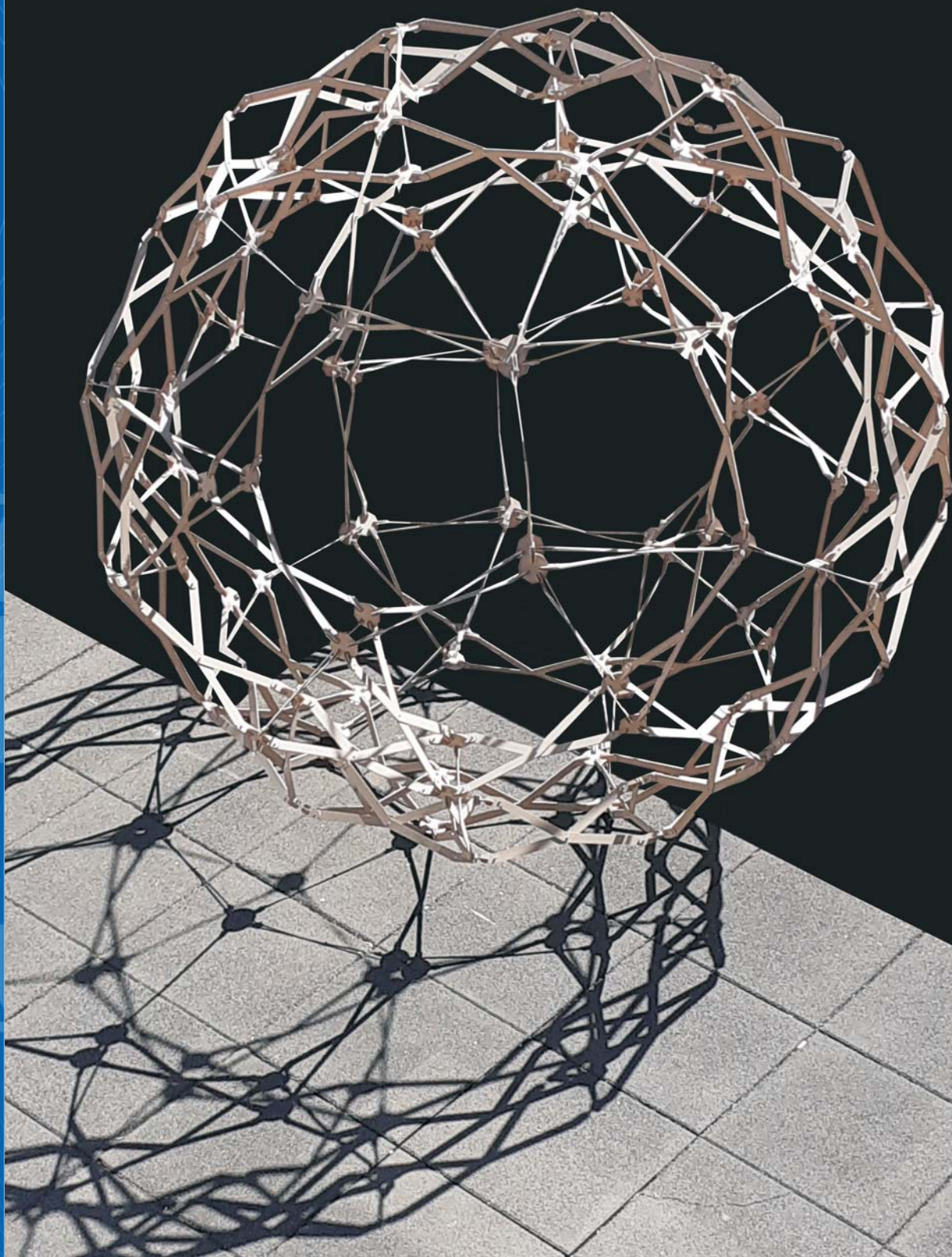




Escuela Técnica  
Superior  
de Arquitectura  
y Edificación  
Cartagena



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

catálogo de la exposición  
**Estructuras desplegadas**  
de los prototipos al diseño paramétrico

Manuel A. Ródenas López//Pedro M. Jiménez Vicario//Adolfo Pérez Egea//Martino Peña Fernández-  
Serrano////Pedro García Martínez//

# Estructuras Desplegables

De los prototipos al diseño paramétrico

Coordinadores

Manuel A. Ródenas López  
Pedro M. Jiménez Vicario  
Adolfo Pérez Egea  
Martino Peña Fernández-Serrano  
Pedro García Martínez

Colaboradores

María Isabel Sánchez Fernández  
Álvaro Sánchez Garda  
Simone Vassalluzzo



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

Campus  
de Excelencia  
Internacional



© 2019, Manuel A. Ródenas López, Pedro M. Jiménez Vicario,  
Adolfo Pérez Egea, Martino Peña Fernández-Serrano,  
Pedro García Martínez, (Coords.)

© 2019, María Isabel Sánchez Fernández, Álvaro Sánchez Garda,  
Simone Vassalluzzo (Colbs.)

© 2019, Universidad Politécnica de Cartagena

© 2019, De los textos y sus imágenes sus autores

Catálogo de la Exposición realizada en la Facultad de Ciencias de la Empresa del 17 al 23 de octubre de 2019 titulada "Estructuras Desplegables. De los prototipos al diseño paramétrico". La exposición fue el resultado del trabajo del grupo GRAMMAR (Graphic Analysis and Methodologies for Architectural Research).

Esta publicación se enmarca en el Plan de Apoyo a la Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica de la UPCT de referencia 2017\_2453 "Aplicación del diseño paramétrico y diseño generativo para análisis y optimización de estructuras espaciales desplegadas".

Primera edición, 2019



Esta obra está bajo una licencia de Reconocimiento-NOcomercial-SinObraDerivada (by-nc-nd): no se permite el uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. [http://es.creativecommons.org/blog/wp-content/uploads/2013/04/by-nc-nd.eu\\_petit.png](http://es.creativecommons.org/blog/wp-content/uploads/2013/04/by-nc-nd.eu_petit.png)



