

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Arquitectura

Tesis

**Estructuras desplegadas aplicadas al diseño de  
arquitectura efímera para las ferias desarrolladas en  
explanada de la plaza Huamanmarca, Huancayo - 2018**

Diego Rihard Culcas Cueva

Para optar el Título Profesional de  
Arquitecto

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**ASESOR**

Arq. Vladimir S. Montoya Torres.

**DEDICATORIA**

A mi familia, quienes hicieron esto posible.

## INDICE

PORTADA .....	i
ASESOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INDICE .....	iv
ANEXOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	xix
<b>CAPÍTULO I:</b> .....	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO</b> .....	<b>1</b>
1.1. Planteamiento y formulación del Problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo General .....	3
1.2.2. Objetivos Específicos .....	4
1.3. Justificación y delimitación .....	4
1.4. Hipótesis y descripción de variables.....	5
1.4.1. Hipótesis general .....	5
1.4.2. Hipótesis específicas .....	5
1.4.3. Variables.....	6
1.4.3.1. Variable independiente: Estructuras Desplegables .....	6
1.4.3.2. Variable dependiente: Arquitectura Efímera.....	6
<b>CAPÍTULO II:</b> .....	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	7

2.2. Bases teóricas.....	21
2.2.1. Estructuras Desplegables.....	21
2.2.2. Arquitectura Efímera.....	49
2.3. Definición de términos básicos.....	50
2.3.1. Espacio Público.....	50
2.3.2. Feria.....	52
2.3.3. Forma.....	53
2.3.4. Función.....	53
2.3.5. Entorno.....	53
2.3.6. Material.....	54
2.3.7. Espacialidad.....	54
2.3.8. Versatilidad.....	54
2.3.9. Ligereza.....	54
2.3.10. Ensamblaje.....	55
2.3.11. Modular.....	55
2.3.12. Estabilidad.....	55
2.3.13. Rigidez del material.....	55
2.3.14. Desplegable.....	55
2.3.15. Desmontable.....	56
2.3.16. Conexiones electrónicas.....	56
CAPITULO III:.....	57
METODOLOGÍA.....	57
3.1. Método y alcances de la investigación.....	57
3.1.1. Método de la investigación.....	57
3.1.2. Alcances de la investigación.....	58
3.2. Diseño de la investigación.....	58
3.3. Población y muestra.....	58
3.1.3. Población.....	58
3.1.4. Muestra.....	59
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	59
CAPITULO IV:.....	60
PROCESO DE DISEÑO Y MATERIALIZACION DE PROTOTIPOS.....	60
4.1. Proceso de Diseño.....	60

4.1.1. Consideraciones iniciales para el diseño .....	60
4.1.2. Contextualización del diseño.....	65
4.1.3. Método de diseño. ....	65
4.1.4. Diseño y materialización de prototipos físicos.....	66
4.1.5. Diseño de prototipos digitales .....	100
CAPITULO V:.....	126
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	126
5.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información (tablas y figuras) .....	126
5.1.1. Características Físicas .....	126
5.1.2. Características Constructivas .....	129
5.1.3. Características Funcionales .....	134
5.1.4. Características Estructurales.....	139
5.1.5. Valoración de características cualitativas.....	141
5.2. Discusión de resultados y prototipo seleccionado .....	142
CAPITULO VI: .....	146
DESARROLLO DEL PROTOTIPO SELECCIONADO.....	146
6.1. Material y equipo a utilizar.....	146
6.2. Planos arquitectónicos. ....	147
6.3. Proceso de ensamblado.....	149
6.4. Detalles constructivos .....	154
6.5. Instalación eléctrica .....	157
6.6. Ubicación del prototipo en el entorno real.....	159
Individual.....	162
Modular.....	164
Compositiva.....	165
CONCLUSIONES .....	169
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	171
ANEXOS .....	173

**ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	174
Anexo 2. Ficha de observación 001.....	175
Anexo 3. Ficha de observación 002.....	176
Anexo 4. Ficha de observación 003.....	177
Anexo 5. Ficha de observación 004.....	178
Anexo 6. Ficha de observación 005.....	179
Anexo 7. Ficha de observación 006.....	180
Anexo 8. Ficha de observación 007.....	181
Anexo 9. Ficha de observación 008.....	182
Anexo 10. Ficha de observación 009.....	183
Anexo 11. Ficha de observación 010.....	184
Anexo 12. Ficha de observación 011.....	185
Anexo 13. Ficha de observación 012.....	186
Anexo 14. Ficha de observación 013.....	187
Anexo 15. Ficha de observación 014.....	188
Anexo 16. Ficha de observación 015.....	189
Anexo 17. Ficha de observación 016.....	190
Anexo 18. Ficha de observación 017.....	191
Anexo 19. Ficha de observación 018.....	192
Anexo 20. Ficha de observación 019.....	193
Anexo 21. Ficha de observación 020.....	194
Anexo 22. Lámina comparativa 1.....	195
Anexo 23. Lámina comparativa 2.....	196
Anexo 24. Lámina propuesta espacial.....	197

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Unidad móvil básica de los mecanismos del Arq. Emilio Pérez Piñero .....	7
Figura 2. Módulo de una cobertura y su alternativa lineal o curvada.....	9
Figura 3. Estructura que realiza un movimiento de plegadura paralela sobre los ejes. ....	10
Figura 4. Despliegue de una cobertura en una necesidad real. ....	12
Figura 5. Modelos de papel, una forma física de manipular el espacio y la forma. ....	13
Figura 6. A la izquierda cobertura automatizada tipo sombrilla, Frei Otto. A la derecha mercado callejero en Taxco, México.....	15
Figura 7. Simulación de desplegado con paneles planos y delgados.....	16
Figura 8. Fases por las que atraviesa una vivienda plegable. ....	18
Figura 9. Interacción de la luz y el movimiento de los transeúntes. ....	19
Figura 10. Comparación entre tipo de movimiento y sistema constructivo. ....	20
Figura 11. Mobiliario diseñado para jóvenes profesionales. ....	21
Figura 12. Metodología de diseño propuesta para una estructura desplegable.....	23
Figura 13. Reja de seguridad desplegable para una tienda. ....	25
Figura 14. Barras rígidas usadas en el mecanismo de tijera. ....	26
Figura 15. Alternativa a las barras rígidas en el mecanismo de tijera. ....	26
Figura 16. Mecanismo de tijera y sus variaciones. ....	27
Figura 17. Cálculo de los elementos angulares en el mecanismo de tijera. ....	28
Figura 18. Construcción geométrica de una rueda (polígono de 14 lados) .....	28
Figura 19. Unidad modular de base cuadrada y malla compuesta por módulos conectados...29	29
Figura 20. Pabellón transportable para exposiciones. Arq. Emilio Pérez Piñero. ....	29
Figura 21. Elementos estructurales de un paraguas. ....	30
Figura 22. Estructura formada por elementos unidos por bisagras.....	30
Figura 23. Pabellón de exhibición itinerante diseñado por Joseph Eldredge. ....	31

Figura 24. Plegado básico, abierto y cerrado. ....	32
Figura 25. Modelo de estructura plegable expandida y compacta. ....	33
Figura 26. Proceso de despliegue de una estructura telescópica. ....	33
Figura 27. Típico elemento de mecanismo de tijera. ....	34
Figura 28. Características geométricas de la unidad estructural de un hexágono. ....	36
Figura 29. Estructura con mecanismo de tijera mejorada. ....	38
Figura 30. Elemento estructural básico del mecanismo de tipo tijera. ....	38
Figura 31. Variación en el elemento estructural básico de tipo tijera. ....	39
Figura 32. Grupo tridimensional creado a partir de elementos planos. ....	40
Figura 33. Armazón básico curvo de tipo tijera. ....	40
Figura 34. Arco estructural formado por 6 elementos iguales de tipo tijera. ....	41
Figura 35. Escenario del concierto de Pink Floyd, Cleveland 1970. ....	43
Figura 36. Proceso de expansión de la cubierta automática de tipo paraguas de Frei Otto. ....	43
Figura 37. Modelo a escala real del prototipo. ....	44
Figura 38. Las torres Al Bahar. ....	45
Figura 39. Módulos hexagonales que general el muro cortina. ....	46
Figura 40. Proceso de transformación del puente enrollable. ....	47
Figura 41. Detalle de las uniones y el mecanismo hidráulico del puente. ....	47
Figura 42. Vista interior del MEPI. ....	48
Figura 43. Vista Superior del MEPI. ....	49
Figura 44. Feria dominical en la Av. Huancavelica. ....	50
Figura 46. Plaza Huamanmarca. ....	52
Figura 47. Feria en El Alto, La Paz, Bolivia. ....	53
Figura 47. Fotografía aérea de la Plaza Huamanmarca y espacio ocupado por una feria. ....	61
Figura 48. Fotografías de una feria ocupando la explanada de la Plaza Huamanmarca. ....	64

Figura 49. Puesto ferial de la feria internacional del libro 2018.....	65
Figura 50. Proceso de diseño a partir de un octágono. ....	66
Figura 51. Forma general del PF1.....	67
Figura 52. Detalle de la articulación del PF1.....	68
Figura 53. PF1 erguido en sus propios componentes. ....	69
Figura 54. Configuración del PF1 extendido y plegado. ....	70
Figura 55. Cobertura propuesta para el PF1. ....	70
Figura 56. Vista frontal del PF2.....	71
Figura 57. Detalle de unión del PF2. ....	72
Figura 58. PF2 desplegado y estable.....	72
Figura 59. Vista del PF2 Plegado. ....	73
Figura 60. Vista de la cobertura del PF2.....	74
Figura 61. Elementos que componen la columna curva. ....	74
Figura 62. Articulación que une dos componentes con mecanismo de tijera.....	75
Figura 63. Estructura del PF3 desplegada.....	76
Figura 64. Componentes del PF3 plegado y desplegado. ....	77
Figura 65. Cobertura propuesta del PF3. ....	77
Figura 66. PF4 generado geoméricamente. ....	78
Figura 67. Detalle de la unión articulable del PF4.....	79
Figura 68. PF4 expandido. ....	79
Figura 69. PF4 plegado. ....	80
Figura 70. Cobertura propuesta para el PF4. ....	80
Figura 71. Arco estructural generado geoméricamente. ....	81
Figura 72. Detalle de la articulación del PF5.....	82
Figura 73. Arco desplegado y estable. ....	82

Figura 74. Arco del PF5 plegado. ....	83
Figura 75. Vista superior del PF6. ....	84
Figura 76. Detalle de la unión de módulos constructivos. ....	85
Figura 77. Vista de todos los elementos estructurales del PF6. ....	85
Figura 78. Partes del PF6 desplegado. ....	86
Figura 79. Forma del conjunto estructural del PF7. ....	87
Figura 80. Detalle de las uniones articuladas del PF7. ....	88
Figura 81. Vista del conjunto estructural del prototipo PF6. ....	89
Figura 82. Arco de medio punto plegado. ....	89
Figura 83. Cobertura que asemeja el prototipo a una bóveda. ....	90
Figura 84. Malla estructural del PF8. ....	91
Figura 85. Detalle de las uniones articuladas entre la malla estructural y la cobertura. ....	91
Figura 86. Vista del conjunto estructural del PF8. ....	92
Figura 87. PF8 plegado. ....	93
Figura 88. Cobertura del prototipo PF8. ....	93
Figura 89. Vista superior del PF9. ....	94
Figura 90. Detalle de uniones del PF9. ....	95
Figura 91. Conjunto estructural del PF9. ....	96
Figura 92. Proceso de contracción y expansión del PF9. ....	96
Figura 93. Conjunto de elementos estructurales del PF10. ....	97
Figura 94. Detalle de las conexiones del PF10. ....	98
Figura 95. Conjunto estructural del PF10. ....	98
Figura 96. Proceso de expansión y contracción del PF10. ....	99
Figura 97. Propuesta de cobertura para el PF10. ....	99
Figura 98. Elemento estructural del PD1. ....	100

Figura 99. Prototipo Digital 1 (PD1) .....	101
Figura 100. Vista superior del PD1. Malla plegada y desplegada. ....	102
Figura 101. Vista de la cobertura del PD1.....	102
Figura 102. Vista lateral del PD2.....	103
Figura 103. Componentes estructurales del PD2.....	104
Figura 104. Vista del PD2 plegado y desplegado. ....	104
Figura 105. Vista inferior de la cobertura del PD2.....	105
Figura 106. Vista frontal del PD3.....	105
Figura 107. Vista del detalle de uniones articuladas del PD3.....	106
Figura 108. Vista de dos arcos estructurales.....	106
Figura 109. Cobertura que une dos arcos estructurales. ....	107
Figura 110. Vista frontal del arco formado por los módulos estructurales.....	108
Figura 111. Vista posterior del PD4. ....	109
Figura 112. Estructura del PD4 plegada y desplegada. ....	109
Figura 113. Vista de la cobertura del PD4.....	110
Figura 114. Vista lateral del PD5.....	110
Figura 115. Vista isométrica del PD5.....	111
Figura 116. Vista del PD5 extendido y compacto. ....	112
Figura 117. Vista del PD5 con 2 tipos de coberturas.....	112
Figura 118. Vista superior del PD6.....	113
Figura 119. Vista de los elementos superiores del PD6.....	113
Figura 120. Vista isométrica del PD6.....	114
Figura 121. Vista del PD6 desplegado y plegado. ....	114
Figura 122. Vista inferior de la cobertura del PD6.....	115
Figura 123. Vista superior del PD7 y el área libre central.....	115

Figura 124. Detalle de la estructura curva de tipo tijera. ....	116
Figura 125. PD7 desplegado en su totalidad. ....	116
Figura 126. Vista de la cobertura, pilares y estructura curva central. ....	117
Figura 127. Malla estructural lateral. ....	118
Figura 128. Vista isométrica de la estructura del PD8. ....	118
Figura 129. Vista del PD8 desplegado y plegado. ....	119
Figura 130. Vista posterior del PD8. ....	119
Figura 131. Vista superior del PD9. ....	120
Figura 132. Vista lateral del PD9. ....	121
Figura 133. Vista de la estructura del PD9. ....	121
Figura 134. Vista del PD9 desplegado y compacto. ....	122
Figura 135. Vista superior de la cobertura extendida. ....	122
Figura 136. Vista superior del PD10. ....	123
Figura 137. Vista lateral de la armadura del PD10. ....	123
Figura 138. Vista integral del PD10. ....	124
Figura 139. Vista de las tres fases de plegado del PD10. ....	125
Figura 140. Vista de la estructura y cobertura del PD10. ....	125
Figura 141. Comparación entre áreas de los prototipos. ....	126
Figura 142. Comparación entre alturas de los prototipos. ....	127
Figura 143. Comparación entre el peso de los prototipos. ....	128
Figura 144. Comparación entre % de ligereza de prototipos. ....	128
Figura 145. Comparación entre la capacidad de adaptabilidad a los materiales. ....	129
Figura 146. Comparación entre la modularidad de los prototipos. ....	130
Figura 147. Comparación entre la dificultad del ensamblaje de los prototipos. ....	131
Figura 148. Comparación entre el tiempo de despliegue de cada prototipo. ....	132

Figura 149. Comparación entre la desmontabilidad de los prototipos.....	132
Figura 150. Comparación entre la cantidad de barras necesarias para un prototipo a escala real. .....	133
Figura 151. Comparación entre la capacidad funcional de los prototipos.....	134
Figura 152. Comparación entre la relación de los prototipos con el entorno. ....	135
Figura 153. Comparación entre la espacialidad de los prototipos. ....	136
Figura 154. Comparación entre la versatilidad de los prototipos. ....	137
Figura 155. Comparación entre la despleabilidad de los prototipos.....	137
Figura 156. Comparación entre la compatibilidad de conexiones electrónicas de los prototipos. .....	138
Figura 157. Comparación entre la estabilidad de los prototipos.....	139
Figura 158. Comparación entre la rigidez de los prototipos.....	140
Figura 159. Perspectiva digital del modelo seleccionado.....	145
Figura 160. Perspectiva axonométrica explotada del Modelo ferial.....	146
Figura 161. Planta del Módulo Ferial. ....	147
Figura 162. Corte A-A del Módulo Ferial. ....	148
Figura 163. Corte A-A Plegado .....	148
Figura 164. Elevación del Módulo Ferial. ....	149
Figura 165. Elevación lateral del Módulo Ferial. ....	149
Figura 166. Detalle de la unión entre listones.....	150
Figura 167. Conformación de mallas estructurales.....	151
Figura 168. Paso 1 del ensamblado.....	151
Figura 169. Paso 2 del ensamblado.....	152
Figura 170. Malla estructural escala 1:3. ....	152
Figura 171. Paso 3 del ensamblado.....	153

Figura 172. Paso 4 del ensamblado.....	153
Figura 173. Módulo ferial armado.....	154
Figura 174. Detalle de las uniones.....	155
Figura 175. Detalle de amarre para malla estructural.....	156
Figura 176. Detalle de unión cobertura y mallas estructurales.....	156
Figura 177. Vista de la conexión al tomacorriente y cintas LED.....	157
Figura 178. Vista Isométrica de conexión eléctrica en sobrepiso.....	157
Figura 179. Vista de la conexión de luces LED en la malla estructural.....	158
Figura 180. Módulo ferial escala 1:3.....	158
Figura 181. Tipo de rejilla para drenaje y tomacorriente.....	160
Figura 182. Modelo de tomacorriente con protección.....	160
Figura 183. Vista de los elementos y detalle para el drenaje pluvial.....	161
Figura 184. Protección lateral y unión imantada.....	161
Figura 185. Vista del módulo ferial con la protección interior.....	162
Figura 186. Mobiliario desplegable propuesto.....	162
Figura 187. Ubicación de propuesta individual.....	163
Figura 188. Visualización del módulo ferial individualmente.....	163
Figura 189. Posibles ubicaciones de propuesta modular.....	164
Figura 190. Vista de la propuesta modular.....	165
Figura 191. Ubicación de propuesta compositiva.....	165
Figura 192. Vista de la propuesta compositiva.....	166
Figura 193. Detalle de unión de mallas con bisagra.....	167
Figura 194. Puntos de unión de mallas estructurales.....	167
Figura 195. Representación gráfica de la estructura desplegable a mayor escala.....	168
Figura 196. Representación gráfica nocturna de la estructura desplegable.....	168

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Acontecimientos importantes realizados últimamente en la Plaza Huamanmarca.....	1
Tabla 2. Instrumento de valoración de características cualitativas de los prototipos. ....	141
Tabla 3. Instrumento de valoración de las características de los prototipos seleccionados...	143
Tabla 4. Características del prototipo seleccionado.....	144
Tabla 5. Tabla comparativa tiempo de despliegue.....	154

## RESUMEN

La presente tesis estudia la aplicación de las estructuras desplegadas apoyadas en elementos articulados del mecanismo de tijera, las que nos brindan las herramientas base para su aplicación en el diseño de arquitectura efímera. El propósito de este estudio fue determinar el nivel de relación de una estructura desplegada respecto al diseño de arquitectura efímera en las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca, en la ciudad de Huancayo. Para cumplir este objetivo, se estudió el concepto de estructura desplegada, el mecanismo de los elementos articulados dentro del sistema de tijeras, capacidad estructural, de portabilidad, su influencia en el diseño arquitectónico y posibles procesos de elaboración; los que en conjunto, nos proporcionaron herramientas capaces de ser empleadas en el diseño de un sistema modular ferial en la explanada de la plaza Huamanmarca. Para ello, se consideró el diseño de 20 prototipos que posteriormente fueron evaluados por sus diferentes características físicas, estructurales, arquitectónicas y funcionales, para disponer del más apto, el que fue construido a mayor escala y detalle. Se determinó por medio de este proceso, el nivel de relación existente entre una estructura desplegada y el diseño de espacios arquitectónicos efímeros, facilitando su montaje, traslado, funcionalidad y producción.

**Palabras clave:** Estructuras desplegadas, arquitectura efímera, elementos articulados, sistema de tijeras, prototipos, arquitectura portable.

## ABSTRACT

This thesis studies the application of the deployable structures, supported by articulated elements of the scissor mechanism, which provide us the basic tools for its application in the design of ephemeral architecture. Having as purpose determine the level of relationship of a deployable structure about the design of ephemeral architecture in fairs made in the esplanade of Huamanmarca square. To fulfill the objective, the concept of a deployable structure had to be studied, the mechanism of the articulated elements inside of the scissors system, structural capacity, portability, the influence on architectural design and possible elaboration processes had to be studied. Those together provide us the different capable tools to be used in the design of a modular fair system in the esplanade of Huamanmarca square. To this end, the design of 20 prototypes was considered, which were later evaluated for their different physical, structural, architectural and functional characteristics, in order to have the most suitable, which was built on a larger scale and detail. Determining through this process the level of relationship between a deployable structure and the design of ephemeral architectural spaces. Making assembly, transfer, functionality and production easier.

**Keywords: Deployable structures, ephemeral architecture, articulated elements, scissor system, folded structures, prototypes, portable architecture.**

## INTRODUCCIÓN

Las ferias son uno de los principales atractivos turísticos tradicionales del Valle del Mantaro, las que agrupan a comerciantes, artesanos y ambulantes de muchos de los centros poblados de la región, quienes, en gran cantidad, conservan los negocios confiados por sus antepasados, y con la esperanza de que sus hijos permanezcan aplicando las enseñanzas y tradiciones cultivadas hasta la actualidad.

Las ferias en el Valle del Mantaro son importantes porque originaron el comercio entre los pueblos, pero simultáneamente, representa el carácter de los locales: emprendedor, negociante y alegre; además de exponer y ser evidencia viva de su cultura y tradiciones.

Teniendo como base esas tradicionales ferias, muchas organizaciones públicas y privadas realizan eventos similares teniendo el mismo origen, funcionamiento y fin, que es el de comercializar, culturizar y dar a conocer diferentes productos y servicios que dichas entidades u organizaciones brindan a la población. En este proceso, se fueron actualizando la oferta de los diferentes productos y servicios; sin embargo, la infraestructura ferial no ha corrido con la misma suerte, conservando los sistemas constructivos tradicionales con muchos años de antigüedad, siendo estáticos, poco flexibles y estableciendo límites a los que los feriantes (comerciantes, artesanos o usuarios que hagan uso del espacio) deben de adecuarse cada vez que quieran ocupar sus respectivos puestos.

Diferentes investigaciones y propuestas a nivel mundial han permitido considerar diversas alternativas que se podría aplicar al diseño arquitectónico de espacios efímeros para potenciar e innovar las tradicionales ferias y sus variantes en toda la región. Las estructuras desplegables nos proporcionan nuevos mecanismos para el diseño, producción y apropiación de los espacios públicos, aportando eficiencia estructural, ligereza, gran manejo y experimentación de materiales.

La Municipalidad Provincial de Huancayo facilita el uso temporal de la explanada del parque Huamanmarca para el desarrollo de diferentes actividades culturales, comerciales y sociales, las que se desarrollan por un tiempo determinado y precisan de una infraestructura temporal innovadora, ligera, que se adecue a sus necesidades, que no requiera mano de obra adicional para ser montada, se integre al espacio público, responda a cualquier temporada del año y fomente la interacción de los ciudadanos para estimular el tránsito de personas en el desarrollo de las distintas actividades solicitadas por las organizaciones públicas y privadas.

