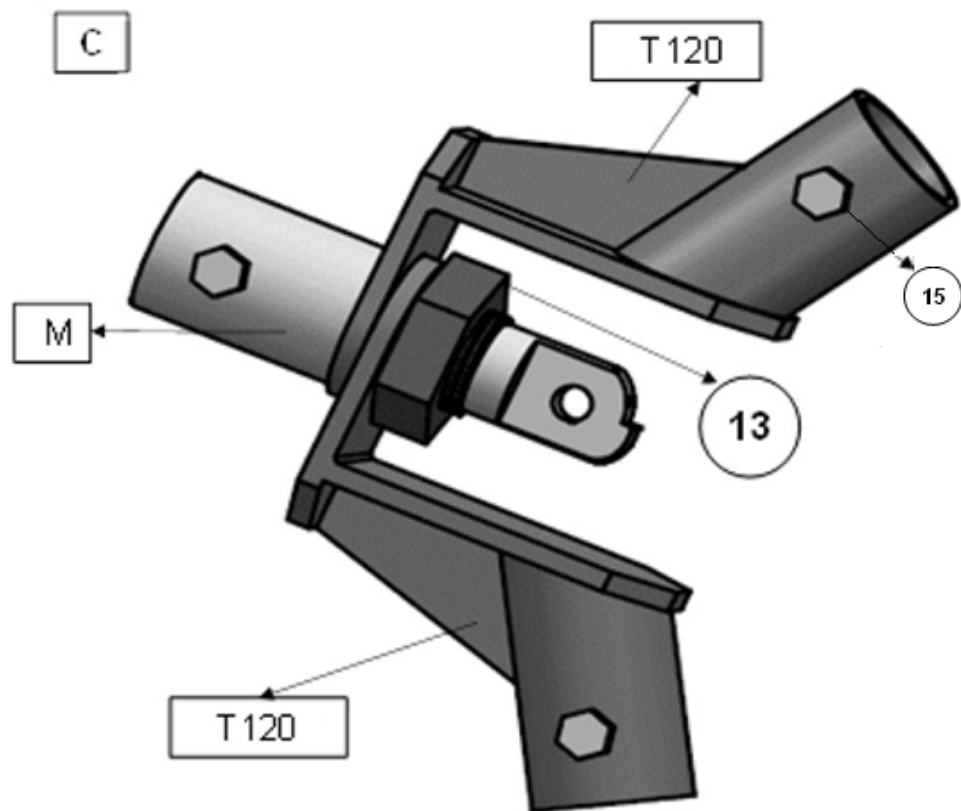


Figura 12.