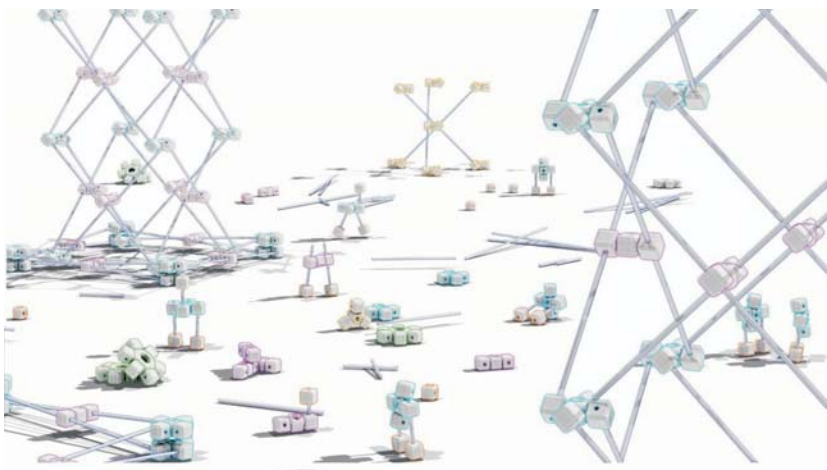
# Índice

1\_Prólogo.....1

2\_Modelos.....2



3\_Paneles.....16



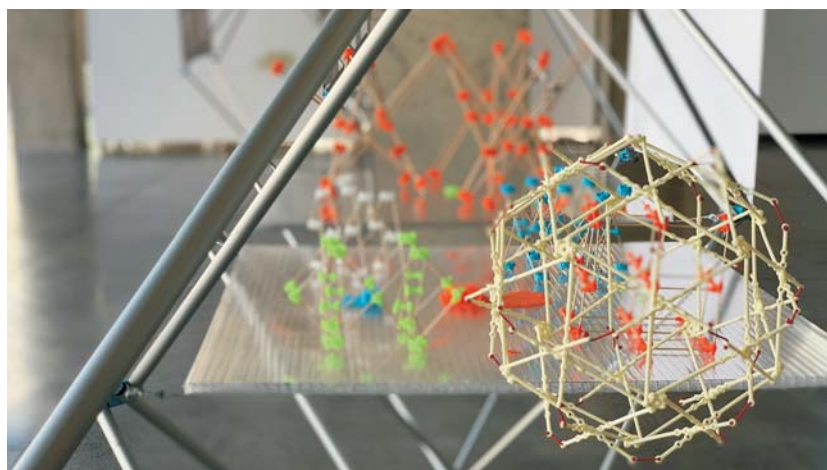
4\_Espacio Expositivo.21

4.1\_El lugar.....22

4.2\_Estructura.....23

4.3\_Soporte.....24

4.4\_La inauguración en imágenes.....25



Este catálogo recoge algunos aspectos de la exposición titulada “Estructuras desplegadas: de los prototipos al diseño paramétrico”. En ella se mostraron algunos de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación “Aplicación del diseño paramétrico y diseño generativo para el análisis y optimización de estructuras espaciales desplegadas”, desarrollado desde octubre de 2017 hasta noviembre de 2019 y en el que el equipo de investigadores y colaboradores se ha volcado con esfuerzo e ilusión durante dos años de trabajo.

Este proyecto fue uno de los seleccionados como financiable dentro de la Convocatoria de Ayudas a Primeros Proyectos de Investigación dentro del marco de actuaciones del Plan I+D+i 2017-2020 de la UPCT, concedido al grupo de I+D 'GRAMMAR' del Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación.

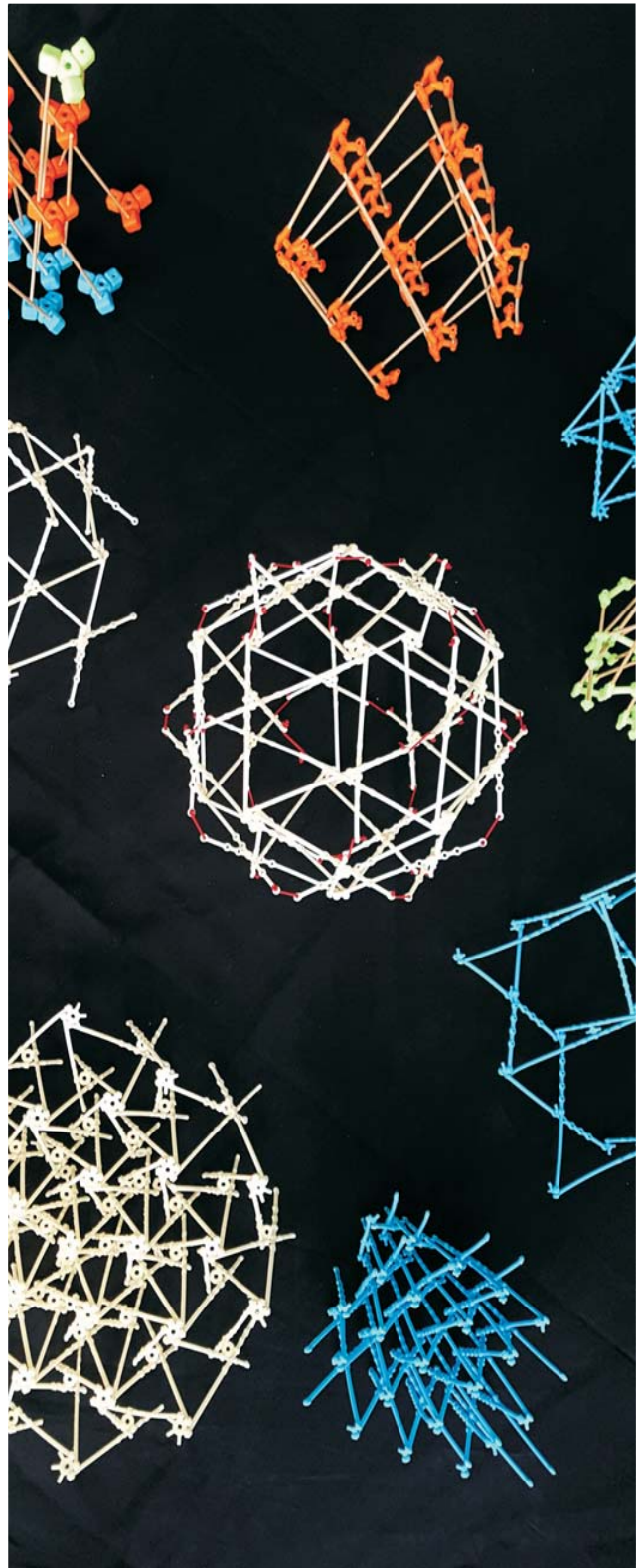
Durante los años 1960 del pasado siglo, las estructuras desplegadas alcanzaron su auge en cuanto a investigación y difusión. Los arquitectos españoles Emilio Pérez Piñero y Félix Escrig fueron pioneros en el desarrollo de patentes de este tipo de estructuras. En estos años, todavía no se habían desarrollado las aplicaciones informáticas de CAD y se hacía muy costoso el trazado del movimiento de los puntos de estas estructuras en movimiento mediante métodos manuales. Por tanto, el único método que estos investigadores disponían para probar el funcionamiento de sus prototipos era construyéndolos físicamente.

Hoy en día, no sólo contamos con el diseño por ordenador, sino que además, disponemos de herramientas software de diseño paramétrico que nos permiten simular en tiempo real el movimiento de estas estructuras.