En consecuencia, la presente investigación determinará la relación de las estructuras desplegadas aplicadas al diseño de arquitectura efímera en las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca, en el cercado de la ciudad de Huancayo. Específicamente, esta investigación se enfoca en el desarrollo de un módulo ferial, que poseerá la mayor parte de las características que las estructuras desplegadas brindan, permitiendo que los feriantes y usuarios que acudan, transiten, o que casualmente se encuentren en ese espacio público, desarrollen las actividades sociales, comerciales y culturales en un espacio innovador, adecuado y estimulante.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

#### 1.1. Planteamiento y formulación del Problema.

##### 1.1.1. Planteamiento del problema

Huancayo es una ciudad de origen ferial que, por su inmejorable ubicación geográfica y capacidad productiva, actualmente posee una alta actividad comercial que la va consolidando como eje articulador de la zona central del país; esto debido principalmente a la presencia de microempresas dedicadas al comercio al por menor, turismo y transportes.

Anualmente la explanada del parque Huamanmarca, alberga más de 100 ferias, las que van desde, ferias artesanales organizadas por asociaciones de artesanos hasta la feria internacional del libro organizada por la Casa de la Juventud y Cultura de Huancayo (1)

Adicionalmente, Casas (2) en su investigación para optar el grado académico de maestro en arquitectura, hace referencia a las diferentes apreciaciones que los ciudadanos huancaínos tienen sobre los principales espacios públicos en la zona centro de la ciudad de Huancayo. En esta tesis se recauda información sobre los acontecimientos realizados últimamente en la Plaza Huamanmarca, la que refleja que los ciudadanos identifican las diferentes actividades que en su mayoría son de carácter ferial, social y cultural.

Tabla 1. Acontecimientos importantes realizados últimamente en la Plaza Huamanmarca

Actividad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Aniversario de Huancayo	29	7.55 %	7.55 %
Campaña médica	15	3.91 %	11.46 %
Conciertos (rock, cumbia, otros)	57	14.84 %	26.3 %
Decoración navideña	13	3.39 %	29.69 %
Eventos culturales	20	5.21 %	34.90 %
Feria del libro	60	15.63 %	50.53 %
Ferias (gastronómicas, artesanías, otros)	87	22.66 %	73.19 %
Llegada de comparsas	25	6.51 %	79.70 %
Mitin	25	6.51 %	86.21 %
Protestas	17	4.43 %	90.64 %
Otros	24	6.23 %	96.87 %
No sabe	12	3.13 %	100.00 %
<b>Total</b>	<b>384</b>	<b>100.00 %</b>	

Fuente: Los imaginarios urbanos y el espacio público del área central de la ciudad de Huancayo por Casas, 2017, p. 62.

La infraestructura donde se llevan a cabo estas ferias son temporales y responden a un criterio de diseño y planeamiento funcional limitado por el uso básico de los materiales, además de una construcción justificada por la mano de obra disponible, basada en técnicas con décadas de antigüedad. Esto, debido a la falta de innovación y constante actualización referida a las nuevas formas de construcción, uso de materiales, diseño y transporte. Renovaciones que necesariamente son claves al momento de plantear espacios para el desarrollo de actividades temporales ajustadas a espacios públicos existentes, los que además de estar sujetos a restricciones, nos dan la posibilidad de plantear espacios innovadores, sustentables y de calidad. Mejorando la acogida de los usuarios y con ello un mayor tráfico de personas en el lugar.

Actualmente, no existen alternativas de infraestructura para el montaje de las ferias, solo un modelo convencional compuesto de tubos, uniones de acero y un toldo, desarrollando un modelo de feria o exposición que no capta la atención de los ciudadanos, ni actúa eficientemente frente a las diversas condiciones, y en consecuencia, constituye una arquitectura ferial limitada por una estructura de forma básica, pesada, complicada de ensamblar y transportar.

Por ello, se propone demostrar que con una estructura desplegable se puede lograr una arquitectura temporal con una mejor calidad de ambientes y su transformación según las necesidades de diseño, caracterizada por las siguientes ventajas que este modelo de estructura nos proporciona:

- Ligero.
- Modular.
- Fácil de ensamblar.
- Eficiencia estructural.
- Fácil de transportar.

En consecuencia, el problema percibido es la falta de espacios arquitectónicos efímeros innovadores en la explanada de la plaza Huamanmarca, que tengan como objetivo no solo albergar a los feriantes y expositores, sino que además busquen un mejor desempeño técnico y espacial. El que se verá reflejado en la mejor exposición de artesanos, mayor tiempo de permanencia de usuarios, ventas de productos y tráfico de personas, como consecuencia de la innovación en la infraestructura ferial.

### ***1.1.2. Formulación del problema***

#### **A. Problema general**

¿Es factible la aplicación de una estructura desplegable en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018?

#### **B. Problemas específicos**

- ¿Es factible la estructuralidad en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018?
- ¿Es factible la materiabilidad en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018?
- ¿Es factible la portabilidad estructural en el Diseño de Arquitectura Efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018?

## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1. Objetivo General***

Determinar la factibilidad de la aplicación de una estructura desplegable en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.

### **1.2.2. *Objetivos Específicos***

- Determinar la factibilidad de la estructura en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.
- Determinar la factibilidad de la materiabilidad en el Diseño de Arquitectura Efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.
- Determinar la factibilidad de la portabilidad estructural en el respecto al Diseño de Arquitectura Efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.

### **1.3. Justificación y delimitación**

Actualmente propuestas innovadoras y alternativas de construcción de arquitectura efímera son poco aplicadas en la región, sin embargo, pese a que la arquitectura a nivel mundial se encuentra en constante evolución, parece que los profesionales de la arquitectura en general se conforman con brindar un servicio que hasta ahora no tiene mayor búsqueda del que sea ha dado hasta la fecha, teniendo como resultado una arquitectura tradicional, típica y rutinaria.

Esta investigación se centra en el estudio y desarrollo de propuestas arquitectónicas que rescatan los conocimientos teóricos y técnicos actuales, aplicándolos en la innovación de la infraestructura ferial que se desarrolla en la explanada de la Plaza Huamanmarca. Estas ferias no sólo exponen productos o servicios de la región, sino que además, revelan nuestra capacidad creativa, técnica y experimental que garantice el éxito de estas intervenciones temporales, manifestándose en la asistencia e interacción del público.

La innovación de la arquitectura efímera que albergue a las ferias temporales no sólo contribuye al aspecto académico, sino que entraña gran importancia como propuesta con la que se renovará la infraestructura, la que parte de las acciones de promoción de nuestros artesanos

que provienen principalmente de zonas con altos índices de pobreza, con el fin de mejorar su competitividad y posicionarlos en los mercados del exterior.

En resumen, la renovación de la infraestructura ferial a partir de las estructuras desplegadas, brindará soluciones arquitectónicas que propongan una alternativa al diseño convencional con el que vivimos las personas de la región. De esta manera, se contrasta esta nueva forma de ocupación temporal con la convencional, empleando nuevas técnicas de fabricación, las que permitirán reformar nuestro pensamiento e idea de cómo pensar, construir y habitar los espacios a partir de la apropiación social, cultural y económica que los ciudadanos hacen de él.

#### **1.4. Hipótesis y descripción de variables**

##### ***1.4.1. Hipótesis general***

Es factible la aplicación de una estructura desplegable en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.

##### ***1.4.2. Hipótesis específicas***

- Es factible la estructuralidad en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.
- Es factible la materiabilidad en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.
- Es factible la portabilidad estructural en el Diseño de Arquitectura Efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.

### **1.4.3. Variables**

#### *1.4.3.1. Variable independiente: Estructuras Desplegables*

Variable elegida para aportar con sus diversos mecanismos y posibilidades constructivas en la creación de estructuras móviles ajustadas a espacios limitados física o normativamente, permitiendo ser empaquetado y transportado de forma segura.

#### *1.4.3.2. Variable dependiente: Arquitectura Efímera*

Variable elegida para interactuar por sus diferentes posibilidades creativas, adaptativas, constructivas y con un amplio margen de experimentación necesario para el manejo temporal de espacio.

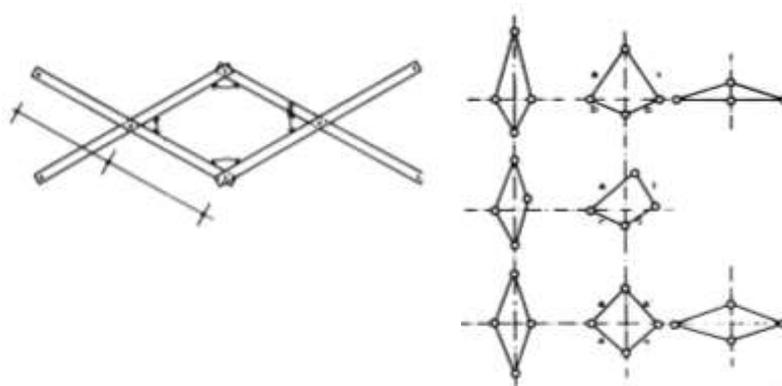
## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación.

Puertas Del Rio (3) en su tesis doctoral elabora una documentación sobre la obra del arquitecto Emilio Pérez Piñero, señalando que hace más de dos décadas ya existían estudios de este tipo de estructuras originales y atractivas. Su contenido se basa en el estudio de estructuras desmontables y desplegadas, que además de soluciones matemáticas y programas de ordenador para su definición geométrica del reticulado, se ven caracterizadas por el empleo de barras curvas o planas, el análisis de su mecanismo de movilidad, el estudio de sus relaciones geométricas las que determinan su definición. Además, en la fase estructural analiza lo realizado por el arquitecto, documentando y definiendo sus componentes, donde propone varias estructuras posibles para cada mecanismo.

*Figura 1. Unidad móvil básica de los mecanismos del Arq. Emilio Pérez Piñero*



Fuente: Estructuras Espaciales Desmontables y Desplegadas por Puertas del Rio, p. 217.

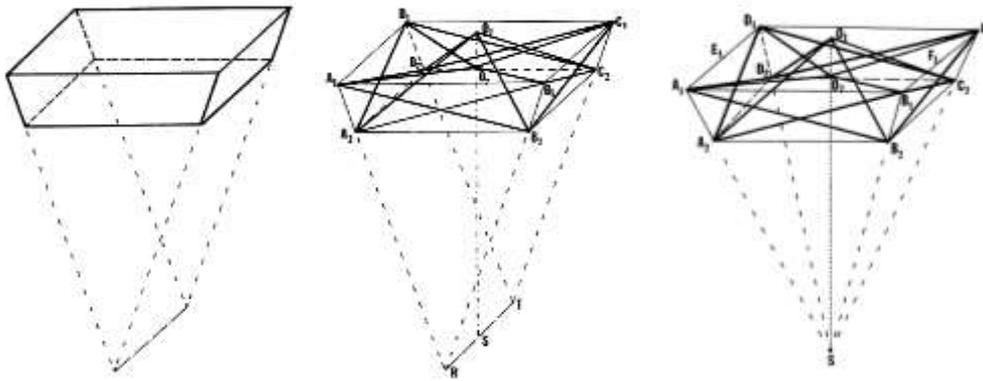
La Figura 1 muestra las estructuras desplegadas compuestas por barras dispuestas en “x”, en la primera enlazadas formando cuadriláteros, situados en el canto de la estructura, y en la segunda, enlazadas a tres nudos que brinda libertad de giro, transmitiendo el movimiento que se inicia en uno a todos los demás.

Gantes (4) en su tesis para obtener el título de doctor en ingeniería estructural, investigó las características y ventajas que nos brindan las estructuras desplegadas, teniendo una potencial aplicación en construcciones temporales en varias de las industrias actuales. Además, investigó cómo estas presentan estabilidad y estados libres de estrés pese a que ellas se encuentren plegadas o desplegadas.

El principal objetivo de esta investigación es el de proponer una metodología de diseño general que se pueda aplicar a este tipo de estructuras desplegadas, comenzando con la base de restricciones geométricas que se tiene que tener en cuenta para la formulación del diseño geométrico, seguido por los modelos físicos a pequeña y mediana escala, fabricados para confirmar el diseño frente a los problemas estructurales que se puedan presentar. Los elementos que actúan en el análisis estructural durante el despliegue y pliegue bajo las cargas que puedan afectar, así como el tamaño discreto de las uniones, el resultado experimental del análisis de despliegue que se encuentre, la posible adición de modelos al sistema y evaluación de la multiplicidad de unidades adicionadas estructuralmente respecto a un solo módulo.

El proceso de investigación de esta tesis, pasa por una etapa de diseño geométrico, trabajo experimental, modelamiento y análisis durante el despliegue, modelamiento y análisis en la configuración del despliegue y finalmente una propuesta de la metodología de diseño. Es interesante cómo comienza a analizar el volumen que cubrir y luego la unidad, para de esta manera, llegar a cubrir un espacio dado por medio de múltiples módulos o sólo con ampliar la escala del módulo inicial.

Figura 2. Módulo de una cobertura y su alternativa lineal o curvada.



Fuente: A Design Methodology for Deployable Structures por Gantes, p. 64.

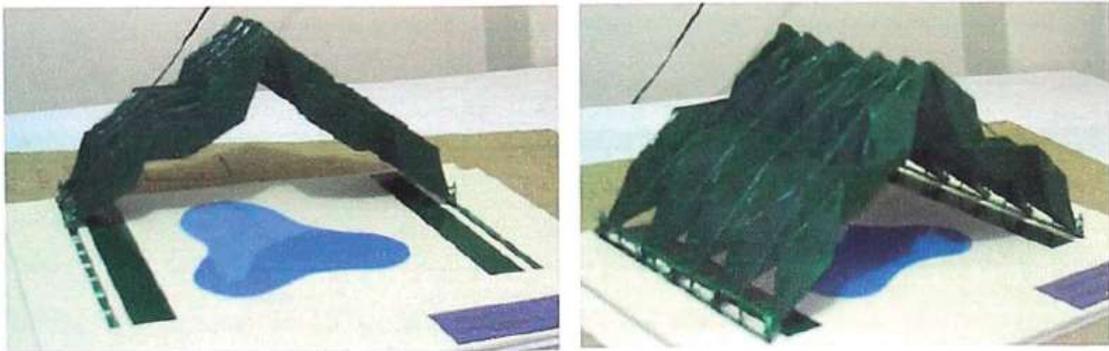
Chinen (5) en su trabajo de investigación se basó en la problemática que se presenta al momento que el arquitecto se inspira en la naturaleza o en formas orgánicas, pensando así en que si es suficiente el uso sólo de las formas al momento de hacer arquitectura o si es necesario algo más. Presenta además, la duda que si las construcciones o edificaciones llegarían a ser más orgánicas si estas se comportaran como un ser vivo, asemejándose a un ser vivo si es que se le implementaría movimiento, ya que dejaría de comportarse estáticamente y que si tal vez se podría ajustar a los cambios que sufren las ciudades a través del espacio, tiempo y comportamiento de los pobladores.

La investigación se centra en el análisis de los principios estructurales que rigen las formas orgánicas inclinándose hacia el doblado de tipo origami, reformulándolos a la arquitectura para no simplemente copiar alguna estructura que sea llamativa a nuestros ojos, ya que las distintas formas orgánicas tienen bases estructurales que las apoyan para su correcto desempeño en esos organismos. Es por ello que se basa en la observación de la naturaleza comparándola mediante obras ya construidas o prototipos para analizar su desarrollo a través del tiempo.

El aspecto más resaltante del trabajo de investigación es la metodología que emplea, la que a grandes rasgos está conformada por:

- Observación de la naturaleza y la manera en que sus formas se adaptan a su entorno, su semejanza con formas arquitectónicas.
- Observación y análisis de referentes en estructuras retractiles.
- Búsqueda de mecanismos móviles aplicables a la estructura.
- Propuesta de diseño de cobertura orgánica retráctil y sus características.
- Verificación de la hipótesis planteada mediante análisis, simulación y modelística para las conclusiones y recomendaciones.

Figura 3. Estructura que realiza un movimiento de plegadura paralela sobre los ejes.



Fuente: Cobertura Orgánica Retráctil por Chinen, p. 101.

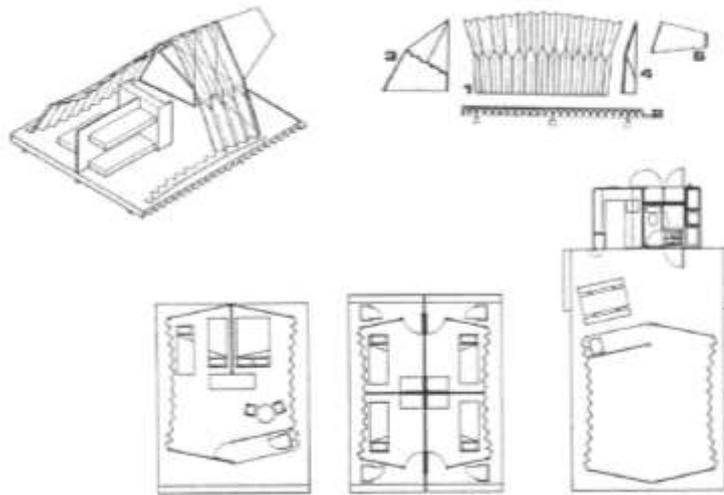
El arquitecto opta por una cobertura tipo origami, la que mediante la investigación va fusionando a mecanismos de despliegue para su compresión y estiramiento; dicha cobertura al poseer multiplicidad de funciones, depende de la escala que se le aplique para ver que materiales se comportan de manera óptima. El autor llega a la conclusión que el análisis del comportamiento de la estructura orgánica es básico para la futura aplicación de los principios estructurales basados en los organismos que analicemos. Además, debemos de tener siempre en cuenta el medio en el que se desarrolla, porque estas estructuras también deben de protegernos frente a los fenómenos de la naturaleza. Por último, conocer el material o materiales con los que se desarrollaría la estructura de forma orgánica, móvil y transformable,

porque cada uno de los materiales que empleemos poseen diferentes tipos de esfuerzos que pueden o no servirnos al momento de aplicarlos en la estructura.

Hernández (6) en su tesis de maestría se planteó el propósito de describir el significado y aplicaciones de las estructuras desplegadas, con principal énfasis en los mecanismos deslizantes y de tijera bisagra; además el desarrollo de nuevas geometrías, detalles y mecanismos que hagan construibles estos sistemas y puedan ser aplicados en la arquitectura. Señala que las estructuras desplegadas son las que pueden ser transformadas con la adición de energía, desde el momento en que se encuentra en su configuración compacta, hasta la forma expandida y estable que fue predeterminada. Por ello, las estructuras desplegadas son adecuadas para responder las siguientes necesidades:

- Una situación en la que es necesario crear un espacio cerrado o protegido durante un breve período de tiempo y luego mover ese espacio a otra ubicación para la erección o el almacenamiento.
- Lugares de difícil acceso.
- Aplicaciones especiales donde el equipo o la cobertura no puede ser transportado completamente abierto y necesita ser construido rápidamente.
- Necesidad de cerrar espacios durante condiciones climáticas variables.
- Situaciones de alto riesgo con elevados costos laborales, ambientes hostiles y transporte costoso.
- Ayuda a la construcción.

Figura 4. Despliegue de una cobertura en una necesidad real.



Fuente: Deployable Structures, por Hernández, p. 34.

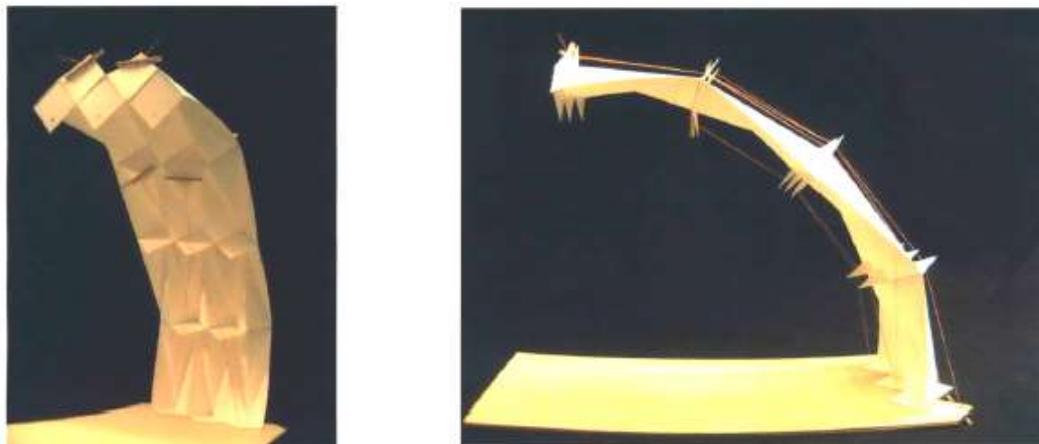
La capacidad de despliegue que pueda tener una estructura implica un costo extra a diferencia de una estructura de ensamblaje tradicional porque es más sofisticada, las conexiones móviles, mecanismos de bloqueo y de despliegue. Este costo adicional es equilibrado y entendible porque tiene mayor potencial de adaptabilidad, movilidad y de ahorro laboral al momento del armado.

Giesecke (7) en su tesis de maestría explora los diferentes métodos de diseño y las herramientas que brinda el origami como fuente de pruebas de utilidad y posibles limitaciones. El autor señala que el potencial arquitectónico del origami puede brindar diferentes caminos a ser evaluados, tales como: materiales y análisis estructural, razonamiento matemático, manipulación de la forma y el espacio, modelado paramétrico, fabricación y muchos elementos más de evaluación. El autor parte de formas convencionales, formas y superficies geométricas que poseen la habilidad de ser formas que se puedan plegar de forma plana. Seleccionó una forma particular llamada Kao-fold por su simpleza, belleza, propiedades estructurales y su potencial en el diseño de estructuras desplegables. La investigación posee un estudio de posibles materiales, mediante un análisis estructural preliminar, donde por medio de diferentes

configuraciones de formas en papel y su posterior aplicación en diferentes materiales e ideas de ensamblaje, donde se evidenciaron nuevas dificultades para el trabajo a gran escala.

El paso por materiales como una plancha de acrílico con ayuda de cinta de drywall o cinta de embalaje, lo llevaron a comprender el funcionamiento de las uniones y los puntos críticos, donde la estructura debe de tener mayor estudio. Además, usó materiales como madera laminada, varillas de madera, las que evidenciaron los puntos donde la estructura sufría mayor estrés, por el peso del material y las uniones más técnicas que fueron desarrolladas, para que de esta manera, se proponga de manera creativa la solución de apoyarse con cables que estabilicen la estructura en las direcciones laterales por medio de soportes externos que se oponían a las fuerzas de tensión, asemejando a la manera en que un árbol inestable es sujetado para no caer.

Figura 5. Modelos de papel, una forma física de manipular el espacio y la forma.