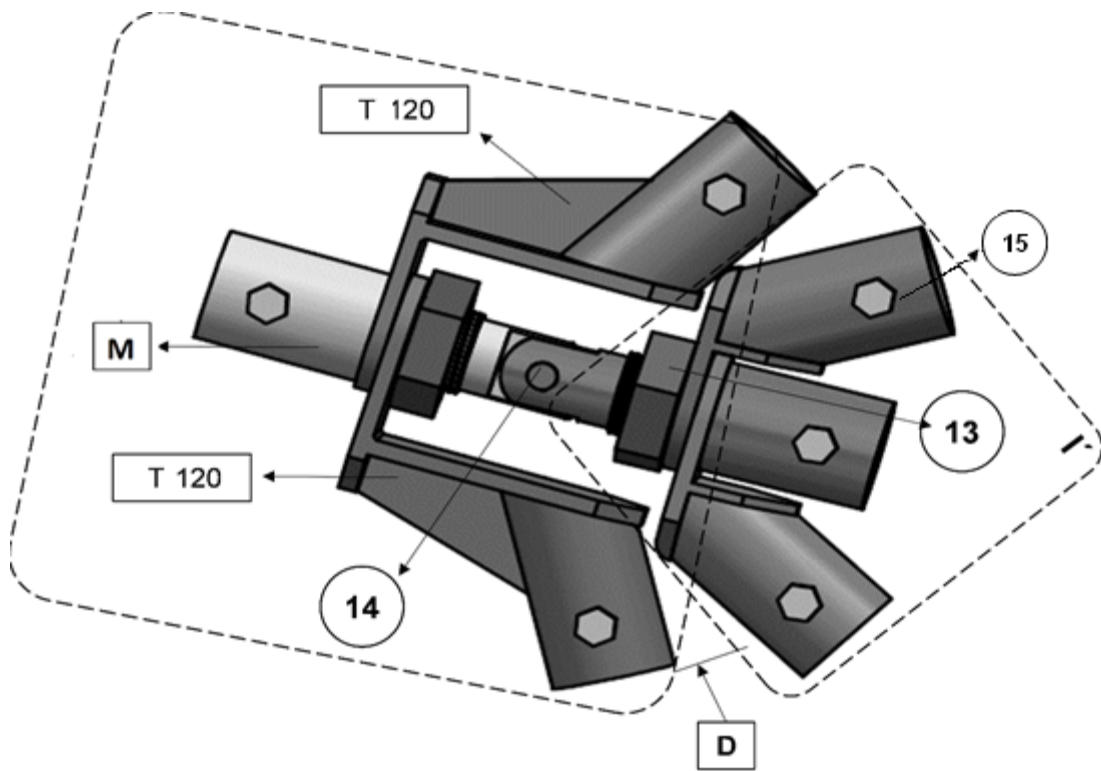


Figura 13.

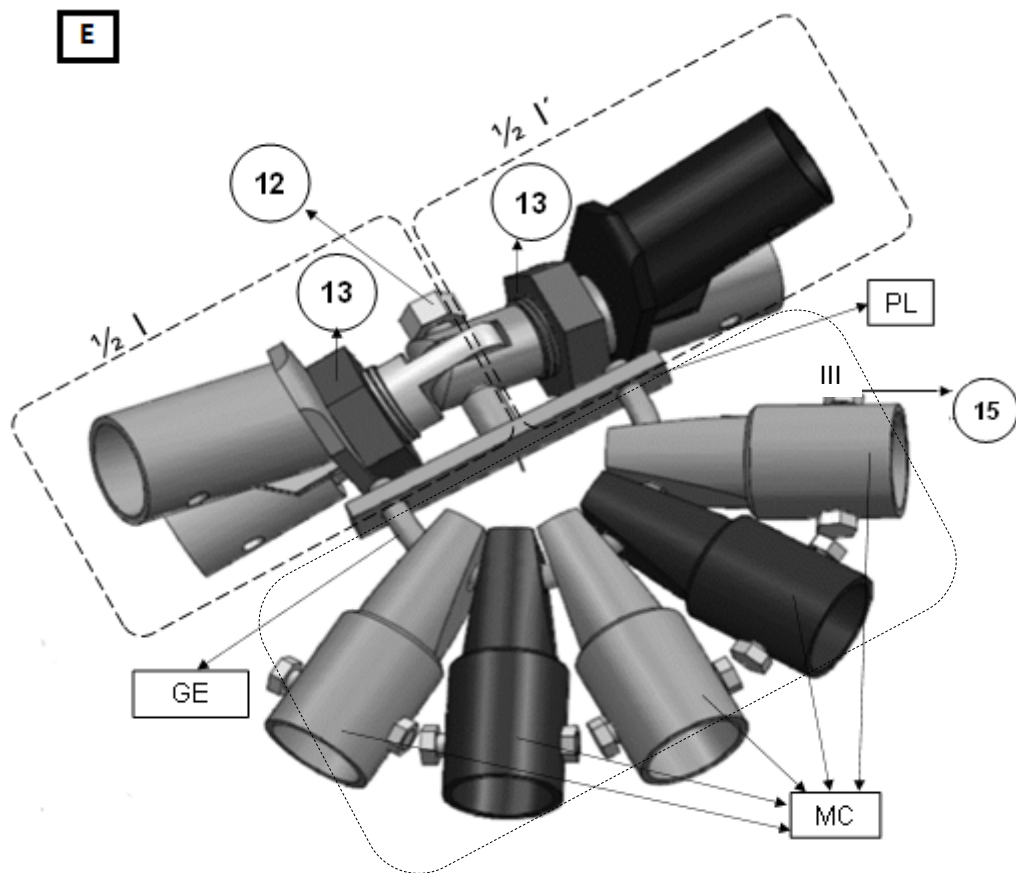


Figura 14.