Este proyecto nos ha permitido modelizar digitalmente aquellos prototipos, analizarlos, optimizarlos y desarrollar nudos y barras que puedan ser fabricados con impresión 3D. De todo lo expuesto se muestran aquí algunos modelos producidos, paneles expositivos y el diseño de la propia exposición.

Recogiendo el testigo de estos pioneros y usando las últimas tecnologías se nos abre un amplio campo de posibilidades de investigación aún por explorar.

## 1\_Prólogo

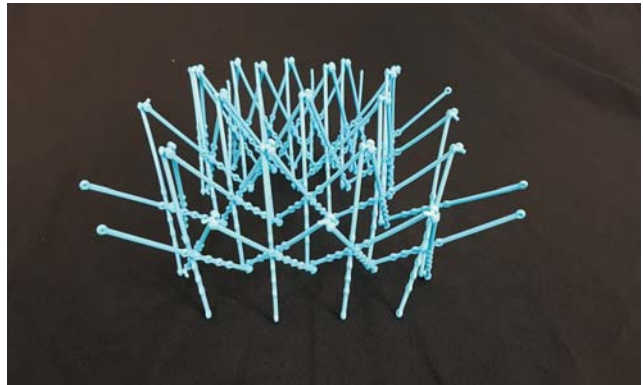


2\_Modelos.



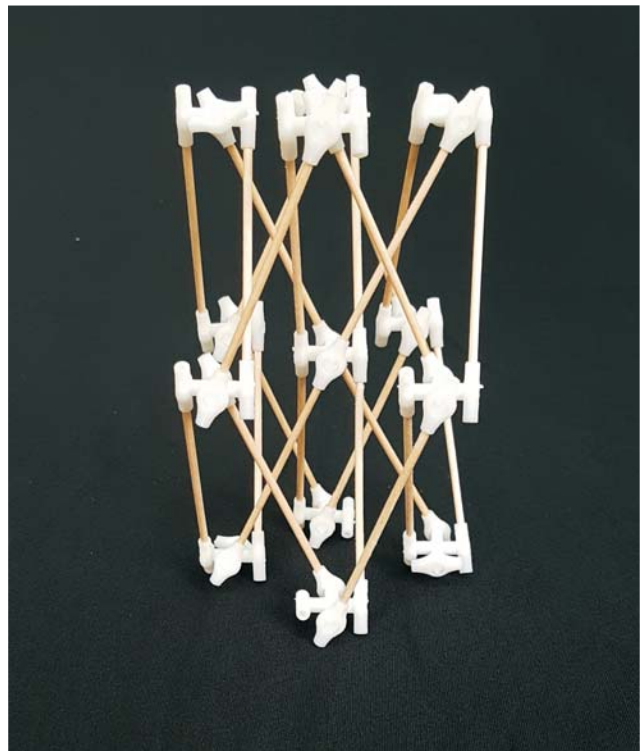
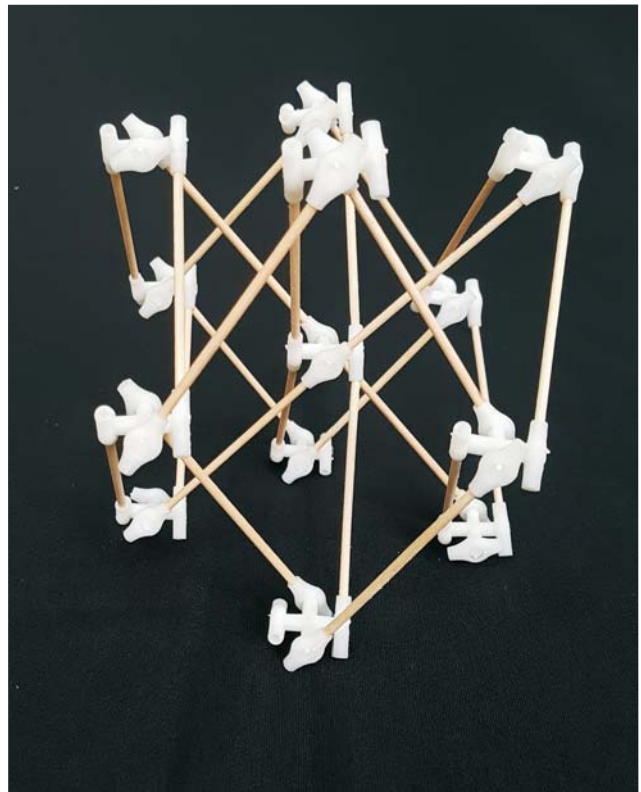
Composición basada en el módulo de Emilio Pérez Piñero (Patente ES266801/USA3185164) con distintas longitudes de barra.  
Estados: plegada y desplegada.  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo.  
Construcción: Impresión 3D con plástico ABS.



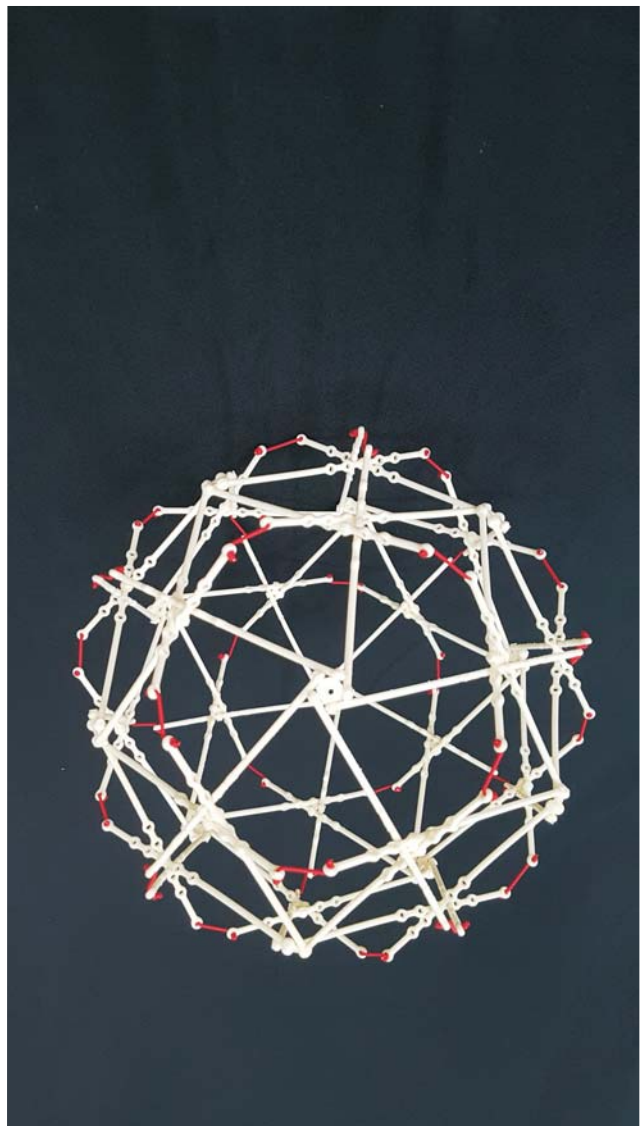
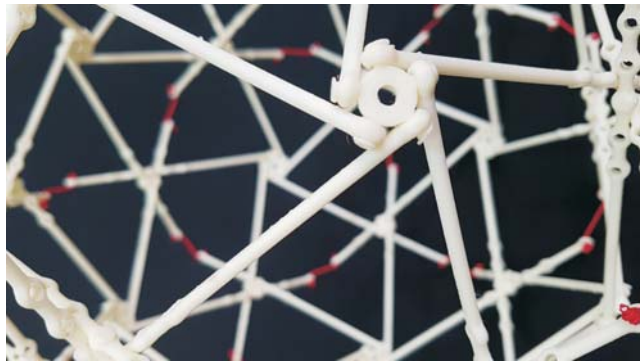