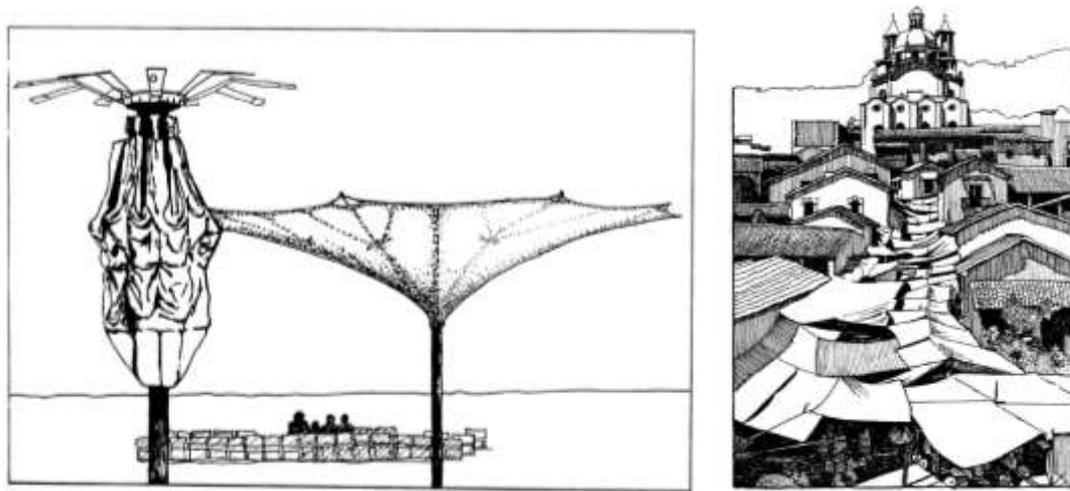
Fuente: Deployable structures inspired by the origami art por Giesecke p. 19.

Además de los principios matemáticos y el diseño paramétrico que el investigador ha usado, recomienda futuras consideraciones incluyendo la evaluación de la forma para las condiciones de luz natural y artificial, ya que el cambio de la luz natural al interior, puede cambiar la percepción del espacio contenido, así como los diferentes ángulos de luz durante el

día varían y crea una gran variedad de sensaciones, y durante la noche su presencia como el brillo de una linterna, puede ensalzar el espacio para ser disfrutado por todos.

Bonnemaison (8) en su tesis de maestría exploró la arquitectura de estructura ligera y las cualidades que propone, que según la autora, posee raíces modernas y sugiere una actitud de respeto que es totalmente necesaria en nuestras ciudades. La arquitectura ligera tiene por concerniente el desarrollo óptimo entre los materiales y su esfuerzo, tal como las estructuras tensadas están cargadas de tensión, al mismo tiempo que usan poco material. Esto está abierto a diferentes posibilidades que brinda la tecnología actualmente en el ámbito de la investigación y sus aplicaciones, y que en general se encuentran desarrollados por ingenieros entrenados, pero su aplicación permanece en las manos de los arquitectos. La arquitectura ligera puede ser vista en términos estéticos como el desarrollo de formas y la manera como esta se alza, muchas veces reflejándonos las nociones tradicionales de estética que son muy familiares para nosotros, pero de un modo poco definible como una simetría dinámica, armónica y equilibrio relativo. Tal y como lo conocemos, el proceso de diseño y búsqueda de formas es un proceso experimental que básicamente se resume en ensayo y error; durante este camino, decenas de combinaciones inesperadas suelen suceder, pero complementados con la investigación para lograr un mínimo uso de los materiales y tipos de construcción, lo que nos puede ayudar a tener una mejor comprensión de la edificación. Muchos de los arquitectos presentan un conflicto de las construcciones ligeras en contra el tejido urbano tradicional. El límite de una edificación móvil y ligera no está claramente definido porque está en constante variación; esta variación adquiere todo su significado al momento quererlas transportar a diferentes localidades, siendo unas estructuras pequeñas y ligeras.

Figura 6. A la izquierda cobertura automatizada tipo sombrilla, Frei Otto. A la derecha mercado callejero en Taxco, México.



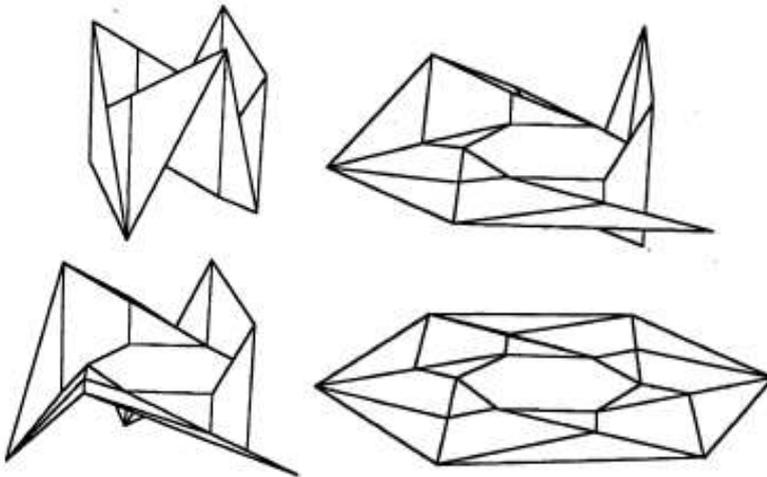
Fuente: Lightweith structures in urban design por Bonnemaision p. 51.

Desde que las estructuras comienzan a ser efímeras, móviles o convertibles, su vida útil en un lugar es incierta. La movilidad y efimerabilidad de una estructura nos obliga a pensar sobre si el espacio puede ser usado con un determinado fin y reevaluar el concepto de bien inmueble aplicado a las edificaciones y a la propiedad de la tierra.

Guest (9) en su tesis doctoral investigó el desarrollo potencial que poseen las estructuras desplegables, las que tienen aplicaciones en el transporte y almacenamiento. Generado a partir del limitado espacio que los vehículos espaciales poseen y al alto costo de transporte que requeriría el transportar estructuras de mayor volumen o peso. Esta disertación pretende contribuir al campo de las estructuras desplegables mediante la presentación de alternativas que van desde la aplicación de cilindros plegables, superficies solidas plegables, experimentación y vialidad de cada una de estas alternativas (las que van a través de modelado digital), experimentos de manufactura física/digital y diseño de alternativas. El autor concluyó en que a lo largo de esa investigación se han desarrollado una serie de conceptos de uso de estructuras desplegables, los que han sido sometidos a un proceso que va desde el

desarrollo y análisis preliminar, diseño y modelado físico/digital, llegando finalmente a un comportamiento real de cada sistema, pero sin una contextualización ni solución de un problema real, sólo aplicando y desarrollando conceptos para su futura aplicación práctica en problemas e inspirar nuevas aplicaciones.

Figura 7. Simulación de despliegado con paneles planos y delgados.



Fuente: Deployable Structures: Concepts and analysis por Guest p.112.

Sanfeliu Arboix (10) en su tesis se estudia de manera genérica la arquitectura efímera, comenzando con las que se produjeron por las fiestas populares, recibimientos reales, festividades religiosas, celebraciones anuales, pabellones, y otras como cine, teatro y circo, resaltando el espacio público como productor de éstas. Explica también, los componentes efímeros, elementos que afectan a la arquitectura y la transforman como: sonido, luz, sombras, color, agua, fuego, aire, olor, sabor y tacto, señalando que la movilidad, temporalidad y transformación, son adjetivos que aplicados a la arquitectura da como resultado la llamada arquitectura efímera. El estudio de este tipo de arquitectura es una investigación de la transformación del espacio arquitectónico, no de manera histórica ni constructiva, sino de sus componentes y características que definen que así sea. Es muy interesante la forma con la que aborda el tema de ferias, mercados y fiestas populares, porque también atribuyen nuevas

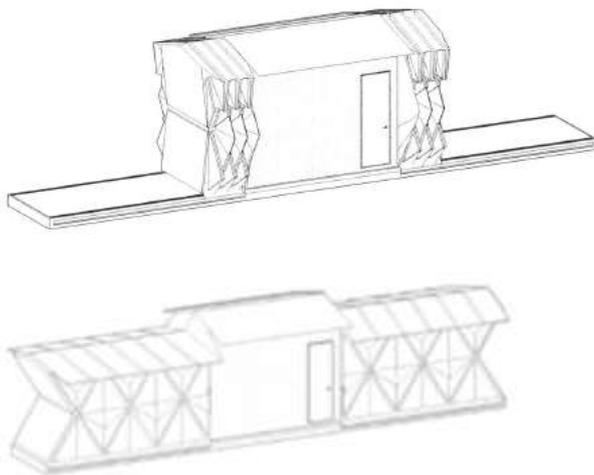
cualidades al espacio donde se ubican, porque sin ellas, sería un espacio muy diferente y carente de interés. Ya sea que se ubiquen en las avenidas o vías por donde circulan vehículos (esas vías hasta el momento en el que fueron diseñadas eran espacio cedido a los vehículos), pero tras la ocupación dichos espacios, fueron ganados para configurarlos como zona de recreación, comercio, exposición, arte, que transforma completamente el espacio o barrio donde se ubica y definiendo a la ciudad como lugar de exposición e intercambio de productos, mediante el empleo de técnicas de visualización y demostración, donde el poblador es constantemente estimulado como consumidor potencial y/o espectador de lo que fuera que se le muestre.

El ámbito de esta tesis reflexiona entre lo provisional, trivial, y a veces, trascendental, otra inocente, pero con una amplia y ascendente importancia en el desarrollo contemporáneo de la arquitectura, su capacidad de modificación que definitivamente, en su esencia, sostiene la arquitectura efímera.

Ho Chu (11) en su tesis de maestría presenta el diseño de una vivienda expandible como alternativa de solución al problema que dejó el terremoto y tsunami que afectó el norte de Japón y dejó centenares de personas afectadas. La casa expandible presenta características que une las características de estructura desplegable con el diseño de arquitectura efímera, tales como: ligereza, fácil transporte, ensamblado rápido y sustentable. Las primeras propuestas de ayuda que normalmente brindan las organizaciones, son tiendas de campaña en los lugares donde se presenta la emergencia, pero estos carecen de privacidad, estabilidad y principales condiciones de habitabilidad como privacidad, calefacción y ventilación. Así, tratándose de mitigar esos problemas con el uso de una nueva cobertura como chozas o casas prefabricadas (lo que duplica el costo), además de que una vez que la casa permanente esté construida se tiene que invertir en el armado y desarmado de esas soluciones temporales, y construir la nueva vivienda. En consecuencia, la autora propone el diseño de arquitectura desplegable a partir de los diferentes grados que la vivienda sufre después de ocurrido el desastre. La vivienda puede ser fácilmente

transportada y desplegada para prestar ayuda, pudiendo ser usada permanentemente luego de la construcción de la casa. La vivienda está conformada por el uso del mecanismo de tijeras que es muy útil en este caso porque mientras es usada la estructura no sufre ningún tipo de cambio, más que la propia transformación al momento de desplegarse y ocupar el espacio ya planeado.

Figura 8. Fases por las que atraviesa una vivienda plegable.



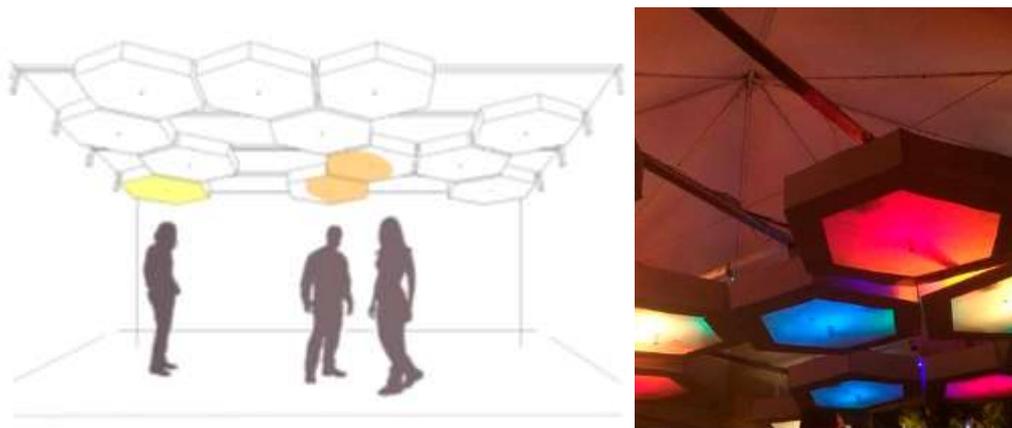
Fuente: Expandable house: for disaster relief and flexible dwelling por Ho Chu p. 31.

La vivienda está compuesta con una estructura desplegable de aluminio, láminas de espuma, proponiendo nuevos materiales y tecnología de fabricación para obtener como resultado una arquitectura más flexible. Las principales ventajas de la casa plegable es que se puede usar en una gran variedad de configuraciones urbanas, su flexibilidad es muy conveniente al momento de manipularla en diferentes condiciones climáticas, porque nos brinda múltiples opciones de soleamiento, aprovechamiento de luz natural y ventilación.

Farah (12) en su tesis de grado plantea un estudio que abarca el cómo y en qué, las nuevas tecnologías digitales y electrónicas se utilizan en la arquitectura efímera. Se introduce dentro de la problemática de la ciudad contemporánea y los nuevos territorios que surgen tras la desaparición de fronteras físicas. Relacionando los mundos virtuales y físicos, diseña y construye una obra arquitectónica efímera e interactiva, que emplea nuevas tecnologías como

herramientas visibles que generan y controlen interacción con los usuarios. Concluyó que la tecnología genera cambios físicos en el espacio, genera interés en las personas que la transitan, pero ese interés no nace de la nada: primero existe un rechazo por ser algo nuevo y tras contestar sus dudas, rompen las barreras de su pensamiento y añadiendo un aspecto diferencial que observan, practican y experimentan en ese tipo de arquitectura.

Figura 9. Interacción de la luz y el movimiento de los transeúntes.

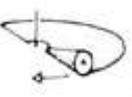
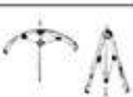


Fuente: Arquitectura Efímera Interactiva por Farah p. 50.

De Marco (13) en su tesis de maestría investiga los aspectos de la arquitectura transformable y transportable, estrategias de diseño, mecanismos para generar movimientos y detalles constructivos, para que con ellos mejoremos la comprensión de este tipo de arquitectura. Brinda una apreciación clara, remontándonos desde el periodo de posguerra donde estaba inclinada a la solución de problemas habitacionales, hasta hace algunos años, donde se produce para uso diario y aceptado por las diferentes comunidades donde se desarrolla. Asimismo, brinda una serie de temas estructurados presentando una organización correctamente constituida, refiriéndose a las diferentes tipologías y formas de construcción, además de la aceptación por parte del público, que en su mayoría está acostumbrado a construcciones convencionales que están teóricamente garantizadas por su permanencia a pesar del paso del tiempo, discrepan con la arquitectura portable y móvil. Por lo tanto, está en nosotros como profesionales, mostrar que una arquitectura transformable no es sólo una

momentánea, sino que además posee parámetros moldeables para la obtención de espacios eficientes y agradables.

Figura 10. Comparación entre tipo de movimiento y sistema constructivo.

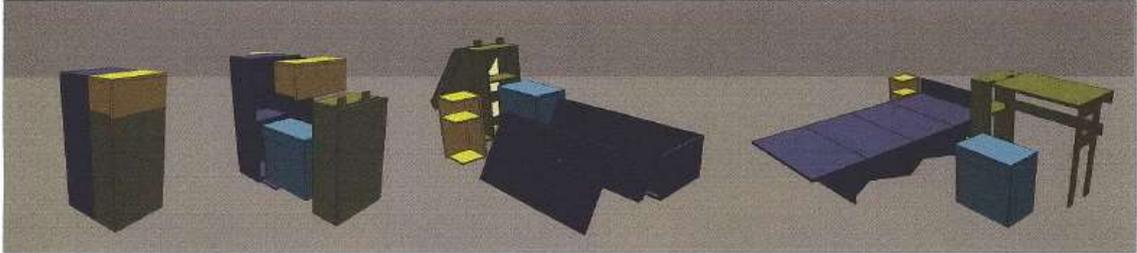
Construction system	Type of movement	Direction of movement			
		Parallel	Central	Circular	Peripheric
Membranes, static load bearing structure	Gather				
	Roll				
Membranes, movable load bearing structure	Slide				
	Fold				

Fuente: Transformable and transportable architecture por De Marco p. 19.

La tesis de grado de Nee (14) focaliza una solución al problema de almacenamiento, portabilidad y confort en la creciente población itinerante de jóvenes profesionales, que a través del dispositivo plegable no pierdan la sensación de familiaridad que la personalización del mobiliario brinda y de manera eficiente se traslade sin perder la identidad a las diferentes localidades donde se dirija. Inspirado en el equipaje diseñado para viajes marítimos, se trata de un gran contenedor multiusos de artículos personales, los que están siempre disponibles para su uso inmediato. Durante el proceso creativo se tuvieron en cuenta diferentes criterios referentes al tamaño compactado y desplegado, los cuales fueron de acuerdo al método de transporte común en la actualidad que es el aéreo y las medidas estándar para que el usuario pueda llevarlo consigo sin necesidad de enviarlo por bodega; además, el lugar donde se tiene la necesidad de trabajar el que se proyectó un pequeño apartamento. Pasando al proceso creativo en sí, la autora empleó modelos a escala que sirvieron para explorar diferentes esquemas básicos de diseño, los que se acomodaban a necesidades específicas de cada estudio

(métodos de compactar una cama, despliegue de múltiples superficies a partir de una caja, material más adecuado, etc.).

Figura 11. Mobiliario diseñado para jóvenes profesionales.



Fuente: Maintaining familiarity through mobile design por Nee p. 27.

El aporte significativo que posee la investigación de Ne (2007) es la adaptación de un modelo de equipaje antiguo en prototipo de trabajo disponible para el estilo de vida actual. La simpleza de sus conexiones, su fácil armado y desplazamiento, hace que sea una gran alternativa a usarse en la vida de muchas personas. De cualquier manera, brinda una experiencia importante, porque para su fabricación ha incluido el uso de tecnología de fabricación digital con un material tradicional como es la madera, durante los procesos de Prototipado a diferentes escalas, examinando sus posibilidades de conexión entre superficies, aplicando conceptos y bocetos para finalmente obtener un producto a escala real.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Estructuras Desplegables

#### A. Concepto

Para Gantes (4) estructuras desplegables es un nombre genérico para una de las categorías de las estructuras prefabricadas que pueden transformarse a partir de una configuración compacta cerrada a una forma expandida predeterminada, la cual es estable y tiene la capacidad de soportar cargas. Varias estructuras cotidianas pueden clasificarse como desplegables; tiendas o sombrillas son dos simples ejemplos.

El principal interés en las estructuras desplegadas ha sido a raíz de su potencial aplicación en el espacio. Los vehículos que son lanzados al espacio poseen un espacio interior limitado y muchos espacios presentes y propuestos requieren instalar estructuras de grandes dimensiones. Estas estructuras son plegables para que una vez que se encuentren en órbita puedan ser desplegadas automáticamente, ya que la opción de transportar estructuras en piezas para ser ensambladas en el espacio, requiere personal calificado, que adicionalmente precisa de equipos de seguridad, o de lo contrario, maquinas automatizadas o robots que también generaría nuevos requerimientos aún más complejos. Además, actualmente se pueden encontrar en labores recreativas y de exhibición, campamentos militares temporales y espacios temporales que facilitan cobijo al personal durante la construcción.

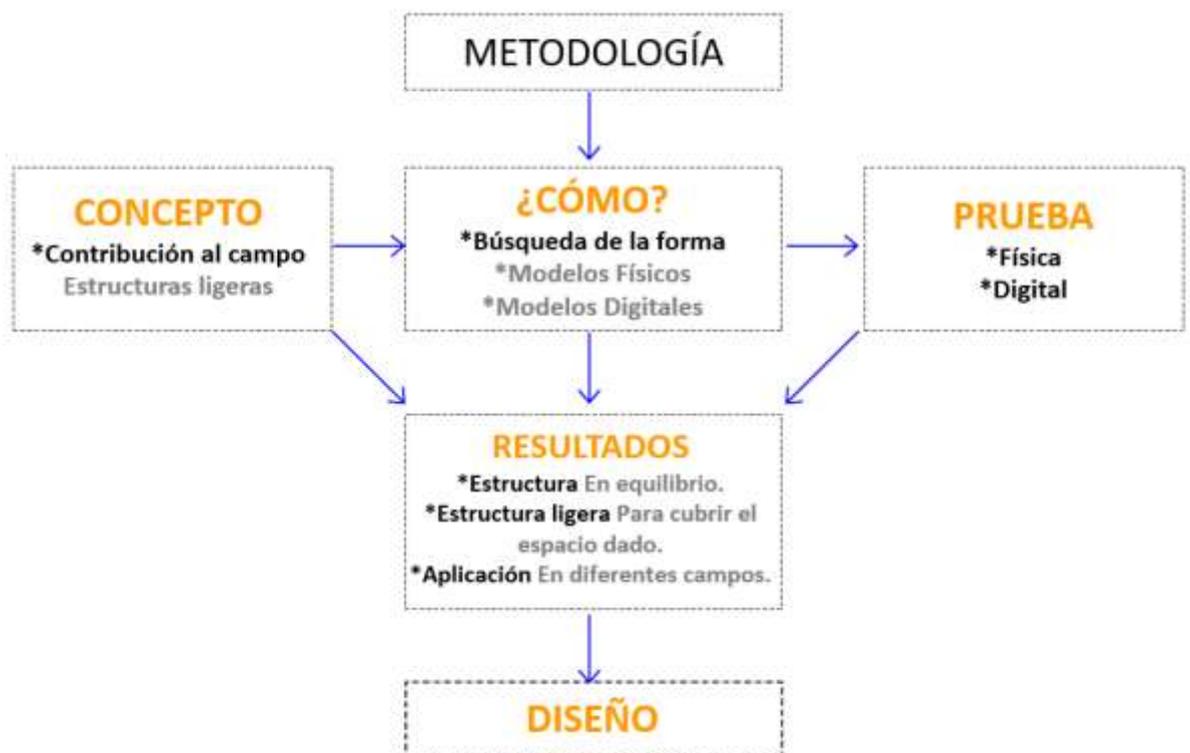
Las ventajas de las estructuras desplegadas hacen de ellas una alternativa muy favorable por sus capacidades que brindan temporalmente, contrastando con otras estructuras tradicionales que poseen mayor tiempo y dificultad en su armado. La velocidad de armado es decisiva para los momentos de emergencia, construcción en entornos y climas adversos. El fácil armado que poseen estas estructuras al no necesitar gran equipamiento y poca fuerza de trabajo, también posibilita la facilidad de transporte y almacenamiento, debido al tamaño compacto que posee cuando la estructura se encuentra plegada. El reusar esta estructura a partir del momento en el que no es usada y su despliegue rápido y de bajo costo, hace que requiera requisitos mínimos de capacitación del usuario que hace uso de la estructura. En consecuencia, diseñar tales estructuras fomenta que los diseñadores dejemos de pensar en solo cubrir el espacio, sino que pensemos en todo el proceso y experiencia que implica su funcionamiento para sacar el mayor provecho de estas estructuras.