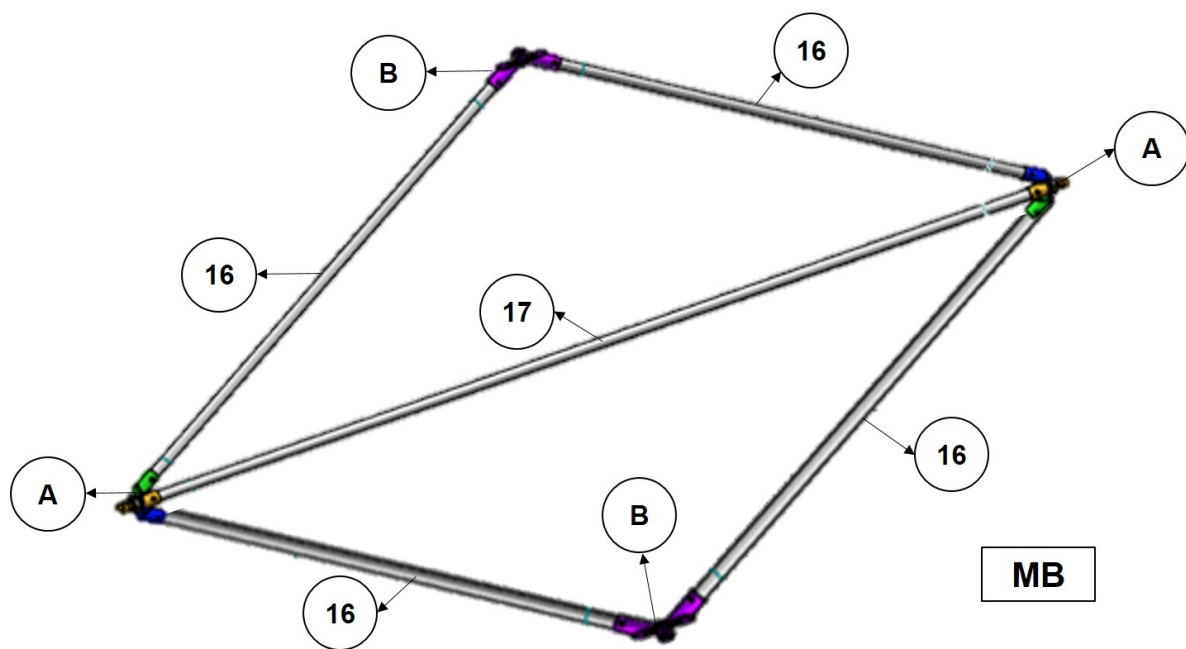


Figura 15.

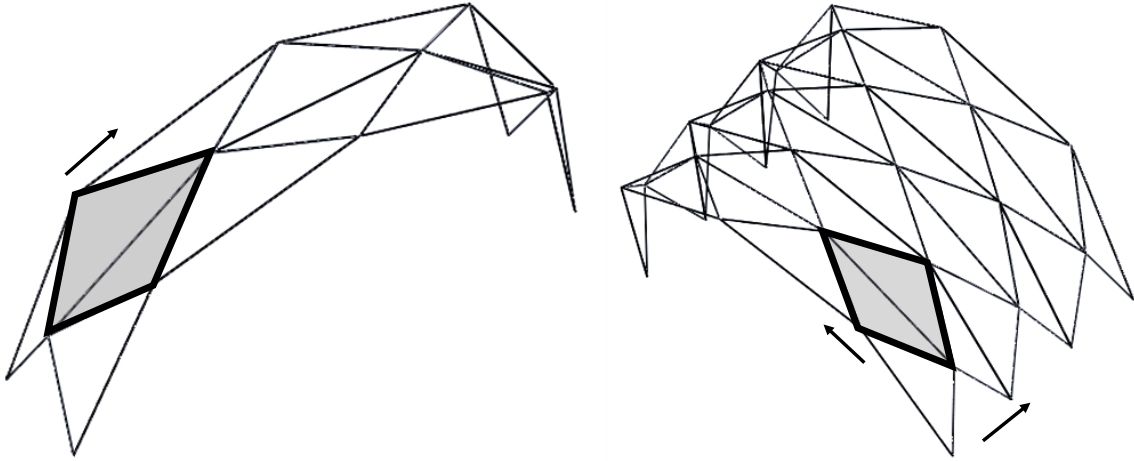


Figura 16.