Composición basada en el módulo de Emilio Pérez Piñero (Patente ES266801/USA3185164) con distintas longitudes de barra.  
Estados: plegada y desplegada.  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo.  
Construcción: Impresión 3D con plástico ABS.

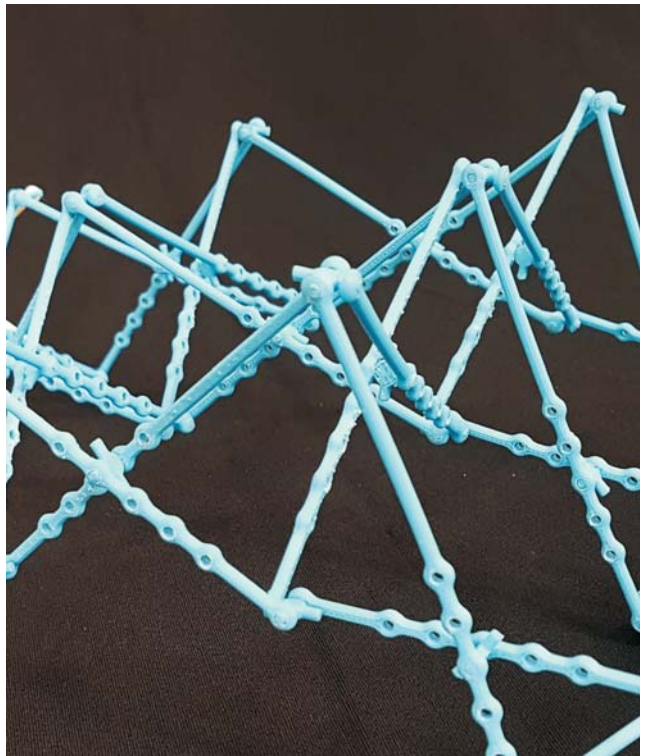
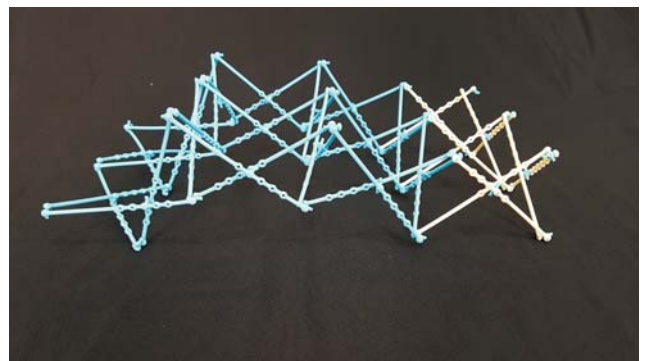
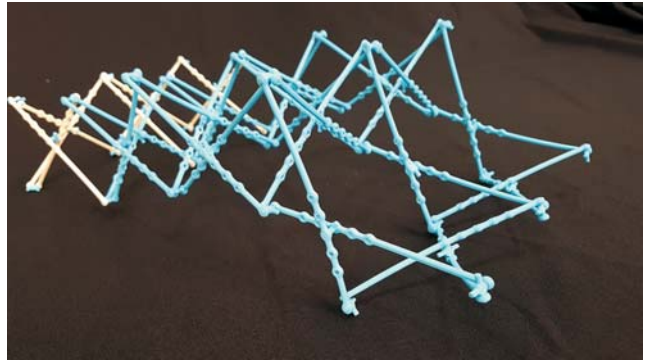




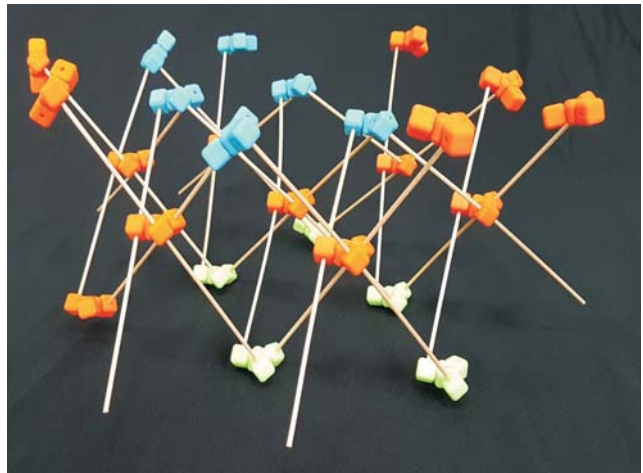
Composición basada en el módulo de Emilio Pérez Piñero (Patente ES266801/USA3185164)  
Estados: plegada y desplegada  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo.  
Construcción: barras de madera y nudos mediante impresión 3D con plástico ABS.



Esfera basado en el módulo de Emilio Pérez Piñero (Patente ES266801/USA3185164) con haces de tres barras conectadas de 5 en 5.  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo.  
Construcción: barras y nudos con impresión 3D con plástico ABS.