## **B. Metodología**

La metodología arquitectónica que se aplica para el desarrollo de estructuras desplegadas, no es igual a una metodología de diseño convencional. Para diseñar una

estructura desplegable, el diseño, fabricación y evaluación pasan por un proceso cíclico, donde se complementan para lograr un diseño óptimo. Todo se origina con una etapa de análisis del entorno y requerimientos, para que después podamos hacer la elección del tipo de estructura más adecuada a la necesidad del usuario y sus actividades, así como del entorno, para que no se vea afectado, manteniendo una buena relación con el ambiente donde se ubicará la estructura. Luego se puede comenzar con las diferentes variaciones que puede tener la estructura por el diseño que se emplee, desarrollando modelos a escala que sirven para evaluar el diseño y su despliegue, primero por cada unidad, y luego en la estructura entera. Finalmente, cuando el diseñador está complacido por el resultado obtenido, puede replicar el modelo a tamaño real para concretar el desarrollo del proyecto. El desarrollo de la metodología propuesta, será descrito a continuación.

Figura 12. Metodología de diseño propuesta para una estructura desplegable.



Fuente: Structural Research Workshop 2014 por SMiA (p. 4).

### **Concepto - Análisis y Diseño Arquitectónico.**

Previamente al proceso de diseño y de conformación del espacio, el proyecto que se va a diseñar debe de responder a diversas características del entorno, requerimientos que dependen de los usos y actividades que se puedan desarrollar en el espacio.

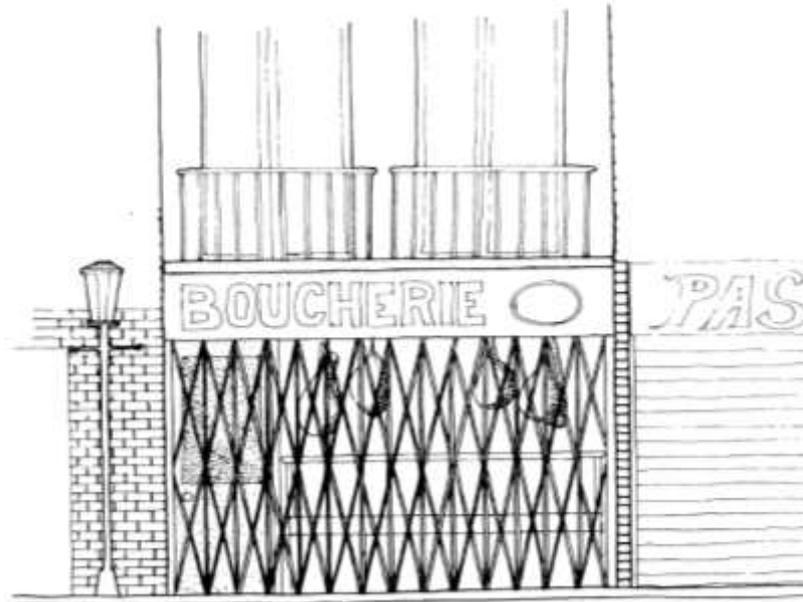
El análisis integral para el desarrollo de una propuesta arquitectónica sólida, se debe de dar teniendo en cuenta el lugar donde estará el diseño, las actividades que se desarrollan actualmente, el área necesaria para albergar la estructura actual, el área que imprescindiblemente debe de cubrir la estructura, el número y especificaciones físicas de las posibles actividades que puedan desarrollarse en el lugar, así como el nivel de conocimiento técnico de los usuarios para que puedan manipular correctamente el pliegue y despliegue de la estructura.

La elección del tipo de estructura y método de despliegue es una parte fundamental del proceso de análisis. Las estructuras poseen diferentes mecanismos que pueden ser o no favorables para cada tipo de ambiente, así como fin que se le desea atribuir o uso que se le planea dar.

A primera vista, la despleabilidad de estas estructuras puede parecer un término muy poco familiar, pero los ejemplos son más comunes de lo que uno podría pensar. El paraguas es un ejemplo típico de un simple dispositivo desplegable de uso diario, es portátil, fácil de instalar y reutilizable. Estas mismas características persistirán en dispositivos desplegables más grandes y complejos. Estamos rodeados de objetos cotidianos que se pueden desplegar: muebles plegables, soportes telefónicos viejos, puertas de ascensores, rejas de tiendas, botes plegables, neumáticos de automóviles, contenedores de agua, antenas, etc., sólo para mencionar algunos. Actividades como acampar están repletas de ingeniosas formas de refugios colapsables, muebles y accesorios. Las razones para hacer los productos plegables son claras:

movilidad. Los artículos desplegados pueden ser encontrados en algunas aplicaciones militares: antenas parabólicas, refugios, puentes, etc. (6).

Figura 13. Reja de seguridad desplegable para una tienda.



Fuente: Deployable Structures por Hernández, 1987, p. 23.

### ¿Cómo? - Elección del Método de Despliegue

Según Hernández (6) existen muchos mecanismos los cuales pueden ser incluidos en la categoría de estructuras desplegadas, pero adicionalmente indica que pueden ser agrupados en dos categorías generales, las cuales serán detalladas a continuación:

#### Estructuras de barras

En aspectos generales son estructuras compuestas básicamente por barras o puntales, estas estructuras habitualmente trabajan por compresión, tensión o componentes de flexión que se conectan por medio muchos tipos de uniones o bisagras. Esta clase de estructuras funcionan por medio de varios tipos de mecanismos entre los que encontramos:

- Mecanismo de tijera o barras articuladas

Este mecanismo está definido por la articulación de dos elementos rígidos o barras. Algunos diseños reemplazan estas barras por otros elementos de distintas formas.

Figura 14. Barras rígidas usadas en el mecanismo de tijera.



Fuente: Folding & Deployable Structures por SMiA, p. 25.

Figura 15. Alternativa a las barras rígidas en el mecanismo de tijera.



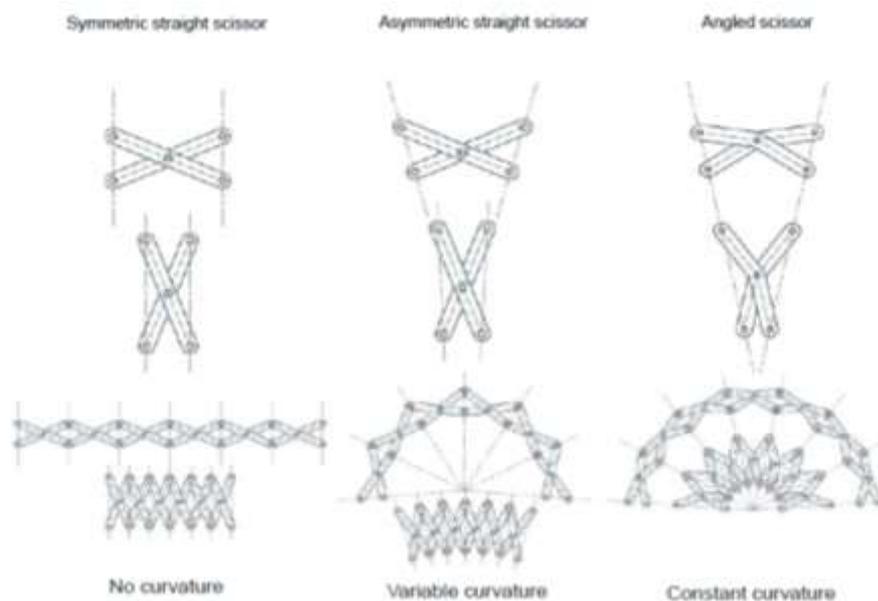
Fuente: Folding & Deployable Structures por SMiA, p. 25.

El elemento básico de este sistema es la armadura deformable, que es un conjunto de barras (miembros rectilíneos unidimensionales) conectados por nodos (juntas universales) y bisagras de tijera (un grado de libertad rotacional sobre el plano normal definido por dos puntos de conexión). Este conjunto tiene la característica de que al girar los puntales uno con respecto al otro, en conjunto abarca dos formas: la primera forma es el estado compacto que tiene

teóricamente una dimensión, y la segunda forma es el estado desplegado, que es un cuerpo tridimensional (6).

Dentro del mecanismo de tijera o barras articuladas, existen múltiples variaciones que hacen de la etapa de diseño aún más interesante. Las de tijeras rectas con movimiento simétrico, que presentan los elementos posicionados en línea recta con las articulaciones, generando un despliegue sin curvatura y en consecuencia un movimiento lineal. Las de tijeras rectas con movimiento asimétrico, que presentan los elementos posicionados en línea recta, pero teniendo como referencia un punto central el que ayuda a generar un despliegue con curvatura alterable y derivando un movimiento radial pero variable. Las de tijeras angulares, surgen cuando las articulaciones están compuestas por ángulos diferentes a 180 grados, no presentan elementos posicionados en línea recta, tienen como referencia un punto central que te sitúa el centro del despliegue radial de curvatura constante.

Figura 16. Mecanismo de tijera y sus variaciones.



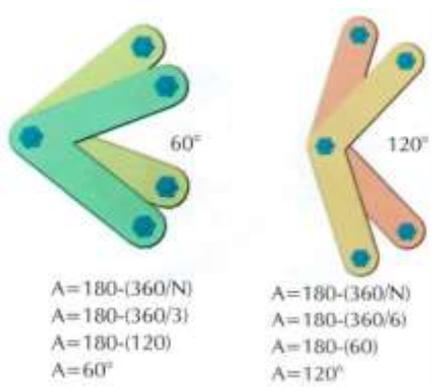
Fuente: Folding & Deployable Structures por SMiA, p. 27.

La obtención del ángulo interior de los elementos que conforman las uniones anguladas con mecanismo de tijera depende del polígono que se desee obtener (ver figura 17). La fórmula para encontrar es la siguiente:

$$\text{El ángulo es igual a. } A=180-(360-N)$$

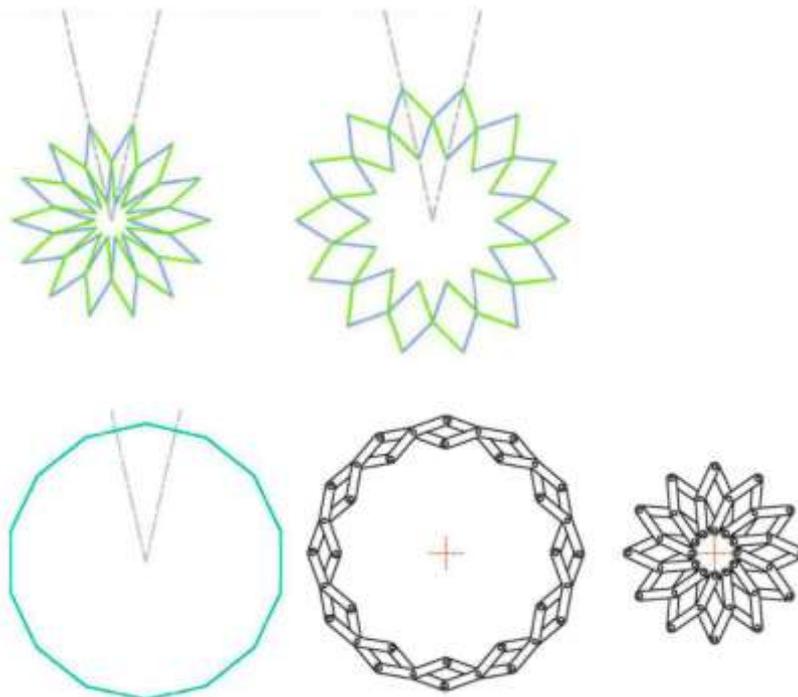
Donde N es el número de lados del polígono.

Figura 17. Cálculo de los elementos angulares en el mecanismo de tijera.



Fuente: Folding & Deployable Structures por SMiA, p. 42.

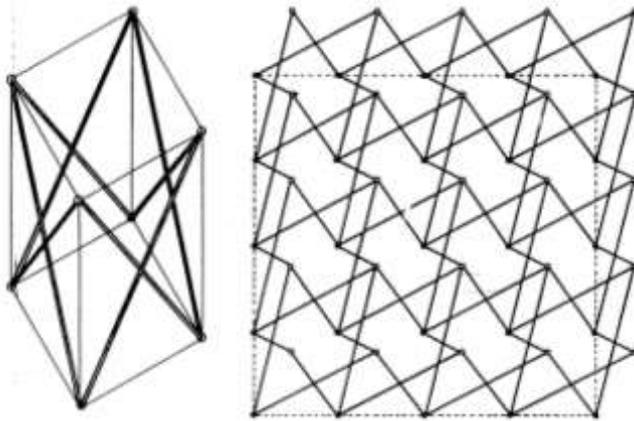
Figura 18. Construcción geométrica de una rueda (polígono de 14 lados)



Fuente: Folding & Deployable Structures por SMiA, p. 42.

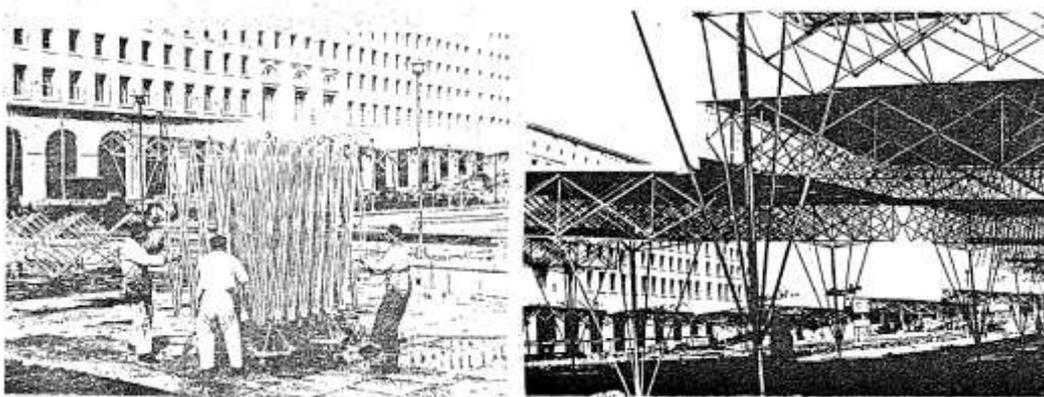
El uso del mecanismo de tijera también se puede aplicar de forma modular en varias dimensiones, no sólo para movimientos en uno de los planos, sino que además para movimientos de despliegue volumétricos. Este mecanismo es muy versátil porque permite que, con la formación de mallas por medio de módulos diseñados geoméricamente, se pueda cubrir espacios con diferentes variantes para luego ser ejecutadas en proyectos a gran escala.

Figura 19. Unidad modular de base cuadrada y malla compuesta por módulos conectados.



Fuente: Folding & Deployable Structures por SMiA, p. 31.

Figura 20. Pabellón transportable para exposiciones. Arq. Emilio Pérez Piñero.



Fuente: Estructuras espaciales desmontables y desplegadas por Puertas del Río, p. 258.

- Mecanismo deslizante o de paraguas.

Este mecanismo consiste en el despliegue de la estructura alrededor de un soporte recto o guía, deslizando una unión cilíndrica o hueca sobre ella, el ejemplo más común es el paraguas (6).

Figura 21. Elementos estructurales de un paraguas.

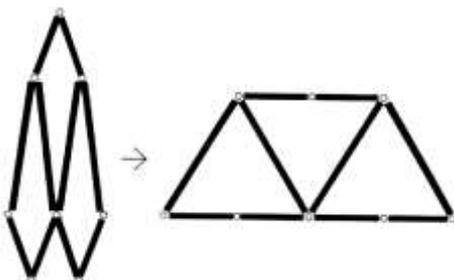


Fuente: Deployable Structures por Hernández, 1987, p. 22.

- Mecanismo de bisagra o plegable.

Este es otro método que consiste en el despliegue de un conjunto de elementos unidos en los extremos por medio de bisagras, que permite que la estructura se pliegue. Después de alcanzar la configuración abierta final, se bloquean las uniones articuladas y la estructura se comporta como una sola pieza (6).

Figura 22. Estructura formada por elementos unidos por bisagras.



Fuente: Deployable Structures por Hernández, 1987, p. 25.

### **Estructuras de superficie:**

Son estructuras en las que sus esfuerzos son soportados por superficies. En algunos casos una superficie continua resiste solo la fuerza de tensión, como por ejemplo en la construcción de elementos estructurales inflables. Otras estructuras están creadas a base de pequeñas superficies o planos unidos por algún mecanismo flexible para formar una estructura continua. En esta categoría podemos identificar tres grupos importantes, los cuales son:

- Estructuras inflables o neumáticas.

Son formas estructurales hechas de una membrana ligera, plegable y muy fuerte, estabilizada total o principalmente por la diferencia de presión de los gases, líquidos, espuma o cualquier otro material a granel. Un ejemplo muy familiar es el globo aerostático, que es una envoltura floja estabilizada por la presión del gas, lo que permite soportar no solo la presión del gas en sí, sino también absorber otras cargas. La construcción neumática es uno de los sistemas desplegables más estudiados en términos de aplicaciones arquitectónicas, habiéndose construido muchos ejemplos: invernaderos, refugios, exposiciones itinerantes, depósitos de agua, cubiertas puentes, etc.

Figura 23. Pabellón de exhibición itinerante diseñado por Joseph Eldredge.



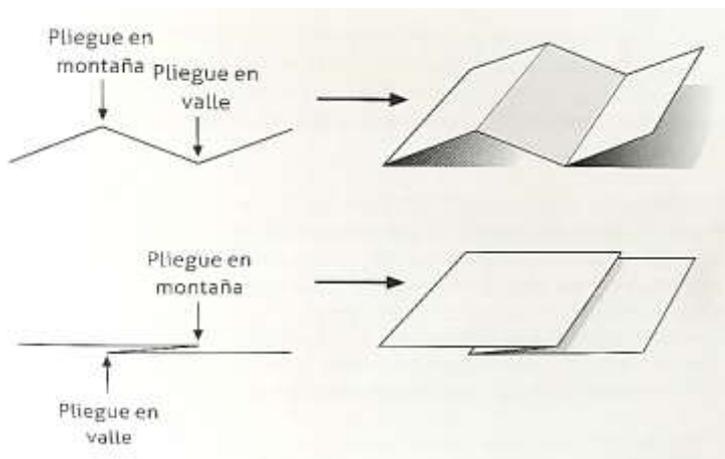
Fuente: Deployable Structures por Hernández, 1987, p. 32.

- Estructuras plegadas.

Son otro tipo de estructura desplegable que puede reducir su volumen y expandirse como un acordeón; puede ser de dos tipos: uno hecho de paneles rígidos unidos por una conexión flexible a lo largo de sus bordes y otro hecho de un material flexible prolongado que permite que se pliegue.

Un plegado es una hoja de material doblada adelante y atrás, una base (termino de origami) compuesta por un pliegue en valle y otro en montaña. El plegado puede ser recto o curvado, afilado o romo, geométrico u orgánico, que crea una superficie bidimensional o una forma tridimensional, y puede hacerse una sola vez o repetirse sin fin. Puede ser flexible o rígido, decorativo o funcional, de una pieza o compuesto por varios elementos, y hecho de un material o de una combinación de materiales (15).

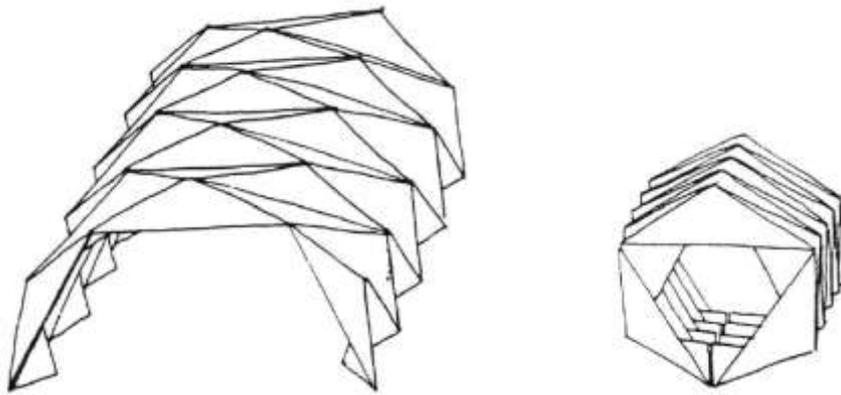
Figura 24. Plegado básico, abierto y cerrado.



Fuente: El gran libro del plegado, por Jackson, 2015, p. 9.

La definición del concepto de plegado puede parecerse muy sencilla, pero la singularidad de este sistema radica en el trabajo en conjunto entre el diseñador y las características del material o materiales, pudiendo generar formas infinitas al momento de convertir cualquier plano en un objeto tridimensional.

Figura 25. Modelo de estructura plegable expandida y compacta.

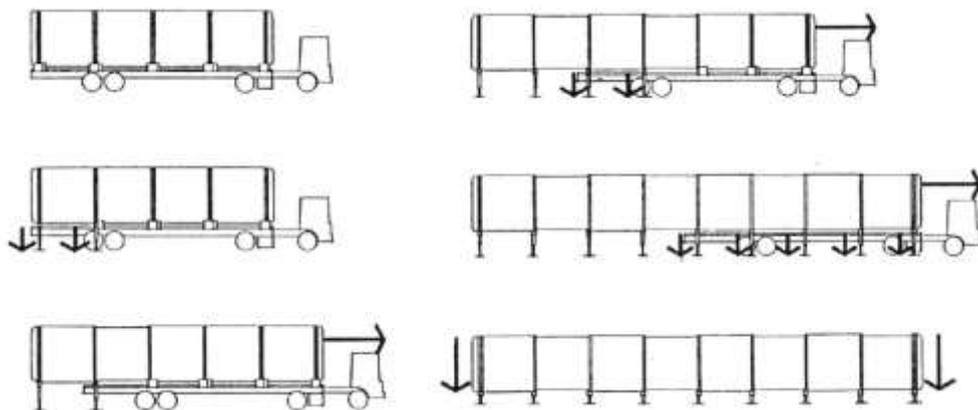


Fuente: Deployable Structures, por Hernández, 1987, p. 26.

- Estructuras telescópicas.

Este tipo de estructuras basadas en elementos tubulares que pueden entrar uno dentro de otro, formando un paquete compacto que es *telescopado* y estabilizado a su configuración final. Este concepto se usa mucho en dispositivos mecánicos, como grúas, mástiles y antenas, pero su aplicación en arquitectura no se ha explorado mucho.

Figura 26. Proceso de despliegue de una estructura telescópica.



Fuente: Deployable Structures, por Hernández, 1987, p. 27.

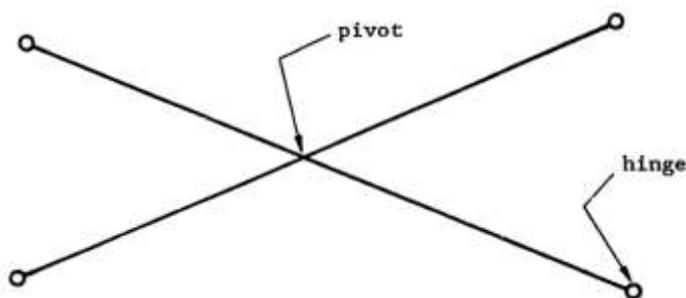
## Prueba - Análisis y Revisión de Funcionamiento

### ▪ Análisis y configuración de la unidad modular

El diseño de una estructura desplegable va mucho más allá de la forma geométrica que posee y su configuración de despliegue. En ella también debemos de incluir la selección de una unidad básica, que será usada para ensamblar la estructura, el cálculo de los elementos que la conforman para que sea desplegable; ambos individualmente como en su conjunto, y mostrando el comportamiento estructural deseado (estable y libre de estrés al momento de su configuración plegada y desplegada). Todo está asociado a los requisitos funcionales que están limitados por el rango de posibles formas cuando la estructura presenta una la configuración desplegada.