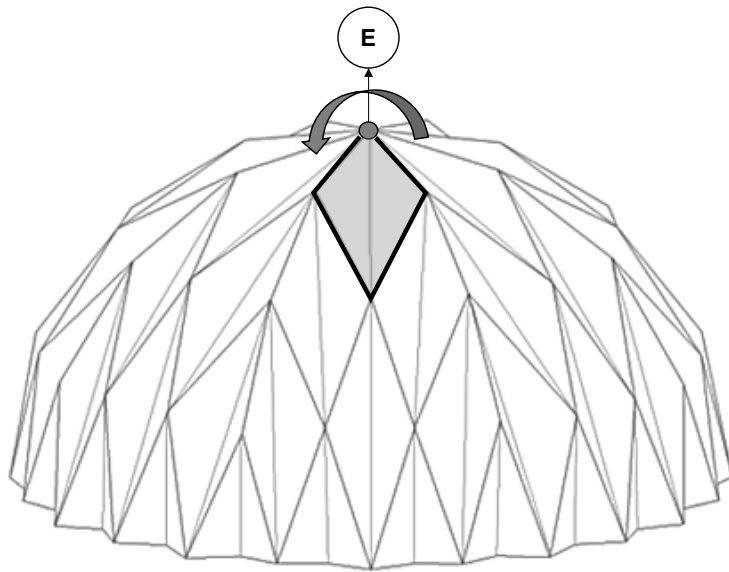


Figura 17.

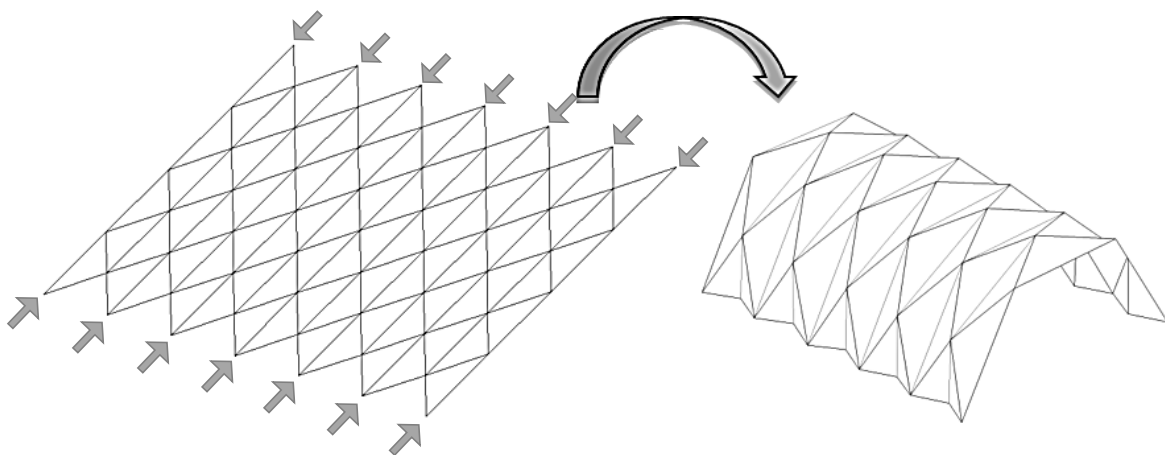


Figura 18.

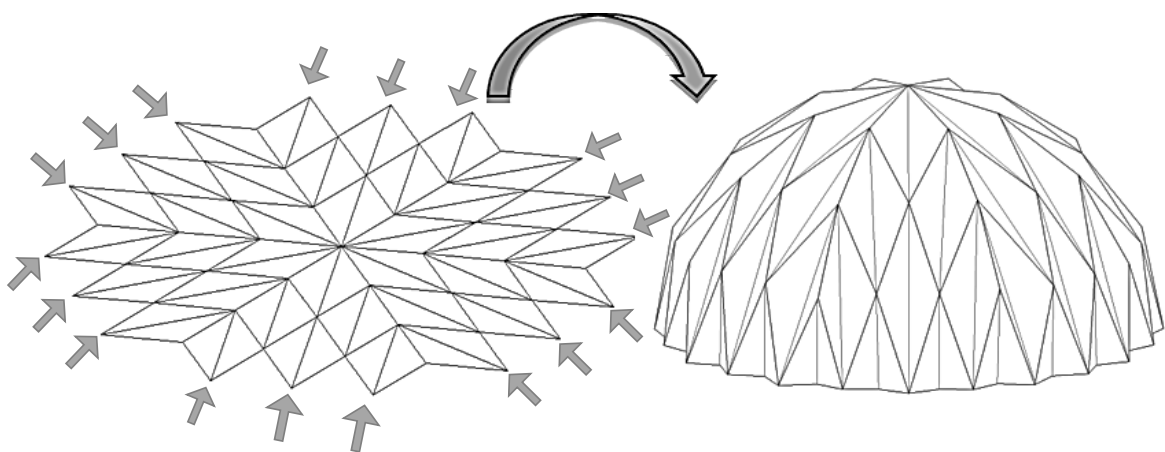


Figura 19.