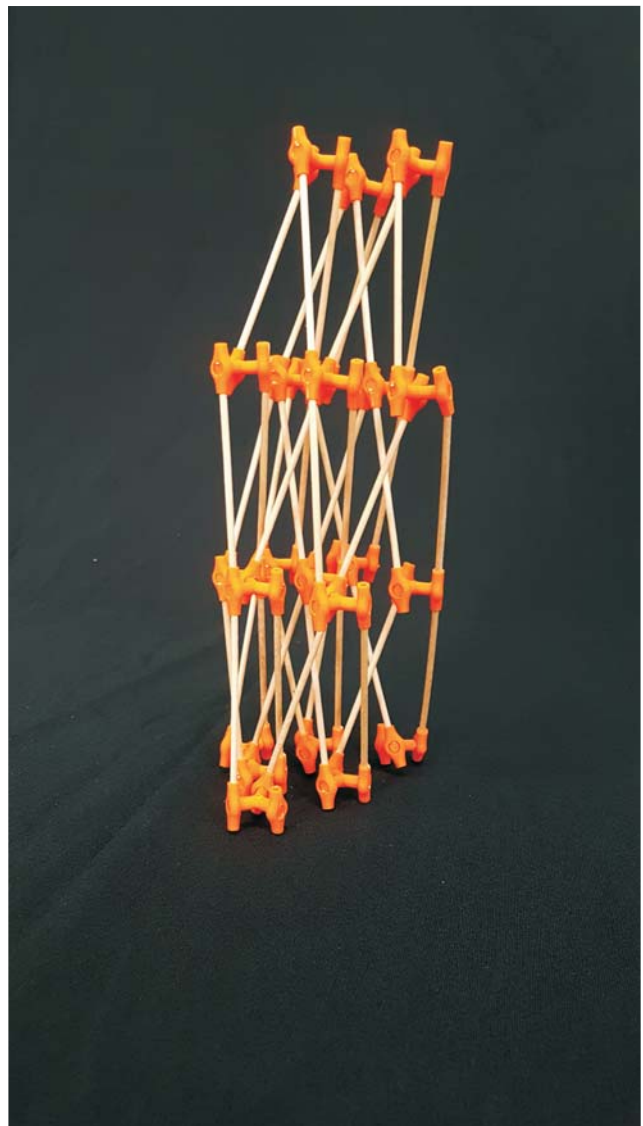
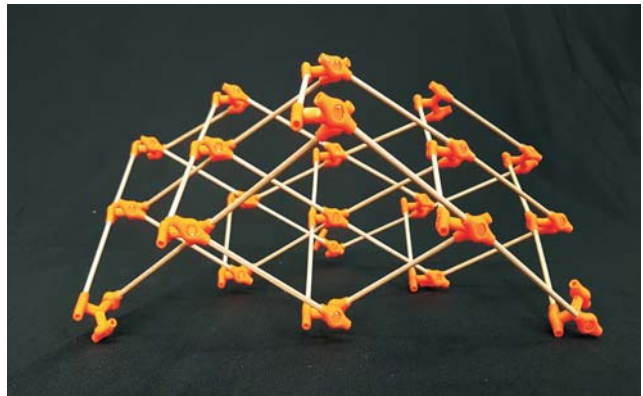


Composición basada en el módulo de Félix Escrig (Patente ES532.117A1) con distintas longitudes de barra.  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo.  
Construcción: barras y nudos mediante impresión 3D con plástico ABS.

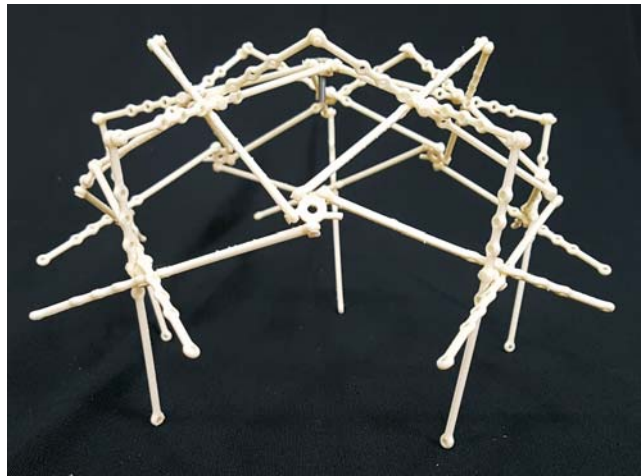


Composición basada en el módulo de Emilio Pérez Piñero (Patente ES266801/USA3185164)  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo.  
Construcción: barras de madera y nudos mediante impresión 3D con plástico ABS.

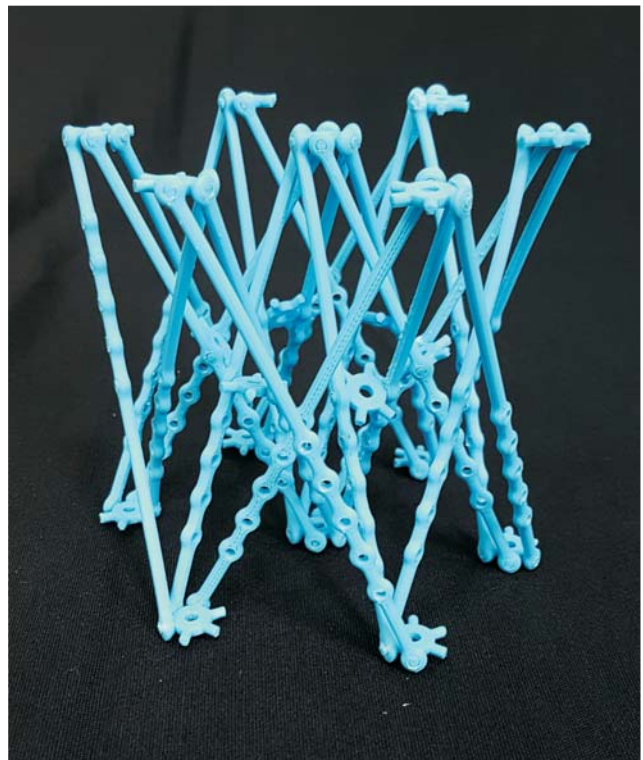
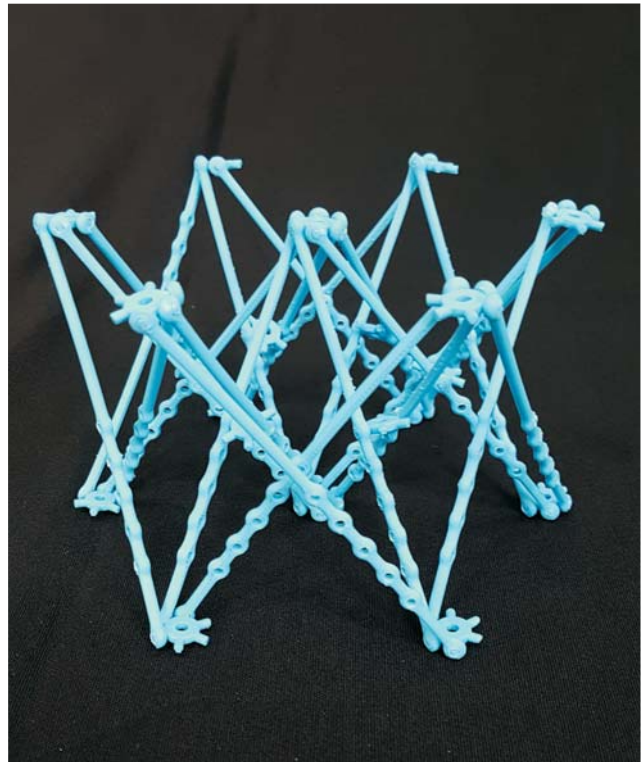