Nuestra unidad modular y elemento básico para las estructuras en la presente investigación fue descrita en la parte anterior. Es el llamado elemento con mecanismo de tijera (EMT) el que consiste de dos barras rígidas conectadas una a otra en un punto intermedio por una conexión que sirve de eje, el que brinda rotación a las barras sobre un eje perpendicular al plano. Al término, las barras se conectan a otras del mismo tipo mediante nodos. Los módulos son construidos a base de varios EMT, cada uno de los módulos son pequeñas estructuras desplegables por sí mismas, ya que muchas de los módulos básicos constructivos pueden ser conectados unos a otros para formar estructuras más extensas.

Figura 27. Típico elemento de mecanismo de tijera.

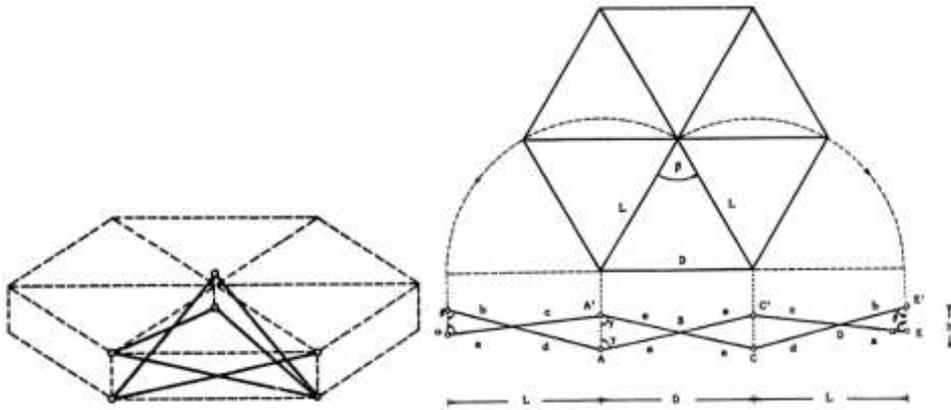


Fuente: A design methodology for deployable Structures, por Gantes, 1991, p. 44.

El buen comportamiento, duración y la confiabilidad de una estructura desplegable dependerá mucho de sus articulaciones. Las articulaciones son puntos en los cuales las fuerzas convergen y su capacidad para resistir y transmitir esas fuerzas determinará la solidez de la estructura. La articulación debe de cumplir con los siguientes criterios:

- Debe de transmitir las fuerzas de manera uniforme a través de los componentes que llegan a ese punto.
- Debe de sostener firmemente todos los puntales que llegan a ese punto.
- Debe dar a cada puntal libertad suficiente para plegarse y desplegarse, pero evitando tener elementos demasiado flojos.
- En el caso en que se requiera la reutilización de los elementos, la unión debe diseñarse para soportar las tensiones creadas durante el proceso de pliegue y despliegue, minimizando la fatiga en el material.
- La fricción entre las piezas móviles debe ser la mínima posible para evitar el desgaste y facilitar, además facilitar el montaje y desmontaje.
- Al trabajar con conexiones móviles, es importante tener en cuenta al diseñar y elegir el material, que la transferencia de fuerzas entre cuerpos que no están unidos puede ocurrir solo por la presión ejercida por un cuerpo contra otro, generando que el esfuerzo de compresión y tensión aumente en la unión. Por lo tanto, es importante tener materiales resistentes a la tensión alrededor de la conexión.

Figura 28. Características geométricas de la unidad estructural de un hexágono.



Fuente: A design methodology for deployable Structures, por Gantes, 1991, p. 55.

- **Análisis y revisión de la estructura entera**

Una vez que el módulo de la estructura desplegable cumpla los criterios y sea verificado por medio de modelos a escala, otros problemas aparecerán al momento de experimentar con superficies o mallas compuestas por los módulos desarrollados. Una serie de módulos unidos constituyen la estructura entera, con ello evidenciaremos el modelo más real y donde tendremos que buscar soluciones más adecuadas teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

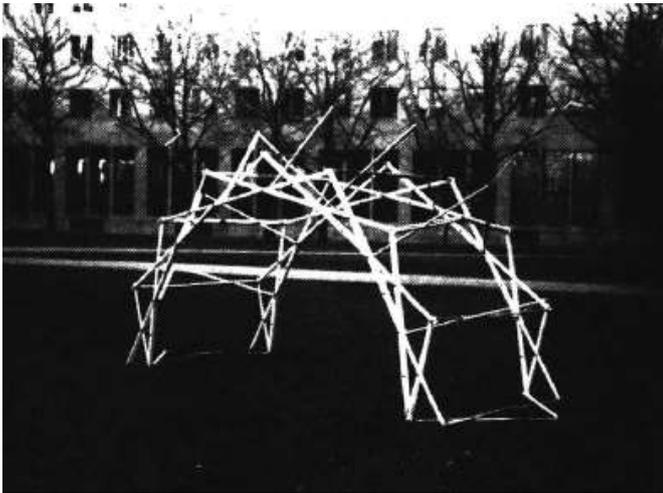
- **Mecanismo de pliegue y despliegue.** Uno de los aspectos fundamentales a considerar cuando se diseña una estructura desplegable, es el mecanismo de pliegue y despliegue. A medida que el tamaño y el peso aumentan, la apertura y cierre de una estructura desplegable se convierten en un factor cada vez más problemático en el buen funcionamiento del diseño. Las estructuras deben de contar con un mecanismo para llevar a cabo el proceso de expansión y contracción; estos mecanismos pueden ir desde los accionados manualmente hasta los remotamente. Pero cada sistema dependerá de cada estructura y, en particular, de su tamaño y peso,

frecuencia y condiciones de despliegue, factores ambientales, posibilidad de fuentes de energía, etc.

Los mecanismos de despliegue pueden ser sistemas hidráulicos, tornillos de motor o accionados manualmente, cables y mecanismos de poleas, mecanismos accionados por resortes, etc.. Sin embargo, cualquier uso del mecanismo debe de proporcionar un movimiento uniforme de todas las partes a una velocidad controlada. Dado que las estructuras generalmente inician el proceso de despliegue horizontalmente sobre la superficie de montaje, para que estas estructuras se levanten sobre superficies o terrenos, es conveniente montarlas sobre ruedas para reducir la fricción con la superficie, reduciendo así la fuerza necesaria para la instalada (6).

- **Requerimientos estructurales.** Claramente el requisito estructural es esencial para todas las formas que diseñamos, por lo que tenemos que tener en cuenta que ellas deben de mantenerse estables y no colapsar. Ellas deben de tener la capacidad de sostener su propio peso y las cargas vivas a las que estarán sujetos (viento, nieve, otros componentes unidos a la estructura, etc.) y, en circunstancias normales deben de tener márgenes de rigidez adecuados en todos los elementos estructurales y sus conexiones. El elemento básico del mecanismo de tipo tijera es la armadura deformable y debido a su grado de libertad, es inestable y no tiene capacidades estructurales. Como sus puntales están trabajando en flexión. Al utilizar figuras geométricas más adecuadas y bloqueando las juntas, se puede mejorar la característica estructural del sistema (6).

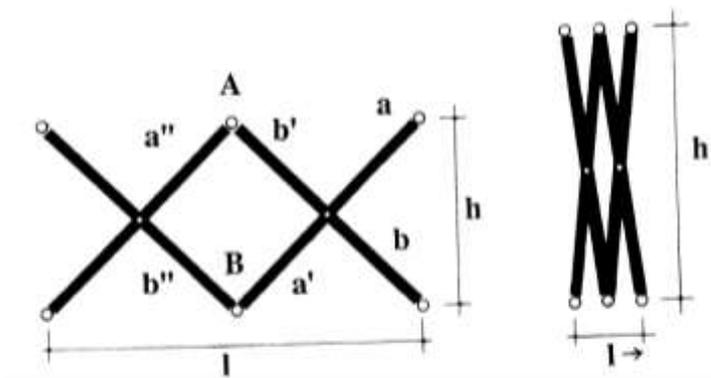
Figura 29. Estructura con mecanismo de tijera mejorada.



Fuente: Deployable Structures, por Hernández, 1987, p. 52.

- **Requerimientos cinéticos.** Teniendo en cuenta en el elemento básico del mecanismo de tipo tijera, si la altura “h” se modifica por cualquier medio mecánico, la dimensión “l” cambiará con cualquier variación de “h”, de acuerdo con el número de cruces y la longitud de los elementos. Cuando “h” es igual a  $b+a$ , el sistema está en su configuración plegada, y cuando “h” se aproxima a 0 de altura, el sistema se aproximará teóricamente a una línea recta y “l” estará en su valor máximo.

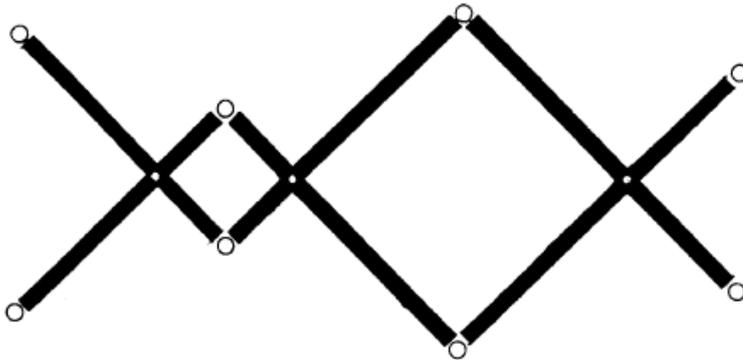
Figura 30. Elemento estructural básico del mecanismo de tipo tijera.



Fuente: Deployable Structures, por Hernández, 1987, p. 28.

Para que el sistema obtenga su configuración cerrada, la única relación que debe mantenerse, es que alrededor de cualquier par de nodos A, B, ( $a'+b'=a''+b''$ ). Mantener esa correlación y nuevas combinaciones con el sistema básico son posibles, como se muestra en el siguiente ejemplo:

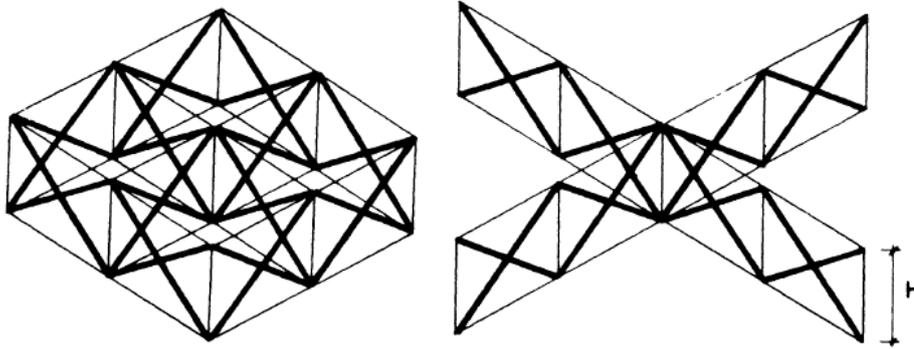
Figura 31. Variación en el elemento estructural básico de tipo tijera.



Fuente: Deployable Structures, por Hernández, 1987, p.29.

También son posibles combinaciones tridimensionales y el sistema seguirá funcionando, si es que se mantiene la misma relación utilizada para la configuración plana. Al cruzar los elementos planos perpendiculares, se crea un grupo tridimensional de familias; al intersecar tres planos obtenemos otra configuración tridimensional, en la que el elemento básico es una tijera. Es un conjunto móvil, de seis puntales, seis nudos y tres bisagras de tijera, en el que todos los puntales se encuentran en un plano para un valor dado del ángulo B. La acción requerida del mecanismo de tijera es tal que, como B aumenta, el conjunto se pliega rígidamente fuera del plano, pasando a través de una forma tridimensional y alcanzando un estado límite dimensional para  $\theta=180$  grados. El mecanismo de tijera es una unidad básica importante para algunas formas tridimensionales, como las cúpulas.

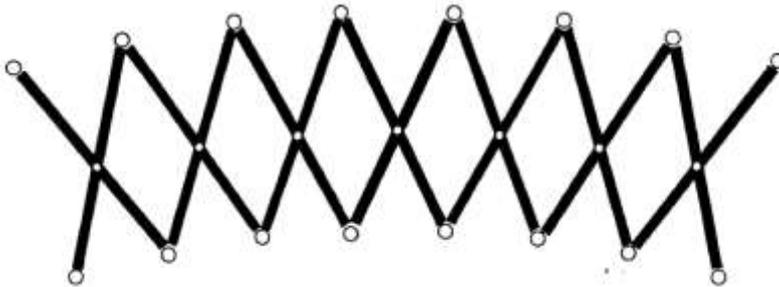
Figura 32. Grupo tridimensional creado a partir de elementos planos.



Fuente: Deployable Structures, por Hernández, 1987, p. 29.

Las estructuras desplegadas con mecanismo de tipo tijera, también pueden tener la función de elemento estructural tipo arco; en este caso, el centro de rotación se mueve fuera del centro al hacer  $a' > a$  y  $b' < b$ , el armazón básico comienza a doblarse. Cuanto mayor sea la diferencia entre  $a'$ ,  $a$  y  $b$ ,  $b'$ , menor será el radio de la curva. El radio de la curva y el número de cruces definirá la longitud de  $a+a'$  y  $b+b'$ .

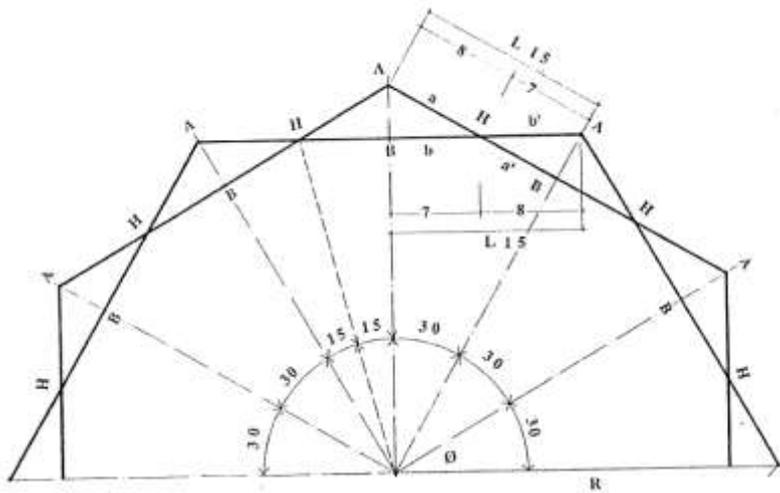
Figura 33. Armazón básico curvo de tipo tijera.



Fuente: Deployable Structures, por Hernández, 1987, p. 31.

De acuerdo con la curva deseada y el número de divisiones, se puede calcular la longitud de los puntales y la posición de la bisagra de tijera. Vamos a elegir un arco de radio  $R$  y dividirlo en seis partes iguales: la longitud  $L=a+a'$  es igual a  $R \cdot \tan \theta = L$ , donde  $\theta = 180$  (media circunferencia) / 6 (# de partes) = 30, y  $a = R \tan \theta / 2$ ,  $a' = L - a$ , porque cada tijera es simétrica  $a'=b$ ,  $b'=a$  (6 p. 7).

Figura 34. Arco estructural formado por 6 elementos iguales de tipo tijera.



Fuente: Deployable Structures, por Hernández, 1987, p. 31.

- Forma y resistencia.** La capacidad de carga de una estructura se puede mejorar sin aumentar la cantidad de material, tan solo con elegir una forma adecuada. Esto es muy importante cuando se diseñan estructuras desplegadas, ya que si se aumenta la capacidad de carga por medio del aumento de material hará que las uniones móviles usadas sean más caras de lo que ya lo son, y esto incrementará el peso de todos los elementos, resultando una estructura menos eficiente y transportable.

Las formas que permiten transferir el estrés principalmente por compresión y tensión son las más eficientes. Se pueden clasificar como formas con una sola curvatura (cilíndrica o cónica) como los arcos; o formas con doble curvatura (esferas, elipses, etc.). La cúpula es un ejemplo de esas formas tridimensionales en las que, idealmente no hay flexión (y por lo tanto no hay variación de la tensión a través del grosor en ningún punto) y las fuerzas internas están representadas por conjuntos de tensiones principales y de compresión. Un conjunto de tensiones principales actúa radialmente desde la corona hasta la base. Estas tensiones son compresivas en todo momento y se pueden comparar directamente con los empujes en una gran cantidad de arcos, en

los que la cubierta se puede dividir mediante cortes en planos radiales verticales. El otro conjunto de tensiones principales en la carcasa, actúa horizontal y circunferencialmente para evitar que la parte superior de la carcasa caiga hacia el centro y las partes inferiores se rompan hacia afuera. Estos esfuerzos son de compresión cerca de la corona, pero de tensión cerca de la base (6).

- **Cobertura.** Algunas estructuras están diseñadas para poder desarrollar actividades que requieren un espacio protegido o cerrado; estas deben de diseñarse con un sistema de cubierta. Existen diferentes soluciones, algunas serán descritas a continuación:

El sistema de cerramiento puede ser independiente a la estructura o parte de ella, la cobertura se puede agregar después que la estructura se haya levantado o desplegarse permanentemente junto a ella. También puede funcionar como miembro estructural, elemento estabilizador y/o bloqueo de la configuración abierta. Pueden estar hechos de materiales ligeros y flexibles, que pueden actuar como transportadores de tensión, etc.; o por lo contrario, pueden estar hechos de materiales rígidos como metales o plásticos (6).

### **C. Obras arquitectónicas referentes**

#### **C.1. Cobertura del escenario del concierto de Pink Floyd – Frei Otto**

Durante el año 1970, la mayoría de las bandas tocaban bajo escenarios hechos de andamios y lona que no eran atractivos visualmente, así que la banda Pink Floyd se propuso crear un ambiente diferente donde interpretar sus temas. En el año 1977 Frei Otto y Ted Happold fueron llamados a diseñar el escenario del concierto con unas estructuras de tipo paraguas que funcionaba con un mecanismo que las elevaba desde abajo del escenario y si hubiera posibilidad de lluvia las desplegaría sobre el ambiente donde el grupo interpretaba sus

éxitos musicales. Tenían un diámetro de 4,5 m a 7 m, estaban hechos de algodón blanco y fueron diseñadas para ser rápidamente implementadas.

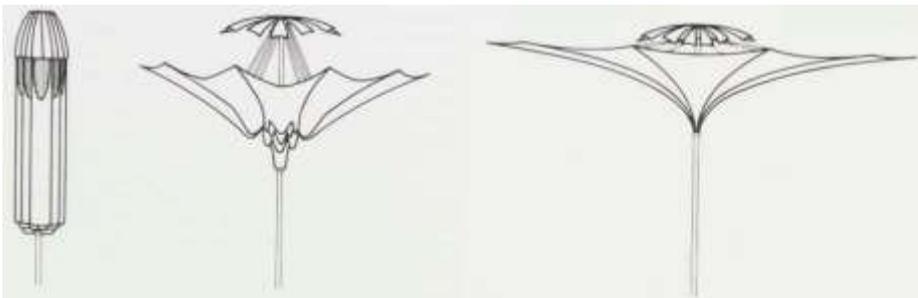
Figura 35. Escenario del concierto de Pink Floyd, Cleveland 1970.



Fuente: Pink Floyd in the Flesh Tour 1977, por Mark Fisher.

Inicialmente creada en 1971, la cobertura automática de tipo paraguas diseñada por Otto, es especial porque su diseño fue trasladado a partir de la tradicional y común paraguas sólo que, a diferencia de la escala, la sofisticada estructura no perdió la simpleza de su forma y belleza, pudiendo estar en un instante y al otro no. Este tipo de estructuras son efímeras, convertibles y móviles, por lo tanto, su vida útil en una actividad o lugar es muy insegura.

Figura 36. Proceso de expansión de la cubierta automática de tipo paraguas de Frei Otto.



Fuente: The Work of Frei Otto, por L. Glaeser (16), p.114.

## C.2. Casa Plegable- Ten Fold Technology

La compañía británica Ten fold ha diseñado diversos espacios habitables que han causado reacción positiva en los usuarios, por su económica y versátil tecnología. En tan solo minutos, la estructura puede transformar un contenedor en un espacio habitable, que tranquilamente puede ser usado en el sector residencial de cualquier ciudad. Puede ser transportado en un camión, lo que elimina los costos de mano de obra, para expandirla en cualquier lugar y es personalizable debido a su proceso constructivo prefabricado.

Figura 37. Modelo a escala real del prototipo.



Fuente: Sitio web Ten Fold technology.

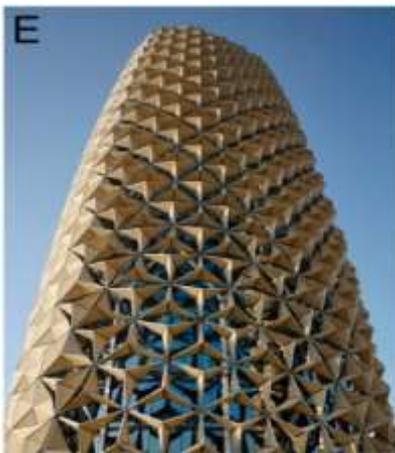
Toda la estructura se compacta dentro de un contenedor y sólo necesita un terreno estable donde ubicarse. Todos los modelos se basan en sistemas tipo tijera, elementos deslizantes y superficies plegables, que en conjunto hacen que esta propuesta logre tener alrededor de 10 m<sup>2</sup> compacto y 68 m<sup>2</sup> cuando la estructura y superficie se encuentran totalmente expandidas. Además, los paneles, puertas y ventanas son elementos modulares con los que se puede personalizar el espacio de diferentes formas, así como el color y material de las paredes. Esta estructura portátil replantea el modo de vivir y habitar, contrastando con las residenciales actuales en las que la gran mayoría son permanentes y hace que las personas y usuarios se

establezcan en un lugar para siempre. Asimismo, su potencial permite una solución más fácil para la ubicación de centros de auxilio ante alguna emergencia o el establecimiento de comunidades en lugares de difícil acceso.

### C.3. Muro cortina desplegable de las torres Al Bahar - Aedas

Estos edificios diseñados por los arquitectos de Aedas, se ubican dentro de Abu Dabhi, donde las altas temperaturas, ningún porcentaje de lluvias y vientos con arena que son perjudiciales a los edificios que se encuentran en esta parte del mundo. Estas torres de edificios presentan una mejora innovadora frente a esta situación, el que se compone de una fachada que actúa frente a las diversas situaciones climáticas con un concepto de cobertura vertical inspirada en un dispositivo tradicional islámico llamado “mashrabiya”.

Figura 38. Las torres Al Bahar.



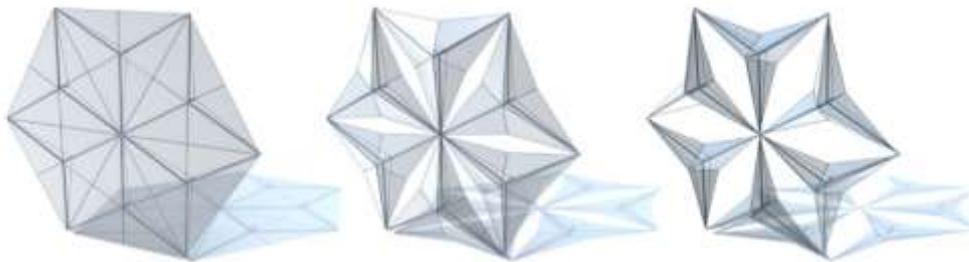
Fuente: Transforming architectures inspired by origami, por Reis, López y Marthelot (17).