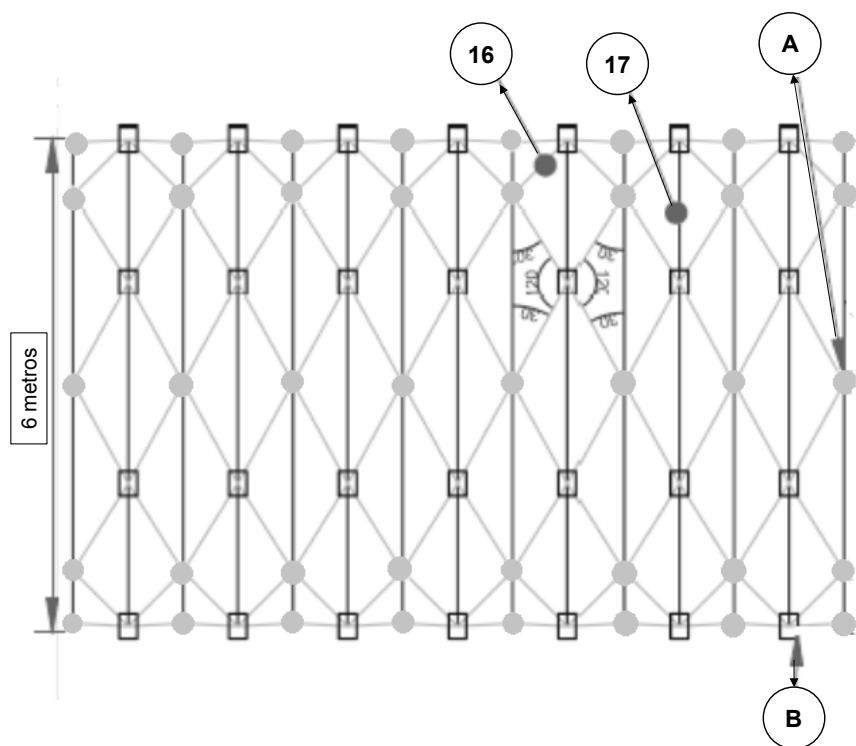


Figura 20.

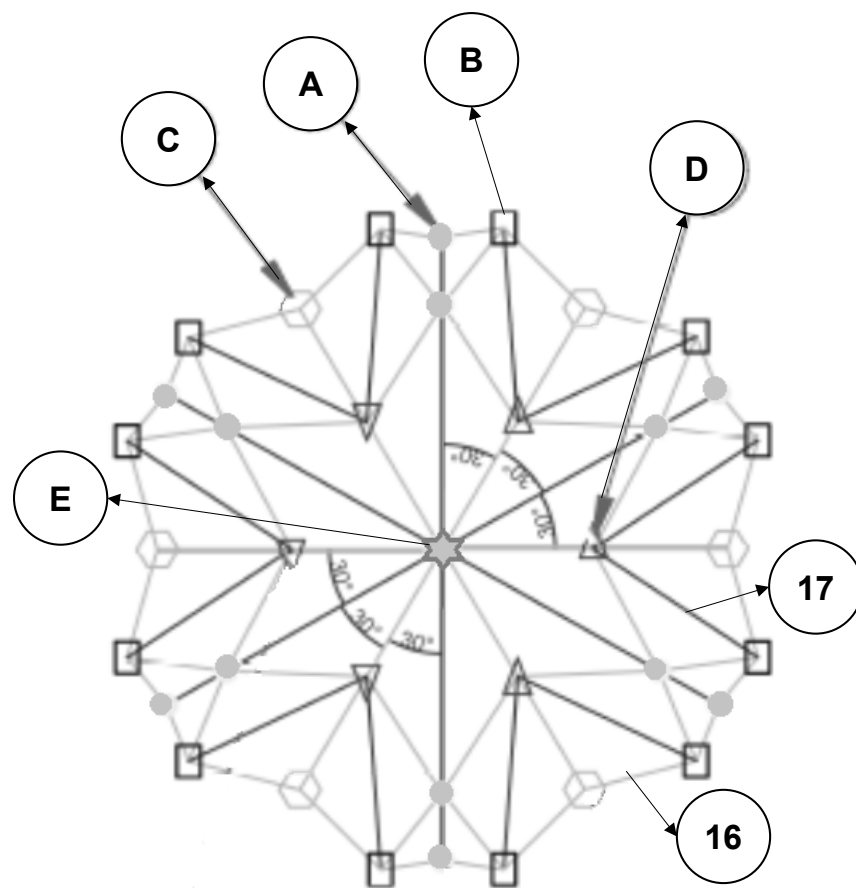


Figura 21.