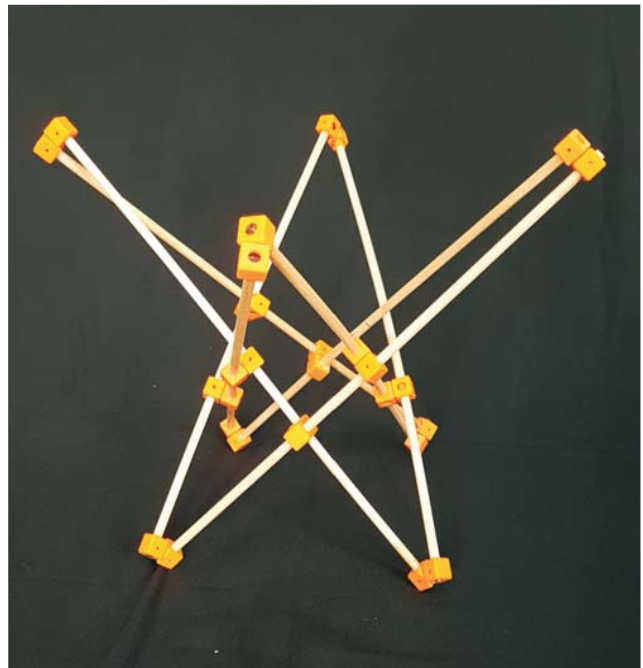
Composición basada en el módulo de Emilio Pérez Piñero (Patente ES266801/USA3185164)  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo  
Construcción: barras de madera y nudos mediante impresión 3D con plástico ABS.



Sector esférico basado en el módulo de Emilio Pérez Piñero (Patente ES266801/USA3185164) con haces de tres barras conectadas de 5 en 5. Modelización: Grasshopper/Kangaroo. Construcción: barras y nudos con impresión 3D con plástico ABS.



Composición basada en el módulo de Félix Escrig (Patente ES532.117A1) con distintas longitudes de barra.  
Estados: plegado y desplegado.  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo.  
Construcción: barras y nudos mediante impresión 3D con plástico ABS.

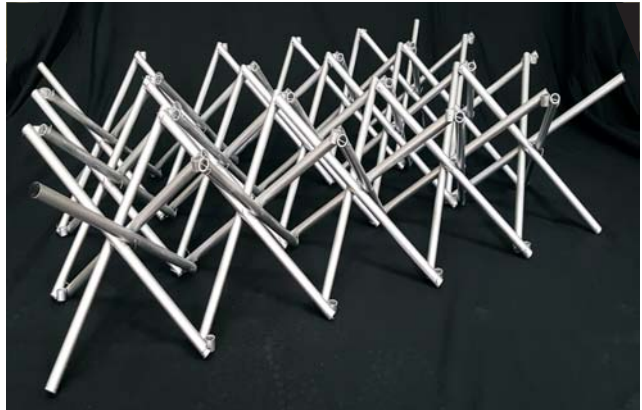


Composición basada en el módulo de Félix Escrig (Patente ES532.117A1) con antiprisma de base cuadrada.  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo.  
Construcción: barras de madera y nudos mediante impresión 3D con plástico ABS.

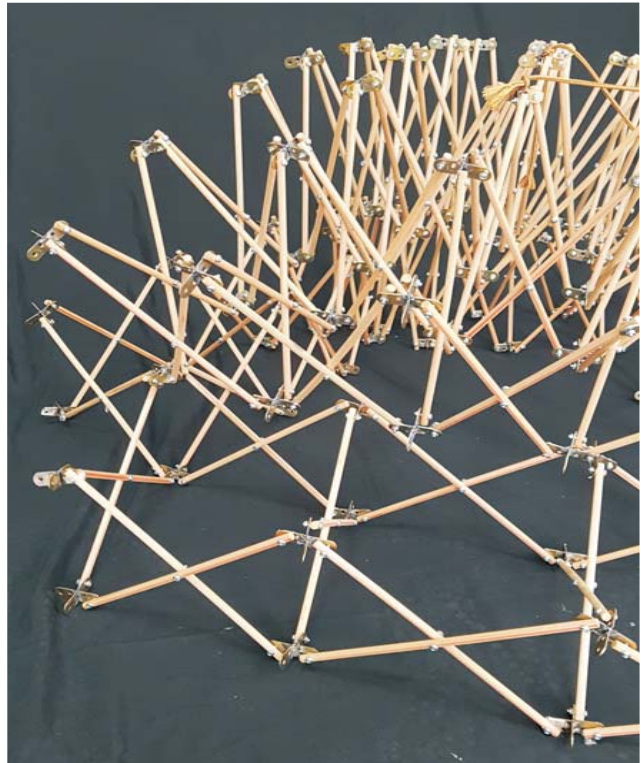




Composición basada en el módulo de Félix Escrig (Patente ES532.117A1) con una haz de 6 barras.  
Estados: plegado y desplegado  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo  
Construcción: barras de madera y nudos mediante impresión 3D con plástico ABS



Composición basada en el módulo de Emilio Pérez Piñero (Patente ES266801/USA3185164).  
Estados: plegado y desplegado  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo  
Construcción: barras y nudos de aluminio



Composición basada en el módulo de Félix Escrig (Patente ES532.117A1). Intersección entre esfera y cubo.  
Estados: plegado y desplegado.  
Modelización: Grasshopper/Kangaroo.  
Construcción: barras de madera y nudos metálicos.



3\_Paneles de la Exposición





Panel 1\_Estudio histórico de las distintas estructuras desplegables que han sido patentadas por parte de los principales investigadores en este campo.

**Tb3**

**Patent** ES266801//USA3185164

**Author** Emilio Pérez Piñero

**Components**

Regular Quadrangular Prism module  
 Four rods coupling in the centre  
 1 middle coupling  
 4 upper couplings:  
 Option A: 4 connections (1 layer)  
 Option B: 8 connections (2 layers)  
 4 bottom couplings:  
 Option A: 4 connections (1 layer)  
 Option B: 8 connections (2 layers)  
 Stiffening elements

**Nodes**

**Interactions**

**Axo**

**Front**

**Left**

**Top**

**Axo**

**Front**

**Top**

**3** **6** **4A** **4D**

The Regular Quadrangular Prism is the module's name in which four rods are meeting in their geometrical centre. The prism bases are squares which have the same dimensions. The rods go from one vertex to the opposite one situated on the bottom. The number of coupling of every rod is always three, two of them at the ends and a third one at an intermediate point. The middle joint allows all the movements and rotations to fold the module. In one layer, the extreme coupling joins always three rods from other modules when all of them are fitting together. Due to the equidistance between middle coupling and the extremes ones they generate plane structures without any curvature. Adding different module Tb3 the unfolded contour is quadrangular and rectangular. To make the module more rigid the extreme couplings or joints have to be stop in a particular position