La fachada está compuesta por una especie de muro cortina, situado con una separación de 2 m de la fachada interior. Cada elemento modular está cubierto por fibra de vidrio, programado para actuar frente al movimiento del sol, y por la noche no dejar que la iluminación interna afecte el entorno cercano. “Esto nos permite utilizar de forma más natural un cristal tintado, que permite más luz interior y menos necesidad de luz artificial. Se trata de utilizar una

técnica antigua de manera moderna, que también responde a la aspiración del emirato de asumir un papel de liderazgo en el ámbito de la sostenibilidad” dice Peter Oborn de Aedas.

El funcionamiento del muro cortina, es de tipo modular y está conformado por elementos que emplean el mecanismo de tipo deslizante para generar ese tipo de cobertura retráctil, el cual fue generado a partir de un hexágono y la generación de pliegues se convirtió en un módulo compuesto por seis pliegues, que fueron programados para responder al clima desértico. Esta configuración se ve reflejada a lo largo del edificio, en las zonas que previamente fueron seleccionadas tras un análisis de las condiciones climáticas generadas en la zona, para obtener como resultado un diseño sostenible y de protección para el edificio.

Figura 39. Módulos hexagonales que genera el muro cortina.

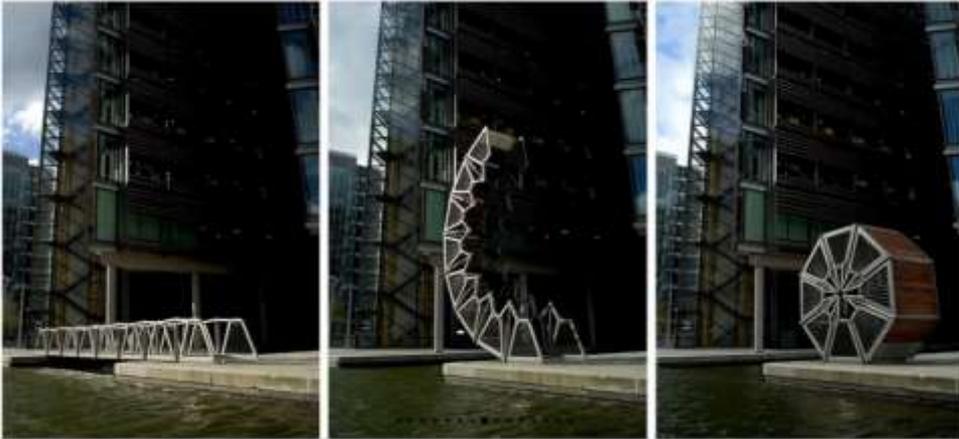


Fuente: Sitio web de Archdaily.

#### C.4. Puente enrollable – Heatherwick Studio

Creado en el año 2002, el puente enrollable se ubica en el canal de Londinense de Paddington. Mientras que muchos de los puentes que se construyen tienen un sistema de división en dos segmentos para poder abrirse y dejar pasar entre ellos a los diferentes botes o barcos que circulen a través de ellos, el estudio Heatherwick se le ocurrió la idea de diseñar un puente que se enrolle en una sola dirección y para ello usó un cuidadoso mecanismo para modificarlo por medio de la variación en su forma, sin la necesidad de fracturarlo.

Figura 40. Proceso de transformación del puente enrollable.



Fuente: Sitio web Heatherwick Studio.

Inicialmente, la idea del puente estaba influenciada por el movimiento de las colas de un dinosaurio; el diseño evolucionó en el puente que se puede enrollar completamente hasta que sus extremos se unen formando un círculo, presentando una estructura autónoma y simple. Sujetado solo a un extremo, forma una escultura independiente, sin dejar ninguna parte o elemento en el otro lado. El puente está compuesto por elementos que asemejan el mecanismo tipo tijera que están sujetas a elementos estructurales de forma trapezoidales y todo este sistema alimentado por un mecanismo automático hidráulico, el que brinda delicadeza y precisión al momento de desplegarse.

Figura 41. Detalle de las uniones y el mecanismo hidráulico del puente.



Fuente: Sitio web Heatherwick Studio.

### C.5. Módulo de enseñanza prioritaria infantil (MEPI)

La propuesta fue parte del V Concurso Internacional Estudiantil sobre el Diseño de Tenso Estructuras, que fue parte del VI Simposio Latinoamericano de tenso estructuras y del Simposio de la IASS (International Association for Shell and Spatial Structures), seleccionado como primer puesto. Nace con el propósito de crear espacios temporales para la educación y aprendizaje lúdico para los niños que enfrentan la realidad después de ocurrido un desastre. Teniendo como idea base a la educación como derecho humano fundamental para el mejoramiento de la calidad de vida, su objetivo es llevar educación a los niños con padres que están en la difícil situación de no tener tiempo, porque están con todas las acciones que obligatoriamente deben de realizar para contrarrestar los efectos que un desastre haya ocasionado. El proyecto se modela mediante una serie de espacios de enseñanza grupales comunicados y también espacios individuales para los niños más pequeños.

Figura 42. Vista interior del MEPI.

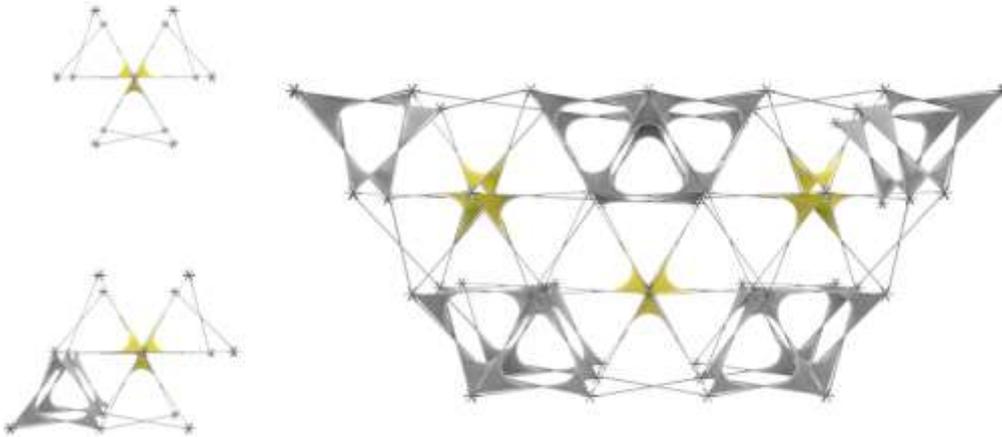


Fuente: Sitio web Structural Morphology in Architecture (SMiA).

El proceso constructivo del módulo de enseñanza prioritaria infantil consiste en la unión de barras de la misma característica y uniones que se asemejan a un asterisco; el montaje es rápido porque todos los elementos son iguales. La idea nació al pensar en la creación de

espacios que sean modulares, de armado rápido y fácil para diferentes actividades y usos. Estas son características de las estructuras desplegables y fue causa de la motivación del estudio de este grupo de estudiantes, que además brindan muchos beneficios, transformación y flexibilidad en el uso de espacios.

Figura 43. Vista Superior del MEPI.



Fuente: Sitio web Structural Morphology in Architecture (SMiA).

### 2.2.2. *Arquitectura Efímera*

#### **Concepto**

El término efímero se refiere al tiempo, a un espacio muy corto de tiempo (un día), y aunque no es esta exactamente la definición del término que aquí se le otorga, pero dada su popularidad, se propone aquí como título, en tanto que tiene el sentido de la transformación que sufre la arquitectura y su percepción, en el amplio sentido de la palabra. Esta transformación así definida, no sólo afecta a aquellas arquitecturas móviles, que como veremos son de las menos efímeras en el sentido de transformación, sino a todo el amplio abanico de la arquitectura; no obstante, es debido a una serie de influencias que ésta recibe: movilidad, simulación, duplicación, reflejo, ocultación, brillo, tacto, color, etc., las que la hacen transformarse. Estas componentes cambian el espacio de una manera temporal y constante, y afectan a los cinco sentidos, pero no tienen que ver con la propia estructura de la obra (6).

La arquitectura efímera comprende muchas dimensiones, aunque en esta tesis se enfoca en las que transforman espacios públicos, como los mercados o ferias populares que se adueñan del espacio que, sin ellos, definitivamente las calles son todo lo opuesto a los días en que son ocupadas por la actividad económica y social que desarrollan los vecinos y pobladores. Por ejemplo, las diversas ferias que se ubican en la Av. Huancavelica en la ciudad de Huancayo o a lo largo de todo el Jr. Grau, son calles muy diferentes: la primera es una avenida muy espaciosa y la segunda un jirón de menor longitud. Sin embargo, de igual manera son vías que son ocupadas totalmente y todo ese espacio que se le arrebató a los vehículos se convierte en un espacio dinámico, colorido, tradicional y emprendedor, que modifica completamente esa parte de la ciudad. Esa es una parte muy importante dentro de este tipo de intervenciones porque son determinantes en la transformación de una ciudad.

Figura 44. Feria dominical en la Av. Huancavelica



## 2.3. Definición de términos básicos

### 2.3.1. *Espacio Público*

Para Szpac et al. (18), el espacio público en la ciudad es una herramienta privilegiada para la puesta en escena de las experiencias de lo urbano. Es el lugar para la complejidad y

heterogeneidad social, cultural y de la arquitectura. Dentro del mismo se presenta la calle como campo de articulación de intereses diferenciados y de convalidación colectiva, como objeto de estudio útil para revisar las mediaciones entre la arquitectura y la ciudad.

La recuperación para la agenda pública de los conceptos de calle, plaza, parque, entre otros elementos que conforman el espacio público, es de fundamental importancia para actuar en la ciudad. Se podría decir que un sitio se hace lugar a partir de la apropiación cultural que la gente hace de él, desde el pensar, el construir y el habitar.

Pensar el espacio público significa considerarlo como estructurador y ordenador de la ciudad, en un difícil equilibrio entre la macrorred de vinculación y conectividad y la microrred de encuentro y espacios de socialización. Se hace necesario pensarlo desde la posibilidad de incrementar valores de inclusión porque allí se producen los encuentros, se reconocen las personas, se socializan, se realizan como ciudadanas.

Construir en el espacio público se introduce en la esfera de hacer y en la necesidad de reflexionar sobre el cómo hacer. Los trabajos en el espacio público y su materialización arquitectónica, demuestran que es posible hacer más con menos, que la austeridad formal y material tiene hoy valor de compromiso ético con la sociedad. De modo que una buena manera de ser arquitecto y a la vez crítico del aplanamiento de la cultura con que la globalización nos homogeneiza para abajo, sería justamente: analizarla, proyectarla, revitalizarla.

Habitar en el espacio público es complejo, ya que sólo a partir de la apropiación social, de que sean vividos y usados, los mismos adquieren su verdadera dimensión. Aquí aparecen las conflictividades sociales, las tensiones entre lo público y lo privado. El espacio público se transforma cada vez más en el escenario crítico de una sociedad de consumo masificada y excluyente. La ciudad deseada no es la ciudad ideal, utópica y especulativa, sino la ciudad que se quiere y reclama, mezcla de conocimiento cotidiano y de misterio, de seguridades y de encuentros, de libertades probables y de transgresiones posibles, de privacidad y de inmersión

en lo colectivo (ver Figura 46 en la que se observa la Plaza Huamanmarca, uno de los espacios públicos más importantes de Huancayo).

Figura 45. Plaza Huamanmarca.



### **2.3.2. Feria**

Evento efímero, compuesto por una infraestructura que no es habitual y en su mayoría posee desde puestos de comida, artesanía, espacios recreativos, hasta grandes profesiones más especializadas. Además, muchas veces posee una red económica de comercio informal que encuentra lugar donde realiza sus mayores intercambios de productos, siendo de esta manera una intensa actividad ferial. Ésta tiene como característica, dependiendo del tiempo en el que se repita (semanal, mensual o anualmente), unos momentos centrales donde poseen un mayor movimiento y de esta manera, adquiere la capacidad de poder modificar calles y flujos vehiculares, generando en la ciudad en general, diversas actividades que giran en torno a esta y que además se expresan a diferentes escalas y en varias zonas de la ciudad.

Figura 46. Feria en El Alto, La Paz, Bolivia.



### **2.3.3. Forma**

La forma de la estructura es la capacidad de emular la configuración geométrica u orgánica en la que se apoya, para que formalmente sea una estructura derivada con un concepto claro.

### **2.3.4. Función**

Es la capacidad de la estructura para poder realizar una función o poseer alguna característica funcional favorable, que en el caso particular de la investigación, es de albergar y cubrir la actividad ferial para que se lleve a cabo correctamente.

### **2.3.5. Entorno**

El concepto de entorno en la presente investigación se refiere al nivel de relación que mantiene el uso de la estructura con el lugar donde la estructura será empleada; esta varía de acuerdo a la configuración que posee cada estructura para cubrir el espacio y la concurrencia de la gente, en el entorno seleccionado.

### **2.3.6. Material**

En el aspecto material de las estructuras, estas deben de tener capacidad de adaptación a la mayoría de materiales disponibles, pero sin descuidar el mantener la forma con la que se ha proyectado, para que su representación pueda ser la más cercana a la planeada.

### **2.3.7. Espacialidad**

Esta es una de las características principales con las que las estructuras desplegadas deben de contar, de acuerdo a la magnitud del uso que se le vaya a dar (grandes luces o pequeñas luces). Este mecanismo nos brinda la posibilidad de cubrir grandes espacios sin necesidad del uso de elementos estructurales adicionales. De esta manera, podría ser cubiertas locales de espectáculos, instalaciones de exposiciones temporales, campos deportivos y otros espacios sin desfavorecer la visión y tránsito interior.

### **2.3.8. Versatilidad**

Las estructuras desplegadas nos permiten generar una variedad muy grande de formas, y si son modulares dependen del orden en el que sean colocados los módulos, en qué posición y su forma.

Chinen (5) considera que la versatilidad o variabilidad de una estructura se plantea como el área interior de la misma que puede ser variada o cambiada sin transformarse el exterior; se entiende por más versátil la estructura que puede variar totalmente su interior. En el análisis se mide la versatilidad con el porcentaje de área interior variable (p. 96).

### **2.3.9. Ligereza**

La ligereza en las estructuras desplegadas varía de acuerdo al material usado, tipos de uniones y características que se plantean en el proceso de diseño. Muchas de ellas presentan cualidades estructurales que son cedidas por su peso, y otras que por su ligereza, necesitan de ayuda para ser más estables. Por ello, la característica de ligereza en este caso en particular, aporta en que la estructura sea de fácil armado y desarmado, transporte y almacenado.

### ***2.3.10. Ensamblaje***

Nivel de complejidad en el ensamblado de los elementos que componen la estructura desplegable que, muchas veces, depende de la cantidad de uniones, magnitud de los elementos que la componen y tiempo que se tarda en armar la estructura.

### ***2.3.11. Modular***

Es la capacidad muy importante en las estructuras desplegables, porque el trabajar con módulos, ocasiona que estas estructuras sean transformables; asimismo, el tener esta característica significa que puede cobijar mayor superficie con sólo la adición de más elementos modulares, estimulando el trabajo en serie, facilitando la fabricación del producto, disminuyendo los costos de producción y futuras ampliaciones de la estructura.

### ***2.3.12. Estabilidad***

Capacidad de la estructura en su configuración final de permanecer muy estable, apoyada en que las cargas se distribuyen eficientemente, uniones estables, cantidad de apoyos y elementos tensores que refuerzan la estructura.

### ***2.3.13. Rigidez del material***

Cada tipo de material posee diferentes propiedades que lo caracteriza; una de ellas es la rigidez, la capacidad de un elemento para soportar esfuerzos sin adquirir una gran deformación: un material puede ser rígido, pero no duro. Por ejemplo, la madera es un material que posee rigidez, pero tiene poca dureza porque puede ser perforado aplicando una fuerza de poca magnitud a diferencia de, por ejemplo, el acero.

### ***2.3.14. Desplegable***

Es la capacidad de variación de estado compacto a desplegado que poseen las estructuras desplegables, ya que mediante diversos mecanismos aplicados (de acuerdo a su necesidad) durante el proceso de diseño, las estructuras llegan a protagonizar un movimiento uniforme, con el menor desgaste en sus uniones y compactándose en la menor unidad posible.

### ***2.3.15. Desmontable***

Es la capacidad que deben de poseer cada estructura desplegable para ser desmontada en piezas que puedan ser reutilizadas o rearmadas en otras estructuras, facilitar su transportabilidad y permitir que el reemplazo de piezas puntuales que hayan sido afectadas se ejecute de manera más sencilla.

### ***2.3.16. Conexiones electrónicas***

La capacidad con la que las estructuras desplegables puedan ser personalizadas por medio de conexiones electrónicas, las que actualmente son necesarias para diversos aspectos utilitarios, como la adaptabilidad de conexiones eléctricas, iluminación (si es que la estructura se usa en horas de la tarde/noche), acondicionamiento de mecanismos automatizados y virtuales que se puedan llevar a cabo para transformar el espacio, etc.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Método y alcances de la investigación

##### 3.1.1. Método de la investigación

###### A) Método general de la investigación

En la presente investigación se empleó el método deductivo, debido a que para poder aplicar las diferentes herramientas, técnicas y mecanismos que nos brindan las estructuras desplegables en la arquitectura, se tuvo que estudiar los aspectos generales, como la influencia que tuvo en la arquitectura a lo largo de los años, sus aplicaciones en diferentes contextos y aspectos técnicos que sirvieron de base para la aplicación y prueba en esta investigación. Con todo lo antes mencionado se pasó a emplear todos los conocimientos para ser aplicados en un tema en particular, las estructuras desplegables aplicadas al diseño de un puesto ferial en la explanada de la plaza Huamanmarca. De este modo, verificar su utilidad y disposición para ser promovida como una alternativa a los modelos tradicionales de ocupación temporal del espacio público.

###### B) Métodos específicos de la investigación

###### Método Descriptivo

Consiste fundamentalmente en describir un fenómeno o una situación mediante el estudio del mismo en una circunstancia temporo espacial determinada. En la parte preliminar de la investigación, se detallaron las características primordiales de las estructuras desplegables, la alternativa de metodología del diseño, diferentes mecanismos que aplicados aportan al diseño y desarrollo de una arquitectura innovadora. Dicho de otro modo, este método nos ayuda a constituir un marco teórico que sirva de base para su empleo en un tema práctico, inicialmente para el diseño y luego reforzando el proceso para concretarlo.

### **3.1.2. Alcances de la investigación**

#### a) Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada porque desea concretar la ejecución de los prototipos de diseño dentro de los parámetros que delimita la arquitectura efímera, aplicando la metodología de diseño propuesta por SMiA (grupo de investigación de arquitectura y tecnología de la Universidad Politécnica de Catalunya), y haciendo uso de los recursos disponibles en la etapa de materialización de prototipos.

#### b) Nivel de investigación

El nivel de la investigación es descriptivo porque cuando el diseño se aplique y materialice en diferentes prototipos se iniciará el proceso descriptivo de las diferentes características de todos los prototipos desarrollados, para que después del análisis estadístico sea el que defina el prototipo con mayor capacidad para ser construido a escala real. Manteniendo durante todo el desarrollo la descripción de todos los procesos aplicados, inconvenientes y posibles mejoras para la posterioridad.

### **3.2. Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es de tipo descriptivo comparativo, porque se reunieron datos de los 20 prototipos que se diseñaron y propusieron para luego de describir sus características y analizarlos, pasar a compararlos entre todos mediante tablas y figuras estadísticas para que, finalmente, se defina el mejor modelo y consecutivamente sea representado a una escala mayor.

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.1.3. Población**

La población comprende todas las propuestas espaciales físicas y digitales experimentadas para la propuesta de un puesto ferial en la explanada de la plaza Huamanmarca, a fin de describir sus diferentes cualidades espaciales y de transportabilidad.

#### **3.1.4. Muestra**

En la presente investigación la muestra está constituida por 20 prototipos construidos física y digitalmente, los que transitaron por un proceso de diseño basado en la metodología de diseño de estructuras desplegadas propuesta por SMiA (grupo de investigación de arquitectura y tecnología de la Universidad Politécnica de Catalunya), los que fueron recreados física y digitalmente para su posterior descripción y análisis.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos empleadas en la presente investigación son la de observación y tablas de cotejo. La observación de los prototipos a valorar es una técnica imparcial de recolección de datos, porque el tipo de observación es estructurada, ya que el instrumento de recolección de datos es la ficha de observación, la cual está sistematizada y guiada en todas sus partes (ver anexos); además sirve como inventario que recauda aspectos físicos, espaciales y estructurales de los distintos prototipos.

Con las fichas de observación y tablas de cotejo se busca determinar las características de los diferentes prototipos en el aspecto funcional, estructural y espacial. La aplicación de las fichas y tablas de cotejo tienen como objetivos determinar si se ha obtenido un buen diseño de arquitectura efímera mediante la aplicación de las estructuras desplegadas y determinar la viabilidad de la proyección de un prototipo a escala real, para su posterior aplicación en el espacio físico de la ciudad de Huancayo.

## CAPITULO IV

### PROCESO DE DISEÑO Y MATERIALIZACION DE PROTOTIPOS

#### 4.1. Proceso de Diseño

##### *4.1.1. Consideraciones iniciales para el diseño*

La aplicación de las estructuras desplegadas en el diseño de arquitectura efímera dentro de esta investigación, tiene como fin producir un puesto ferial que pueda ser usado en los eventos feriales desarrollados en la explanada de la plaza Huamanmarca. La idea es diseñar un puesto ferial que permita a los feriantes desarrollar las actividades comerciales que comúnmente realizan.

Se tiene como referencia el estudio del arquitecto danés Jan Gehl (19) sobre el espacio urbano y la vida social entre los edificios, quien indica “Si las actividades y personas se agrupan, es posible que los acontecimientos individuales se estimulen mutuamente. Los participantes de una situación tienen la oportunidad de presenciar otros acontecimientos y participar en ellos. Así puede comenzar un proceso que se refuerza a sí mismo” (p. 93). También indica que: “El rechazo de las zonas monofuncionales es un requisito para la integración de diversos tipos de personas y actividades. Si se trata de recuperar las posibilidades, las labores de proyecto y diseño a las escalas mediana y pequeña son factores decisivos” (p. 119).

El diseño se basará en un puesto multifuncional para que los feriantes desarrollen las diferentes actividades económicas, culturales y sociales de acuerdo a las labores que desempeñan, además tendrá que ser modular para ocupar el espacio necesario de acuerdo a la magnitud de la feria que se vaya a desarrollar.

Figura 47. Fotografía aérea de la Plaza Huamanmarca y espacio ocupado por una feria.



Fuente: Google Earth (2018).