RESUMEN

Se reivindica un conjunto estructural y constructivo que permite conformar estructuras tubulares de bóvedas y cúpulas como estructuras de rápido y fácil montaje, basándose para ello en cinco piezas básicas con las que se construyen uniones móviles, las cuales unidas a barras permiten conformar las estructuras arqueadas. Los elementos del sistema están prefabricados y el armado se hace a nivel del suelo, para luego dar la curvatura de la estructura con unos empujes laterales. Las estructuras conformadas ofrecen diferentes usos como pueden ser los equipamientos deportivos y culturales, entre otros. Es posible aplicar las uniones para trabajar con diferentes tipos de material para las barras, dependiendo del uso y el presupuesto de que se disponga.

BIBLIOGRAFÍA

- (24 de abril de 2014). Obtenido de <http://images.arq.com.mx/eyecatcher/590590/12986-19.jpg>
- (25 de abril de 2014). Obtenido de <http://media-cache-ec0.pinimg.com/736x/8c/35/72/8c3572ca0009db5cfd37f5ba581c14e.jpg>
- AE Lab.* (30 de enero de 2014). Obtenido de <http://www.vub.ac.be/ARCH/ae-lab/projects/kfas>
- AITIM. (Septiembre- octubre 2002). Terminal portuaria de Yokohama. *Boletín de información técnica*, No.219, p.13-16.
- Archivo Clarín Arquitectura.* (29 de abril de 2014). Obtenido de <http://archivoarq.clarin.com/obras/fotos/81-terminal-maritima-de-yokohama>
- Arquiscopio.* (24 de mayo de 2014). Obtenido de <http://arquiscopio.com/archivo/2013/02/02/hangares-para-dirigibles-de-orly/>
- Arquitectura espectacular.* (29 de 04 de 2014). Obtenido de <http://arquitecturaespectacular.blogspot.com/2010/03/terminal-yokohama.html>
- Art tower Mito.* (02 de 04 de 2014). Obtenido de <http://www.arttowermito.or.jp/johokuchu/tenkaizul.gif>
- Buri, H., & Weinand, Y. (s.f.). *Origami-Folded Plate Structures,Architecture.* Lausanne,Switzerland: Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne.
- Camelo, A. (2002). *Estructuras dinámicas, variaciones tipo tijera*, Dir. Maria Claudia Villate. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Tesis de grado.
- Ciudad de las artes.* (24 de mayo de 2014). Obtenido de http://1.bp.blogspot.com/_H2w67VvzUIw/S9mUyY_4IUI/AAAAAAAAACw/KxwOekrUqvs/s1600/20049913856o-2178dig_jft.jpg
- Colección cuerpo humano .* (2014). Editorial RBA.
- De Temmerman, N., Mollaert, M., & Van Mele, T. (2006). Development of a foldable mobile shelter system. *Enternational conference on adaptable building structures eindnhoven the netherlands.*, 17.
- Diez, G. (2005). *Diseño estructural en arquitectura.* Buenos Aires: Nobuko.

Domus. (24 de mayo de 2014). Obtenido de <http://www.domusweb.it/it/dall-archivio/2011/04/28/il-palazzo-delle-esposizioni.html>

Engel, H. (1970). *Sistema de Estructuras*. Madrid: Blume.

Escrig, F., & Sánchez, J. (marzo de 2013). *Arquitectura reciclable y transportable. Las construcciones de papel y cartón*. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/86064727/2011-3-Arquitectura-reciclable#scribd>

Estación San Lázaro. (24 de mayo de 2014). Obtenido de http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/San_Lazaro_03.jpg

Estereoestructuras. (09 de septiembre de 2013). Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/30740981/ESTEREOESTRUCTURAS>

Explorando la forma. (24 de mayo de 2014). Obtenido de <http://explorandolaforma.files.wordpress.com/2013/07/ilustracion3b3n-4-techo-estacion3b3n-de-gasolina-en-suiza-cc3a1scara-de-concreto.png>

Franco, R., & Torres, L. (2006). *Estructuras Adaptables*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Frazier, I. (mayo 2011). The march of the strandbeests. *New Yorker*, vol.87, No.26.