Prototype. Fundación Séneca

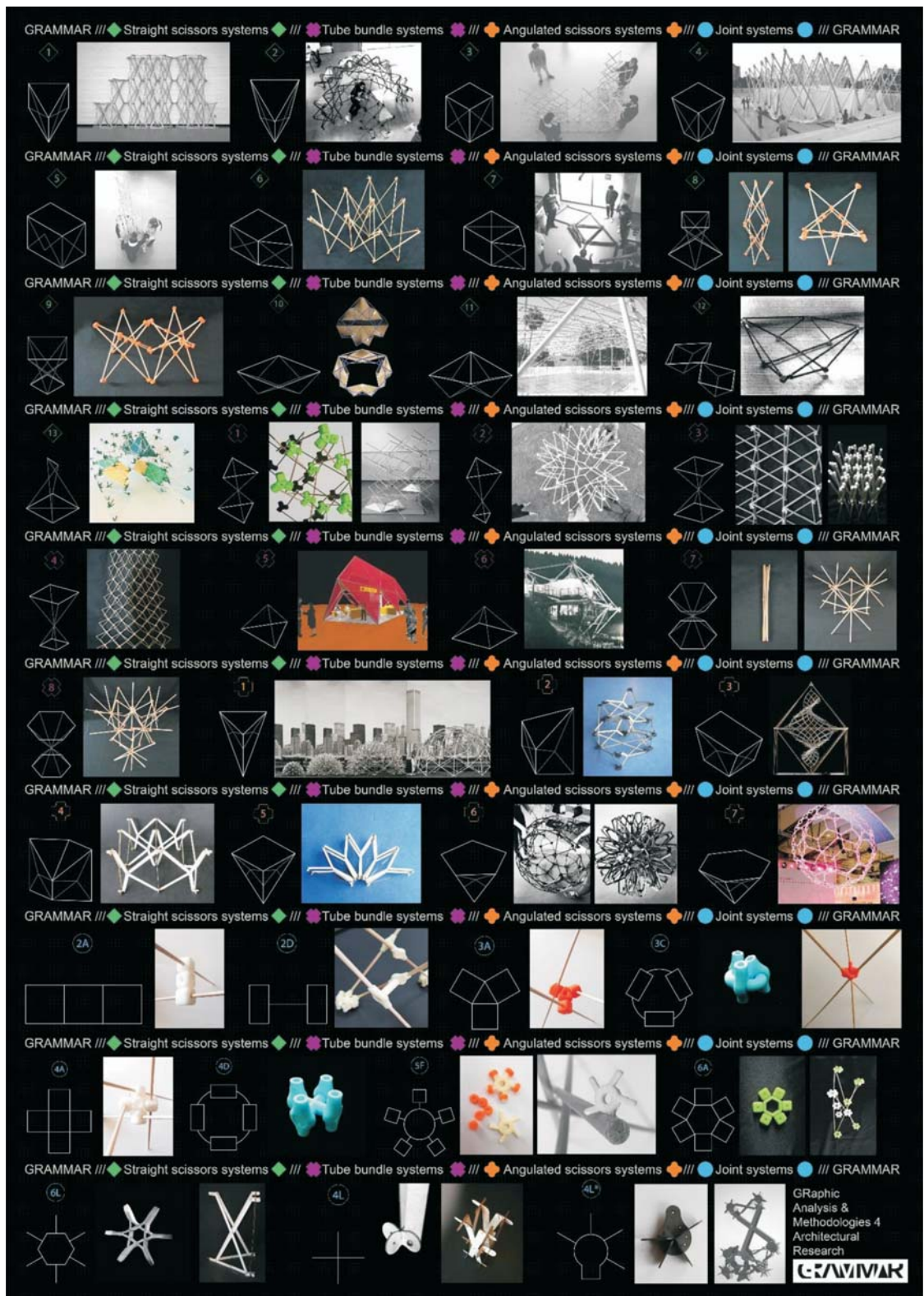
Model with aluminium rods. Workshop at TU Berlin. Germany

Dalí and Pérez Piñero in front of 'Vidriera Hipercúbica'. Fundación Emilio Pérez Piñero.

Model with aluminium rods. TU Berlin. Germ.

Panel 2. Ejemplo de ficha de estudio. En este caso se analiza y representa un módulo de Emilio Pérez Piñero. En ella se recogen distintos sistemas de representación, estudios históricos, fotografías de maquetas y/o construcciones reales y códigos QR que enlazan a videos en la web.





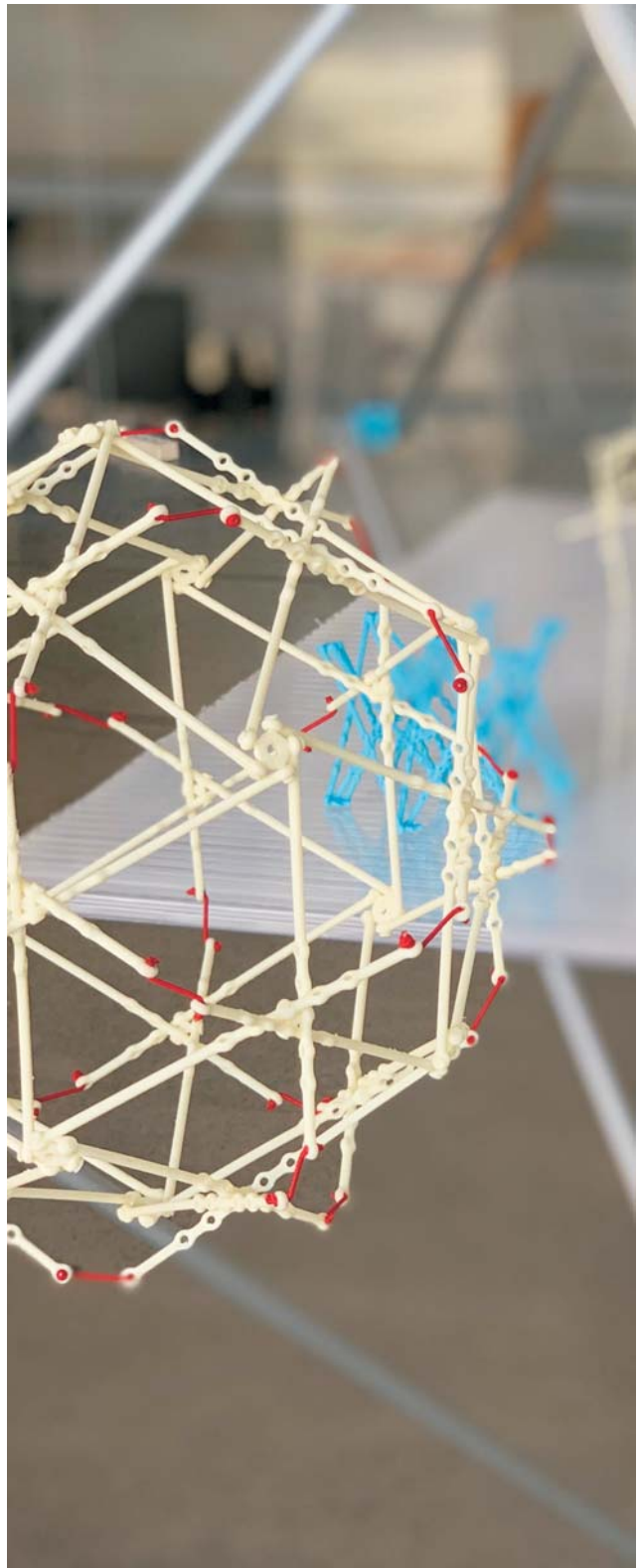
Panel 3\_Distintos ejemplos de estructuras desplegables desarrolladas según el sistema de pliegue-despliegue. Estudio y desarrollo de nudos.