Otro de los argumentos considerados en el proceso de análisis de la plaza Huamanmarca, proviene de la investigación realizada por la Arquitecta María Casas (2) sobre los imaginarios urbanos y el espacio público del área central de la ciudad de Huancayo, indicando una serie de datos sobre la plaza Huamanmarca que nos dan a entender cómo los pobladores de la ciudad de Huancayo viven, perciben e imaginan este espacio público que es un referente de la ciudad y del centro histórico, con el muchos se sienten identificados. Para el análisis se puede rescatar lo siguiente:

- La Plaza Huamanmarca en su mayoría se ve asociada por los ciudadanos al color naranja (por la emoción, calor y alegría de sus ferias; y por los muros de ladrillo caravista de los edificios de la Municipalidad).
- Los ciudadanos creen que la Plaza Huamanmarca es uno de los espacios urbanos con mayor belleza en el centro de la ciudad aspecto relacionado con la estética y seguridad.
- El edificio de la Municipalidad es el elemento que más les gusta a muchos ciudadanos por sus proporciones, estética y plasticidad; considerando acertado que se lo incluya en varias de las postales como edificio más representativo de este espacio público. En segundo lugar, les gusta la amplitud de la plaza.
- A gran parte de los ciudadanos les disgusta el descuido e indiferencia por darle mantenimiento constante a la Plaza Huamanmarca.

- El motivo por el cual los ciudadanos visitan la Plaza Huamanmarca es para realizar trámites en la ciudad, pero además, muchos ciudadanos señalan que les gusta caminar por la plaza cuando hay ferias, comparsas folklóricas o visitan locales comerciales del entorno.
- La mayoría de los ciudadanos visitan la plaza entre dos y tres veces por semana, señalando que siempre hay un motivo para pasar por este espacio público; por las instituciones públicas, privadas o por locales comerciales del entorno.
- El tiempo que permanece la mayoría de los ciudadanos en la Plaza Huamanmarca es menor a una hora, haciendo referencia que varía el tiempo de acuerdo si es que hay alguna actividad que se esté desarrollando en la plaza o si se trata de una fecha festiva.
- El momento del día en el que la mayoría de los ciudadanos visitan la Plaza Huamanmarca, es durante la tarde, seguido por la mañana.
- La Plaza Huamanmarca se ve apartada por la Plaza Constitución, de acuerdo a la preferencia de los ciudadanos como lugar de entretenimiento, pero indican que su atractivo crece al momento de ser anfitrión de ferias, actividades culturales y realización de otros eventos.
- Muchos de los ciudadanos consideran que se debe de intervenir el espacio público con aspecto cultural como prioridad. La recuperación de los espacios públicos se debe de orientar a convertirse en lugares de encuentro.
- La libertad de realizar actividades en los espacios públicos del centro de la ciudad de los ciudadanos, se ve obstaculizada por que se piensa que se necesitan de permisos especiales para realizarlas.
- La capacidad de adaptación de las actividades que se desarrollan en la Plaza Huamanmarca, sí se adaptan a la configuración establecida; los ciudadanos señalan

que es un espacio público adecuado para las diferentes presentaciones culturales y realización de ferias temporales.

- Muchos de los ciudadanos mejorarían la estética, comodidad y la cantidad del mobiliario presente en la Plaza Huamanmarca.

Cabe señalar que la actividad ferial que se produce en la plaza Huamanmarca (espacio público tradicional de la ciudad de Huancayo) no se está desarrollando adecuadamente y tampoco ha tenido una clara evolución respecto a sus ediciones anteriores, sino que la infraestructura que las alberga aparentan haber sido improvisadas por los distintos organizadores, sujetando la estructura a los diferentes elementos que componen la plaza (barandas, rejas, elementos estructurales pertenecientes a la plaza, etc.). Esta forma improvisada de reforzar y proponer la infraestructura ferial, se ve reflejada en la baja calidad de las intervenciones urbanas, incomodidad a los diferentes usuarios, débil estimulación a los transeúntes, baja capacidad expresiva y de integración con uno de los pocos espacios en la ciudad de Huancayo, donde hasta la actualidad, continuamos interactuando con nuestras costumbres y todo tipo de reconocimiento cultural.

Figura 48. Fotografías de una feria ocupando la explanada de la Plaza Huamanmarca.



#### **4.1.2. Contextualización del diseño**

La Plaza Huamanmarca cuenta con un amplio espacio al que denominan explanada, donde los ciudadanos, organizaciones y asociaciones pueden solicitar y programar la realización de una feria en cualquiera de las áreas a la que ellos se dediquen. Las diversas ferias son desarrolladas de manera convencional, con una infraestructura de configuración regular y al parecer improvisada. El objetivo es proyectar un puesto ferial que cubra un área mínima de 5m<sup>2</sup> (2 m x 2.5 m) fácilmente desplegable, transportable, personalizable y que además tenga la posibilidad de crecer modularmente y de esta forma los feriantes desarrollen sus actividades y sea atractivo para el público asistente.

Figura 49. Puesto ferial de la feria internacional del libro 2018.



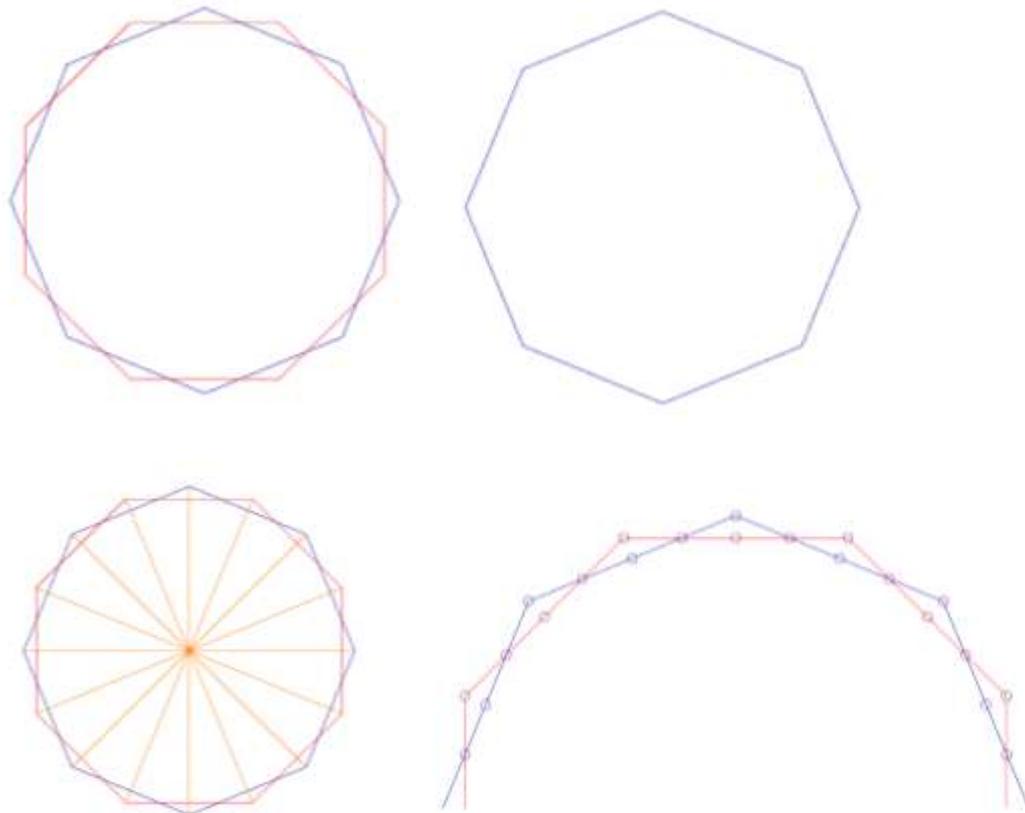
Fuente: Tomado de <http://munihuancayo.gob.pe/wps/2018/05/31/feria-del-libro-de-huancayo-programa-ofrece-cuenteria-debates-y-presentacion-de-revistas/>

#### **4.1.3. Método de diseño.**

En la actualidad existen diversos procedimientos para lograr generar ideas de una manera que solucione un ejercicio arquitectónico. Para poder concebir la estructura del puesto

ferial, se prefirió el método geométrico para la mejor aplicación del mecanismo de tijera. El objetivo es presentar un método geométrico de estructuras desplegadas al alcance de cualquier usuario, sin necesidad de tener conocimientos especializados. Los polígonos regulares como alternativa de diseño práctico y simple, pueden generar diferentes estructuras desplegadas compuestas de barras con la mayor homogeneidad posible, modular, optimizando los tiempos de fabricación y montaje en estructuras transformables. De esta manera, los diferentes polígonos que varían de acuerdo a su cantidad de lados servirán como referencia para idealizar y elaborar las formas.

Figura 50. Proceso de diseño a partir de un octágono.



#### **4.1.4. Diseño y materialización de prototipos físicos**

Habiendo definido el método geométrico como proceso de diseño para nuestro puesto ferial, se diseñó 10 prototipos de manera tradicional (ver anexos, imágenes del proceso de creación de los diseños). Al iniciar el proceso, como primer paso se realizaron bocetos que

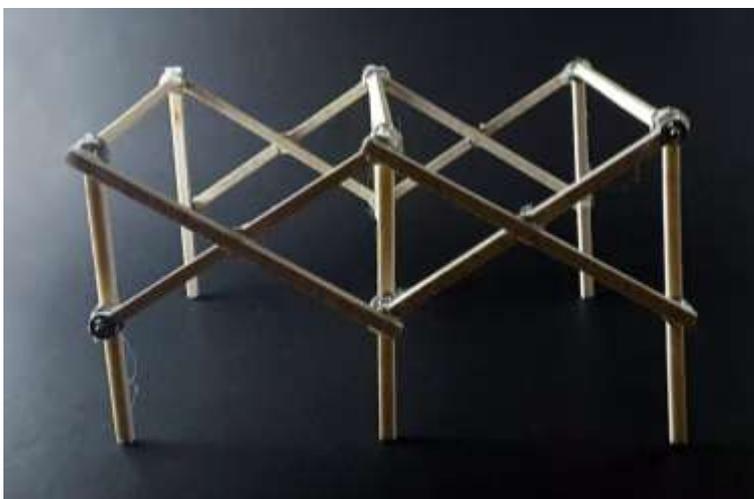
indiquen la forma espacial del prototipo, donde se podía notar el mecanismo de plegadura que se emplearía, idea del tipo de unión o conexiones que unen los elementos y la escala aproximada para la que se pensó el prototipo. Posteriormente, utilizando las ideas de prototipos reflejados en los bocetos, se pasó a dimensionar los elementos estructurales individuales para que actúen correctamente grupalmente. Finalmente, se construyeron maquetas de manera convencional, buscando los materiales indicados que sean fáciles de manipular, resistentes para ser empleados y que se asemejen a materiales que puedan ser usados a escala real; se concluyó en el uso de madera balsa de 4 mm, uniones con broches y alfileres. Estas maquetas fueron de gran ayuda al momento de sus análisis durante gran parte de la etapa de la investigación.

### **1. Prototipo Físico 1 (PF1)**

#### **Del concepto a la Forma**

El proceso para llegar a la forma comenzó con bocetos basados en una idea que al inicio fue expresada en un plano, la que estaba conformada por un elemento de tijera, el que básicamente conformaría el diseño. Después, ese elemento gráfico de dos dimensiones fue el comienzo de lo que pasaría a ser la forma, teniendo una altura representada por postes que, además, están asistidos por tres elementos lineales tipo viga que los unen, conformando la armadura del primer prototipo ferial.

Figura 51. Forma general del PF1.



### **Articulación de Elementos**

Como se mencionó en el marco teórico, los elementos del sistema de tijeras poseen diversas formas de movimiento; en este prototipo se han empleado el elemento básico de movimiento lineal, el que posee articulaciones exactamente al centro y en cada extremo de cada barra. Para obtener ese tipo de movimiento en dos dimensiones, se tuvo que recurrir a unos broches que permiten girar en torno a un punto, asemejándose al movimiento y propiedades que los tornillos nos pueden brindar a una escala real, además de brindarnos la capacidad de armar y desarmar cada elemento que se deseaba sin la necesidad de dañar los materiales empleados. Inicialmente, los broches fueron adheridos a la madera balsa con silicona, pero no se quedaba perfectamente unido, por lo que seguidamente fue asistido con el pegamento de contacto (superglue), con ello se logró que la unión entre los broches y la madera balsa quedara fija.

Figura 52. Detalle de la articulación del PF1.



### **Requerimientos Estructurales**

El PF1 posee como elemento básico el mecanismo de tijera, el que si se aplica de forma aislada a otros elementos que lo apoyen, no va a tener buena capacidad estructural debido al

grado de libertad que posee, por lo que el mecanismo de tijera aplicado fue asistido por elementos estructurales (columna y viga), situados en dos de los tres ejes que poseen los cuerpos tridimensionales, que sirvieron como ejes que ordenaron el movimiento, aportaron, mayor estabilidad y además, son componentes que pueden ser modificados de acuerdo a la dimensión que se requiera. Finalmente, se obtuvo un puesto ferial que se mantiene estable y con una rigidez adecuada en toda su extensión.

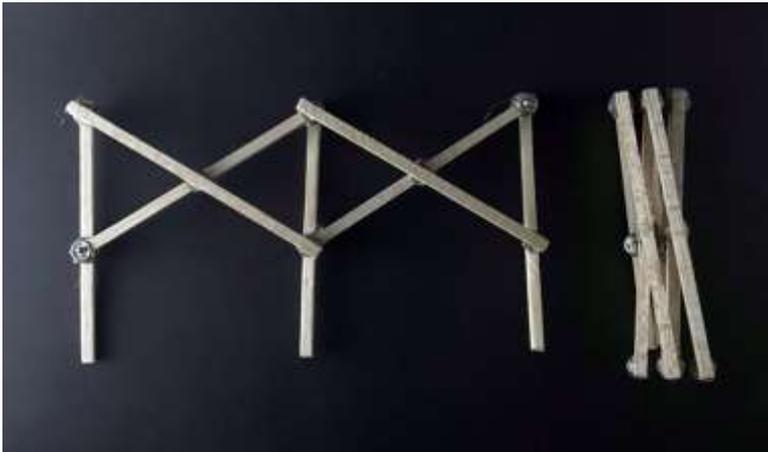
Figura 53. PF1 erguido en sus propios componentes.



### **Mecanismo de pliegue y despliegue**

El PF1 reúne una serie de condiciones que permiten que desarrolle su capacidad cinética adecuadamente, teniendo en cuenta que el mecanismo de tijera está sujeto a un número de cruces, que en este caso serían dos por lado, la variación de acuerdo al número de elementos tomados en cuenta (columnas y barras articuladas) se pudo notar claramente la diferencia cuando se colocó el prototipo en su configuración plegada y cuando estaba en su valor máximo. Se notó que plegado alcanzaba un cuarto del espacio que ocupaba cuando se encontraba extendido.

Figura 54. Configuración del PF1 extendido y plegado.



### Cobertura

Por si es necesario que se requiera un espacio protegido o cerrado, la solución que se adaptó a este tipo de estructura es una de tipo independiente, la que se podría agregar después que la estructura se haya extendido y pudiendo ser de un material ligero y flexible para no aumentar la carga propia que tiene la estructura. Finalmente, para asegurar la fijación de la cobertura se tomó en cuenta que se asegure en las distintas uniones articulables de la estructura, para que en el caso que la estructura cambie de dimensión o sufra alguna acción, naturalmente adopte la forma de la estructura.

Figura 55. Cobertura propuesta para el PF1.



## 2. Prototipo Físico 2 (PF2)

### Del concepto a la Forma

Para llegar a la forma final del prototipo, se comenzó bocetos basados la idea de crear una estructura en base al cuerpo geométrico tridimensional de base rectangular; con esta idea se generó una especie de armadura desplegable que funcionaba en base al mecanismo de tijeras ubicado en la parte posterior con apoyo de elementos (barras y cobertura rígida), que en su conjunto brindaban una solución para el diseño del PF2.

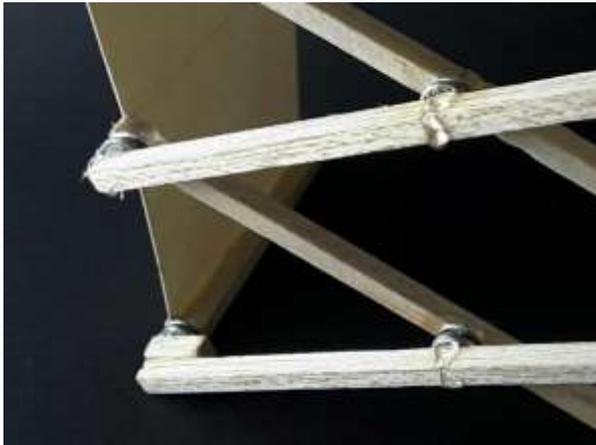
Figura 56. Vista frontal del PF2.



### Articulación de Elementos

En este prototipo se usó el mecanismo de tijera como elemento estructural que estaba articulado en la parte central y final de cada barra. Esto contribuyó al desplazamiento lineal, que en este caso, se dispuso de manera vertical para que el prototipo pueda desplegarse y conformar la forma de un prisma de base rectangular. Se siguió usando los broches porque son la alternativa en pequeña escala más cercana que asemeja el movimiento rotacional tal como lo desempeñaría un tornillo a escala real. En la parte superior del prototipo, se prefirió usar una barra que contribuya al deslizamiento horizontal, ya que las dimensiones horizontales varían a medida que el prototipo se pliega y despliega.

Figura 57. Detalle de unión del PF2.



### Requerimientos Estructurales

Nuestro segundo prototipo presenta el mecanismo de tijera como elemento básico en su estructura, el que sin elementos adicionales que contribuyeran estructuralmente con él, podría no desempeñarse adecuadamente soportando su propia estructura y menos la adición de diversos materiales ornamentales. Es por ello que se optó por reforzarlo con barras conectadas transversalmente al sistema de despliegue básico de tipo tijera. Adicionalmente, se empleó como alternativa una cobertura rígida que aportó rigidez a la estructura ya conformada y constituyendo de forma más clara la geometría que se pensó inicialmente.

Figura 58. PF2 desplegado y estable.



### **Mecanismo de pliegue y despliegue**

El PF2 se diseñó pensando en que el pliegue y despliegue de la unidad se realice de forma lineal y verticalmente. A medida que el prototipo se extendía completamente, iba fortaleciendo su capacidad estructural, así como cuando se plegaba en su máxima capacidad, se notaba un cambio en las dimensiones de su altura en más de un 70 % de su extensión desplegado. El mecanismo de tijera aportó un movimiento uniforme en todos sus elementos, brindando al prototipo un movimiento de velocidad controlada que puede ser accionado manualmente por el usuario.

Figura 59. Vista del PF2 Plegado.



### **Cobertura**

El presente prototipo fue diseñado para proteger un espacio, por ello se empleó un sistema de cubierta que forma parte de la estructura para desplegarse permanentemente y simultáneamente con ella. Además, funciona como componente estructural y elemento que brinda estabilidad al conjunto de elementos estructurales del prototipo por ser de un material rígido como por ejemplo una lámina de plástico, metal o cualquier otra que tenga la capacidad de resistir frente a alguna fuerza que actúe en su superficie.

Figura 60. Vista de la cobertura del PF2.



### 3. Prototipo Físico 3 (PF3)

#### Del concepto a la Forma

El PF3 nació de la idea de generar una estructura que soporte una cobertura curva como punto diferenciado entre los tradicionales puestos y estructuras feriales de forma rectangular. Inició con la división en ocho partes iguales de un arco que abarca el espacio entre dos segmentos que forman  $90^\circ$ . Cada segmento que unían las partes divididas forman la base del elemento estructural con mecanismo de tijera, que en conjunto forman una especie de columna curva que será parte de la estructura del PF3.

Figura 61. Elementos que componen la columna curva.



### **Articulación de Elementos**

La unidad modular y elemento básico del PF3 tiene dos barras articuladas que en conjunto forman el elemento estructural que se asemeja a una columna curva. La articulación entre dichos elementos fue representada por unos alfileres, ya que son componentes puntiagudos que perforan las barras de madera balsa y poseen una forma alargada pero circular, que permite que las barras de madera balsa roten y formen el movimiento que el mecanismo de tijeras nos aporta. Además, por su longitud nos brindó la posibilidad de unir dos columnas curvas con la finalidad de formar elementos estructurales más estables.

Figura 62. Articulación que une dos componentes con mecanismo de tijera.



### **Requerimientos Estructurales**

El PF3 fue un problema en particular porque la forma que se diseñó necesitaba una base que sostenga cada columna curva, porque solo se apoyaba en un lado de ella y el resto de la estructura estaba elevada. Por ello, se optó por duplicar las columnas curvas y unir las por medio de sus elementos articuladores, para que el movimiento sea homogéneo y en conjunto actúen como un único componente, pero aun así, no podía sostener su propio peso, por lo que para sostener esta armadura deformable que por su

diseño es inestable, se haga uso de una base que la asegure al piso, o en su defecto, un elemento con mayor peso que no se vea afectado por el elemento elevado que sobresale para cubrir el espacio.

Figura 63. Estructura del PF3 desplegada.



### **Capacidad Cinética**

El PF3 consideró una estructura desplegable curva que fácilmente puede plegarse y desplegarse; al tratarse de un mecanismo de tijera, tiene la capacidad de expandirse y compactarse con valores máximos y mínimos con mucha diferencia, por lo que la distancia que ocupaba expandido es alrededor de cuatro veces más que la que ocupa plegado, siendo un prototipo que hace uso de un mecanismo particular que aporta casi en su totalidad a la forma final del prototipo. El mecanismo pudo ser accionado manualmente y por sus componentes estructurales, mantuvo un movimiento homogéneo de todas sus partes a lo largo de su extensión, pese a que la estructura posea un movimiento curvo.

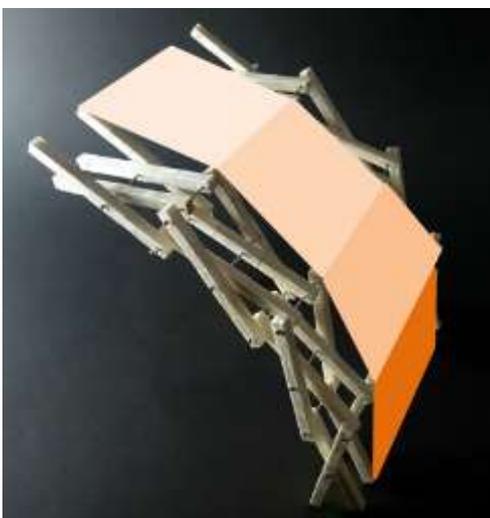
Figura 64. Componentes del PF3 plegado y desplegado.



### **Cobertura**

El PF3 fue diseñado para poder adecuarse a un sistema de cerramiento que forma parte de ella y también otro sistema de cobertura que se pueda añadir después que la estructura se haya expandido. Se propuso un material ligero y flexible como la lona, que además de cubrir el espacio entre la estructura aportaría como elemento transportador de tensión, el que sería sujetado en las diversas uniones articulables de la estructura y a otros elementos del entorno como el piso para brindar mayor estabilidad al prototipo diseñado.

Figura 65. Cobertura propuesta del PF3.