García, R. (Enero-marzo 2013). Dos décadas de estructuras plegadas de Hormigón. Inicio y ocaso de un movimiento. *Informes de la construcción*, vol.65, No.529, p.27-39.

Gasolinera Repsol. (24 de mayo de 2014). Obtenido de <http://www.jotdown.es/wp-content/uploads/2011/11/Gasolinera-Repsol.jpg>

Guerrero, E., Hidalgo, E., Salazar, M. A., & Villar, O. (05 de abril de 2014). *Informe final sobre el diseño de un prototipo caballo - Robot*. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/76196437/9/MECANISMO-DE-THEO-JANSEN>

Gutiérrez, H. D. (2003). *Implementación de estructuras móviles para cubiertas en instalaciones deportivas*. Dir. María Claudia Villate. Bogotá: Facultad de Artes, Universidad Nacional de Colombia, Tesis de grado.

Helsen, M., & Menges, A. (Marzo-Abril 2008). Differentiated space frames. *Architectural Design*, Vol.78, No.2, p. 62-63.

ICONTEC. (2008). *Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación*. NTC 1486. Bogotá: El instituto.

ICONTEC. (2008). *Referencias bibliograficas. Contenido forma y estructura. NTC 5613*. Bogotá: El instituto.

Jackson, P. (2001). *Técnicas de plegado para diseñadores y arquitectos*. Barcelona: Promopress.

Jaksch, S., & Sedlak, V. (2011). A foldable umbrella structure-Developments and Experiences. *International journal of space structures*, Vol.26 No.1.

La vuelta al mundo. (abril de 2014). Obtenido de <http://lavueltaalmundo12.blogspot.com/2012/05/terminal-maritima-de-yokohama-215.html>

Laminares. (09 de Septiembre de 2013). Obtenido de www.slideshare.net/construccion_III/7laminares-metlicassup-sencillas

Mariño, R. (2004). *La geometría en el arte y el diseño*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Mecanismo de Theo Jansen. (septiembre de 2013). Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/76196437/9/MECANISMO-DE-THEO-JANSEN>.

Medina, J. (Marzo de 2013). *Universidad de los Andes Venezuela*. Obtenido de <http://webdelprofesor.ula.ve/arquitectura/jorgem/principal/guias/cascaras.htm>

Ospina, C. (2007). *Arrugar, Doblar y pegar*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Otto, F. (1979). *Arquitectura adaptable seminario organizado por el instituto de estructuras ligeras*. Barcelona: Gustavo Gili.

Panoramio. (06 de 08 de 2013). Obtenido de <http://www.panoramio.com/photo/15081118>

Panoramio. (02 de abril de 2014). Obtenido de <http://static.panoramio.com/photos/large/6659297.jpg>

Parapli. (05 de Abril de 2014). Obtenido de <http://www.parapli.com>

Patente EP1865209A1. (09 de septiembre de 2013). Obtenido de <http://patentimages.storage.googleapis.com/EP1865209A1/imgf0004.png>

Plegaduras. (15 de Octubre de 2013). Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/79053728/Plegaduras>

Real Academica Española. (2012). *Diccionario de la lengua española*. Edición No.22.

Schumacher, M., Schaeffer, O., & Vogt, M. (2010). *Move*. Hannover.

Stepien y Barno. (25 de abril de 2014). Obtenido de <http://www.stepienybarno.es/blog/wp-content/uploads/2009/05/3-candelaconstruccion.jpg>

Trebbs, J. C. (2012). *El arte del plegado*. Barcelona: Promopress.

Uchimiya. (02 de abril de 2014). Obtenido de <http://www.uchimiya.co.jp/en/img/project/mito.png>

Vedoya, D., & Prat, E. (2009). *Estructuras de Grandes luces. Tecnología y diseño*. Corrientes: Ediciones del Itdahu.

Velasco, R. (2008). Configuraciones estructurales sinérgicas: hacia una economía material. *Revista de Arquitectura*, Universidad Piloto de Colombia.

Villate, M. C. (1998). *Morfología estructural*. Valencia: Universidad politécnica de Valencia.

Villate, M. C. (2008). *Estructuras no convencionales en arquitectura*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.