Panel 4\_Recorrido gráfico por los workshop, cursos, congresos y demás actividades de divulgación realizadas en distintos centros y latitudes.





4\_Espacio Expositivo

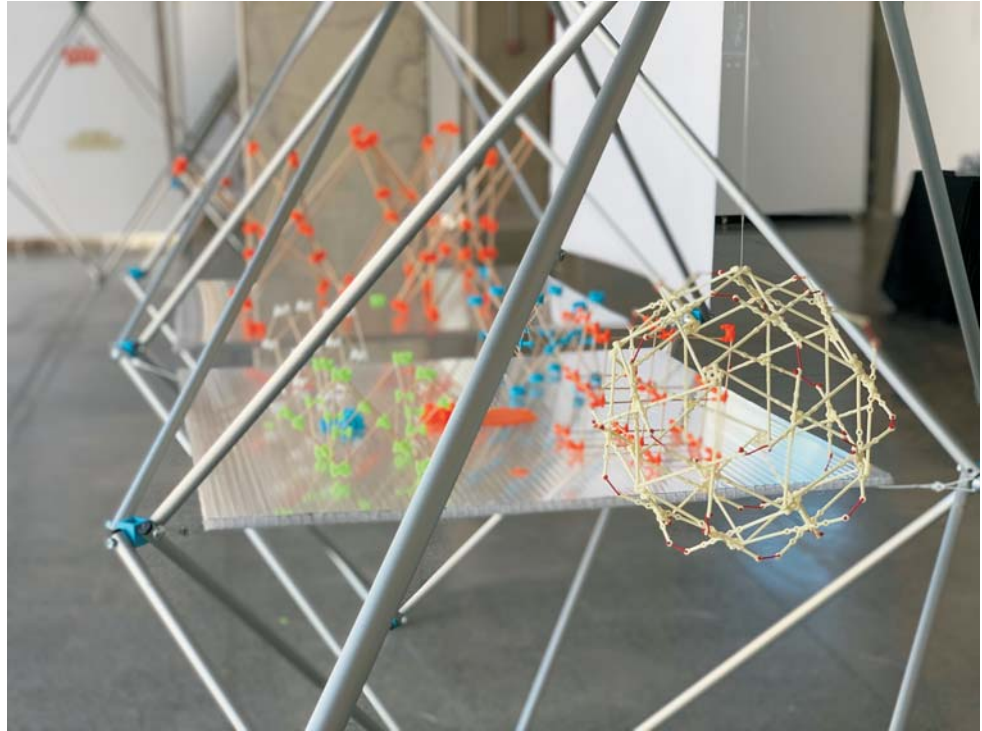


4.1\_El lugar.  
Sala de Exposiciones de Levante. Edificio CIM. Escuela Técnica Superior de  
Arquitectura y Edificación (C/Real 3, Cartagena).





4.2\_Estructura: la propia estructura soporte de los paneles y las maquetas es una estructura desplegable basada en el módulo de 4 barras de Emilio Pérez Piñero. Está construido con barras de aluminio y nudos de plástico ABS con impresión 3D.

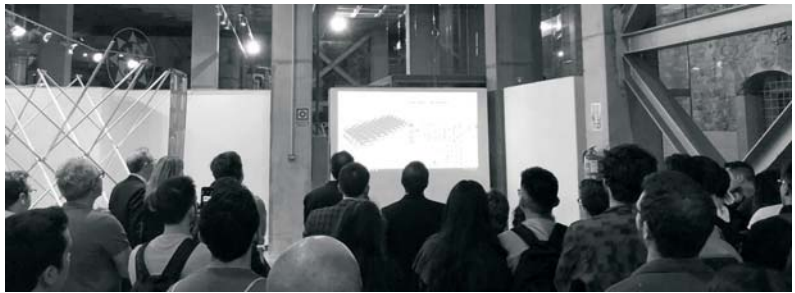


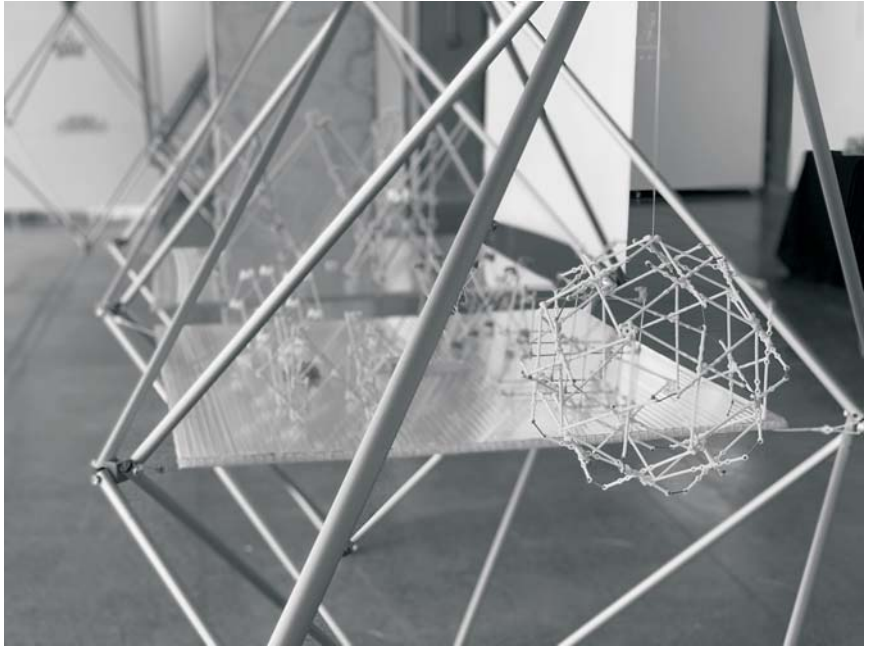
4.3\_Soporte: Paneles de metacrilato apoyados sobre los tensores de la estructura actúan como soporte para los modelos de menor tamaño.





4.4\_La inauguración en imágenes





# GRAMMAR



Escuela  
Técnica  
Superior de  
Arquitectura y  
Edificación



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