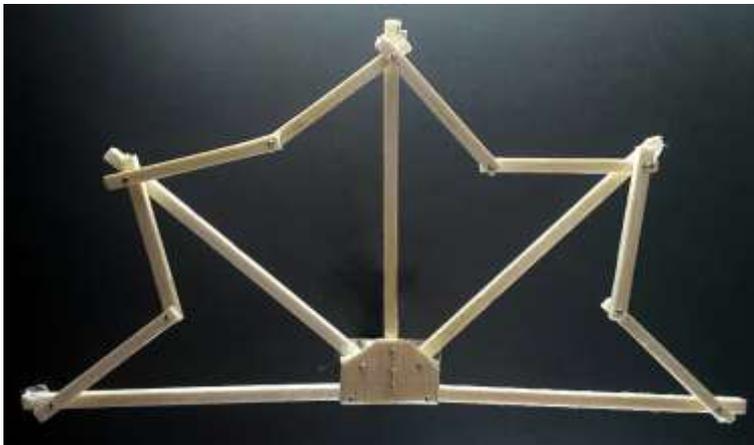


#### 4. Prototipo Físico 4 (PF4)

##### Del concepto a la Forma

La forma del PF4 fue generada geoméricamente a partir de la división angular de medio círculo en ocho partes iguales, de donde a partir de ello se originaron cinco barras tipo vigas que guiaban el movimiento radial de los elementos estructurales que las unían. Al ser un prototipo, se expandía con un movimiento radial a partir de una unión central, a la que se le implementaron las barras para formar el prototipo que cubriría un el espacio.

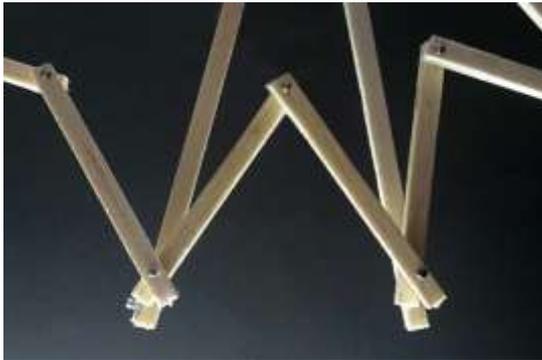
Figura 66. PF4 generado geoméricamente.



##### Articulación de Elementos

Las uniones articulables del PF4 fueron compuestas por elementos que contribuyan con el prototipo en la búsqueda del movimiento radial que básicamente lo compone, ya que este depende mucho de las articulaciones. Es por ello que se eligió el mecanismo de tijera por ser un sistema compuesto por pequeños módulos estructurales, que en conjunto y de acuerdo a su disposición, generan unas estructuras más extensas. Cada módulo estaba compuesto por una barra que estaba sujeta al centro de la estructura por medio de una articulación que facilitaba que esta barra realice un movimiento que gire en torno al eje central principal, y por el otro lado, unida a dos barras que permitían la conexión entre barras principales para generar un movimiento homogéneo en todas las partes.

Figura 67. Detalle de la unión articulable del PF4.



### Requerimientos Estructurales

La parte estructural del PF4 basada en la forma con la que se ha diseñado se tuvo que tener en cuenta un elemento que pueda mantenerlo elevado a cierta distancia del suelo sin afectar las actividades que se vayan a realizar bajo el prototipo; es por ello que eligió convenientemente un componente del estilo de una columna o poste, el que sujetaba la estructura desplegable a partir del centro, donde giraban radialmente los distintos elementos estructurales que conformaban el prototipo. Adicionalmente, se agregó un elemento ubicado en la base de la columna, que serviría para fijarla al suelo y evitar que esta caiga por la carga generada por sus elementos.

Figura 68. PF4 expandido.



### **Mecanismo de pliegue y despliegue**

El PF4 posee un mecanismo de pliegue y despliegue que funciona aceptablemente, ya que para generar un movimiento radial necesita una buena unión articulable central en la estructura que contribuya a la apertura y cierre de la estructura. A esa escala se logró imitar el movimiento, pudiendo compactar la unidad estructural en aproximadamente 50 % de su capacidad, lo que mejoraría a una mayor escala de trabajo, teniendo en cuenta que el mecanismo fue y será accionado manualmente.

Figura 69. PF4 plegado.



### **Cobertura**

El sistema de cubierta que se propuso para el PF4 fue diseñado para poder cubrir el espacio comprendido bajo la estructura, y está conformado por una cobertura que tenía un comportamiento sincronizado con el movimiento que realizaba la estructura, siendo en todo momento parte de ella. Además, que se encontraba constituido por un material ligero y flexible que no cargaba de más peso a la estructura inicial.

Figura 70. Cobertura propuesta para el PF4.



## 5. Prototipo F-5 (PF5)

### Del concepto a la Forma

La forma del prototipo se basa en un arco con una sola curvatura generado geoméricamente. Su estructura estaba conformada por elementos desplegable individuales que actúan bajo el mecanismo de tijera, pero al ser de forma circular, tenía que poseer dichos elementos con articulaciones dispuestas correctamente a lo largo de las barras con el fin de generar un despliegue curvo, para que finalmente obtengamos el prototipo compuesto por arcos.

Figura 71. Arco estructural generado geoméricamente.



### Articulación de Elementos

El comportamiento y la confiabilidad del PF5 dependió en gran parte a sus articulaciones, las que se concretaron finalmente con alfileres que, por sus características físicas, pudieron representar estupendamente la forma a la que se había arribado en el proceso de diseño, pudiendo atravesar sin mayor problema las barras de madera balsa, sosteniendo con firmeza la unión articulada, brindando libertad de giro al elemento estructural, y permitiendo armar y desarmar los diferentes elementos modulares que componen el prototipo.

Figura 72. Detalle de la articulación del PF5.



### Requerimientos Estructurales

El PF5 estuvo conformado por una serie de elementos modulares de mecanismo de tijera, los cuales estaban conectados en serie, constituyendo un arco de una sola curva; esta forma geométrica brindaba una oportuna estabilidad al prototipo. Adicionalmente, se duplicó el arco para que adquiriera mayor estabilidad y no colapse, ya que las fuerzas son transmitidas hacia todos los elementos y de esta forma actúen en conjunto como unidad. El prototipo posee una rigidez adecuada en todos sus componentes y conexiones. La libertad que brinda el mecanismo de tijera trae como consecuencia la inestabilidad que fue contrarrestada al duplicar el arco y formando una especie de armadura que mejora la capacidad estructural del prototipo.

Figura 73. Arco desplegado y estable.



### **Mecanismo de pliegue y despliegue**

El PF5 tuvo como sistema de pliegue y despliegue el mecanismo de tijeras que gracias a las propiedades de sus uniones articulables pudo transformar lo problemático que resultaba al inicio el diseño de sus articulaciones en un buen funcionamiento del prototipo, logrando contraer el prototipo en casi una octava parte del volumen que ocupa en su máxima expansión.

Figura 74. Arco del PF5 plegado.



### **Cobertura**

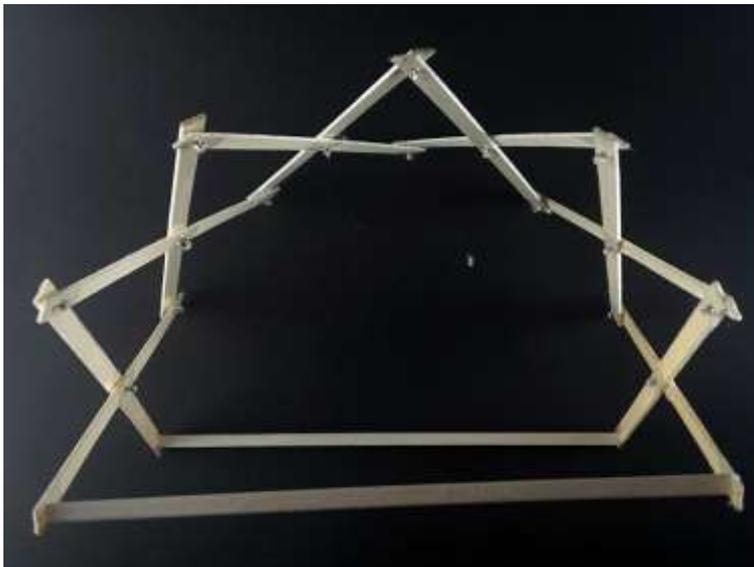
La cobertura para este tipo de prototipo pudo ser diseñada con múltiples soluciones, con un sistema independiente y alistado de la estructura, que luego de armar los arcos estructurales, pueden ser sujetadas a las diferentes uniones articuladas para fijar su soporte y estabilidad, o por lo contrario, montadas sobre la estructura como un toldo que cubre todo el espacio desde el exterior. Asimismo, se pudo idear diversas propuestas de cobertura que dependan del movimiento de desplegado y que formaban parte permanente en el proceso de armado del PF5.

## 6. Prototipo Físico 6 (PF6)

### Del concepto a la Forma

El diseño del prototipo partió con la idea de generar una envolvente curva a partir de elementos modulares con el mecanismo de tijera; se identificó que las propiedades rígidas de las barras de madera balsa se van perdiendo cuando el espesor de estas va disminuyendo. Seguidamente se pasó a armar una malla conformada por 12 listones más planos de madera balsa. Asimismo, se notó que dicho prototipo poseía mayor elasticidad y fragilidad en su composición, por lo que para conservar la forma circular, se pasó a hacer uso de un par de barras que unieron los dos extremos de la malla compuesta por módulos estructurales, asemejando su comportamiento a la de dos vigas y consolidando la forma que se había pensado inicialmente.

Figura 75. Vista superior del PF6.

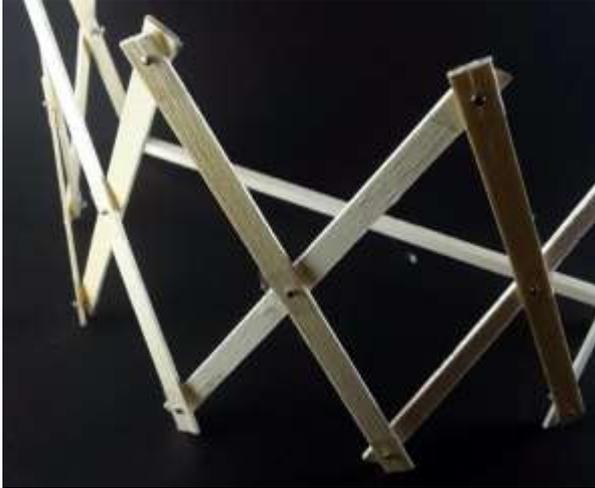


### Articulación de Elementos

El prototipo, al ser compuesto por elementos con mecanismo de tijera, está compuesto por uniones articuladas, las cuales aseguran las uniones y permiten que listones de madera roten libremente alrededor de un eje; asimismo, al término de cada listón de madera se conectan unos

con otros del mismo tipo por medio de las mismas uniones articuladas, de esta manera forman módulos que son la base para conformar la malla estructural.

Figura 76. Detalle de la unión de módulos constructivos.



### **Requerimientos Estructurales**

El prototipo se mantenía estable y no colapsaba. La malla compuesta por los módulos estructurales con mecanismo de tijera y el apoyo de las barras rígidas que unen el inicio y su fin, colaboraron con la capacidad de sostenerse firmemente sin necesidad del uso de elementos ajenos al prototipo, el que en condiciones normales, no tuvo ningún problema con su rigidez a lo largo de todas sus piezas estructurales.

Figura 77. Vista de todos los elementos estructurales del PF6.



### **Mecanismo de pliegue y despliegue**

Debido a que el prototipo se basó en el mecanismo de tijeras, la estructura en malla formada por elementos estructurales no tuvo mayor complicación, ya que al ser desconectado por uno de sus lados que la unía con las barras rígidas, resultaba fácilmente plegable y de igual manera al momento de extenderla, evidenciando su movimiento uniforme, pero un poco complicado al imitarlo a una escala mayor, ya que son prototipos pensados en que serán accionados manualmente. Se pensó en que probablemente en la parte que hace contacto con el suelo, se pueda mejorar el diseño empleando ruedas para evitar la fricción de la malla con la superficie del terreno.

Figura 78. Partes del PF6 desplegado.



### **Cobertura**

La cobertura que se pensó para este prototipo fue una independiente a la estructura desplegable, ya que con uso de cables y un material ligero textil tipo lona, se puede agregar la cobertura luego de que la estructura se haya extendido y esté conformada en su totalidad.

## 7. Prototipo Físico 7 (PF7)

### Del concepto a la Forma

La forma del PF6 se creó a partir del método geométrico formando un conjunto estructural asemejándose a una especie de bóveda de cañón corrido, por lo que para producir esta forma se tuvo que recurrir al mecanismo de tijeras en dos de sus modos, uno que generaba movimiento lineal y el otro de movimiento curvo. En las dos partes del diseño se emplearon barras de la misma longitud, adecuándolas a la parte de la forma en la que iban a ubicarse; por ejemplo, en la parte lineal se colocaron tres módulos estructurales y en la parte curva, seis, para que en conjunto, conectados constituyan la forma pensada.

Figura 79. Forma del conjunto estructural del PF7.



### Articulación de Elementos

La articulación en el PF7 fue la que habitualmente se emplea en el mecanismo de tijeras. En las partes de movimiento lineal se conectaban las barras rígidas unas a otras en un punto medio por medio de un alfiler que sirve de eje y atribuye la misma rotación a ambas partes. Asimismo, al término de las barras, se hacía uso de puntos de articulación para que estos elementos estructurales se vayan conectando por medio de nodos y posean las mismas características de movimiento y transferencia de fuerza. Lo mismo ocurrió con el lado curvo,

sólo que con la variación de en la ubicación del nodo, el que se obtuvo geoméricamente y con la división de la mitad de una circunferencia y la obtención de partes iguales, los que conformaron los elementos estructurales de la parte superior del prototipo.

Figura 80. Detalle de las uniones articuladas del PF7.



### **Requerimientos Estructurales**

El prototipo estaba conformado por dos elementos estructurales compuestos por módulos con mecanismo de tijera, los que individualmente no cumplían con mantenerse estables, por lo que se mejoró la capacidad con la que el conjunto se mantenía sostenido y no colapse con la suma de elementos que unían la parte frontal con la posterior del prototipo, en dos puntos por lado para complementar el diseño inicial, sin afectar con la forma de bóveda que se tenía planeada desde el principio. Con ayuda de estos elementos y sus conexiones, se pudo conformar el prototipo y obtener un comportamiento más estable y rígido.

Figura 81. Vista del conjunto estructural del prototipo PF6.



### **Mecanismo de pliegue y despliegue**

La armadura que compone la parte frontal y posterior del prototipo se pudo plegar en un tercio de su extensión cuando se encontraba extendida completamente; esto, por ayuda del mecanismo de tijeras que se ha empleado para facilitar el proceso de retracción agrandamiento del prototipo. El presente prototipo juntó dos tipos de movimiento (lineal y curvo), los cuales fueron adaptados apropiadamente en el plegado del prototipo.

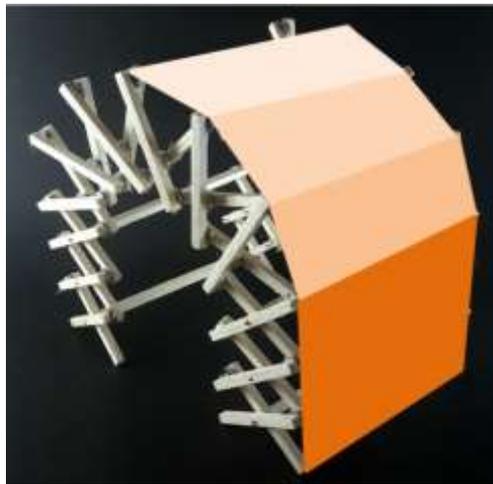
Figura 82. Arco de medio punto plegado.



## Cobertura

La estructura del prototipo estaba diseñada para parecerse a la de una bóveda; en este caso, la cobertura no necesariamente cumple una labor estructural, por el contrario, tiene un fin estético que es el de acercar la forma inicial con la que se diseñó el prototipo; es por ello que se trató de una cubierta independiente que tuvo que ser colocada después que la estructura se haya desplegado y armado. Además, se trató de no cargar más peso a la estructura, por lo que se optó por un material textil ligero y flexible como es la lona, agregando impermeabilidad al espacio interior del prototipo.

Figura 83. Cobertura que asemeja el prototipo a una bóveda.

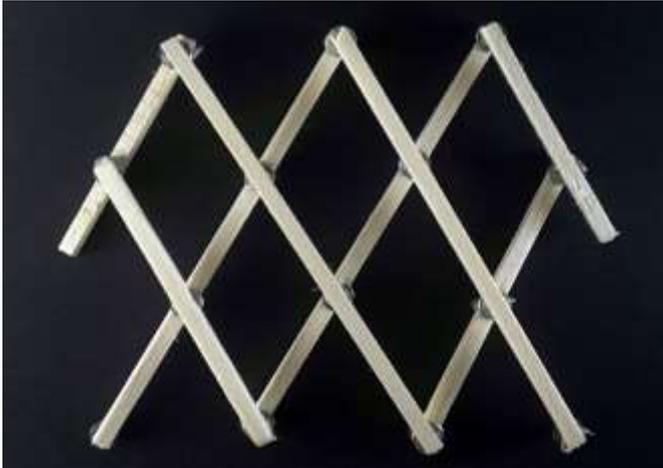


## 8. Prototipo Físico 8 (PF8)

### Del concepto a la Forma

La idea del PF8 se originó a partir de un boceto que nace de una cuadrícula donde se conformaba una malla estructural empleando el mecanismo de tijera con barras de mayor longitud, mayor cantidad de uniones y de movimiento de despliegue lineal, ayudados por la cuadrícula de base. Las cuatro barras de mayor medida se dividieron longitudinalmente en tres partes iguales, seguidas por dos barras medianas divididas en dos partes y otras dos barras pequeñas que no fueron divididas, pero que se conectarían por medio de uniones articulables en sus extremos, tal como se puede observar a continuación.

Figura 84. Malla estructural del PF8.



### **Articulación de Elementos**

La malla estructural del PF8 está compuesta por elementos básicos parte del mecanismo de tijera que, en este caso en particular, por la longitud de las barras rígidas necesariamente, tienen que estar conectados por medio de uniones (broches) que sirven de ejes de rotación para que en sincronización con los demás componentes, desempeñen un movimiento lineal sincronizado. Adicionalmente, en la parte superior de la malla estructural se consiguió hacer uso de las articulaciones existentes y su forma de movimiento para implementar la cobertura que unió las dos mallas y dio como resultado la conformación estructural del prototipo. Este tipo de articulación, contribuye a que si requiere abarcar distancias más extensas, se pueda añadir elementos que pueden ser conectados unos a otros para componer estructuras de mayor espacio.

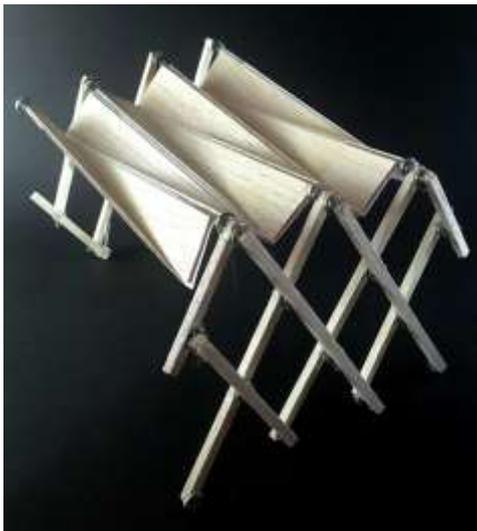
Figura 85. Detalle de las uniones articuladas entre la malla estructural y la cobertura.



### Requerimientos Estructurales

El PF8 está compuesto por dos mallas estructurales en cada uno de sus lados, unidas por una cobertura rígida, la que contribuía a que el prototipo se mantenga estable y no colapse. Dichos componentes funcionaban como una unidad, brindando la capacidad de soportar su propio peso en condiciones normales, presentando una rigidez aceptable a lo largo de todos sus elementos estructurales, así como en sus conexiones. El elemento básico del PF8 funciona en base al mecanismo de tipo tijera, pero con algunas alteraciones adicionales (barras más largas con conexiones articuladas en diferentes partes), funciona como una malla con mayor rigidez y emplea el mecanismo de tijera de una manera diferente, pero funcionando con la misma relación con la que se compone su elemento básico.

Figura 86. Vista del conjunto estructural del PF8.



### Mecanismo de pliegue y despliegue

El PF8 garantiza su pliegue y despliegue gracias al mecanismo de tijera, el mismo que contribuyó a que durante el proceso de expansión y compresión, redujera su extensión a un tercio del total comparándolo en sus diferentes momentos máximo y mínimo. El mecanismo pudo ser accionado manualmente, ya que el movimiento de pliegue se llevó a cabo en una sola dirección. Adicionalmente, la cobertura que se empleó fue de tipo plegable, la que contribuyó

en gran parte al funcionamiento del proceso de plegado, comportándose adecuadamente a las mallas laterales del prototipo. Finalmente, pese a que la estructura ocupa un buen espacio, esta no poseía un peso excesivo que limite su despliegue, sostenía un movimiento uniforme en todas sus partes y se recomienda el uso de ruedas en la parte inferior para reducir la fricción del área en contacto con el suelo o superficie sobre la que se instale.

Figura 87. PF8 plegado.



### **Cobertura**

La cobertura del PF8 fue diseñada para que cumpla la función de elemento estructural que una los dos componentes laterales del prototipo y que además brindara rigidez y estabilidad a la unidad. Es por ello que se pensó hacer uso de un elemento rígido, pero de bajo peso que a su vez posea conexiones que coincidan con las de las mallas laterales y se conecten a ellas para realizar un proceso de plegado sincronizado con las demás partes estructurales del prototipo.

Figura 88. Cobertura del prototipo PF8.

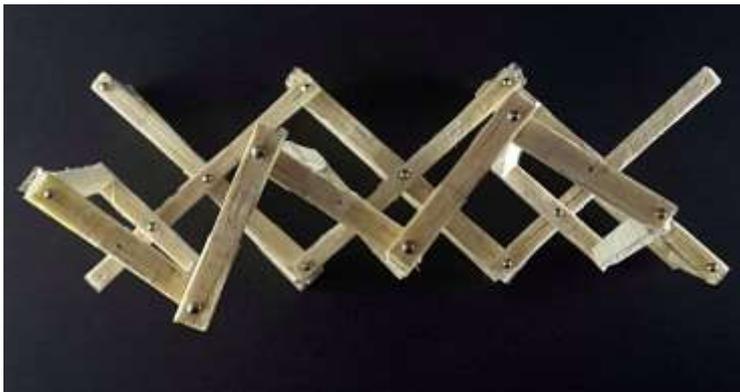


## 9. Prototipo Físico 9 (PF9)

### Del concepto a la Forma

La idea para el diseño del PF9, nació por medio del método geométrico donde inicialmente se realizaron bocetos sobre una cuadrícula compuesta por líneas horizontales y verticales de espacio uniforme para tener distancias similares y obtener elementos modulares de una misma longitud que compongan el prototipo. Estos elementos estructurales básicos, fueron pensados para comportarse de acuerdo al mecanismo de tijera, los cuales, gracias a la cuadrícula inicial, no ocasionaron mayor problema. Asimismo, se idearon elementos de menor dimensión los que se situaron de acuerdo a la cuadrícula inicial, pero a una menor escala y puestos como elementos articulados a la misma estructura formada inicialmente.

Figura 89. Vista superior del PF9.

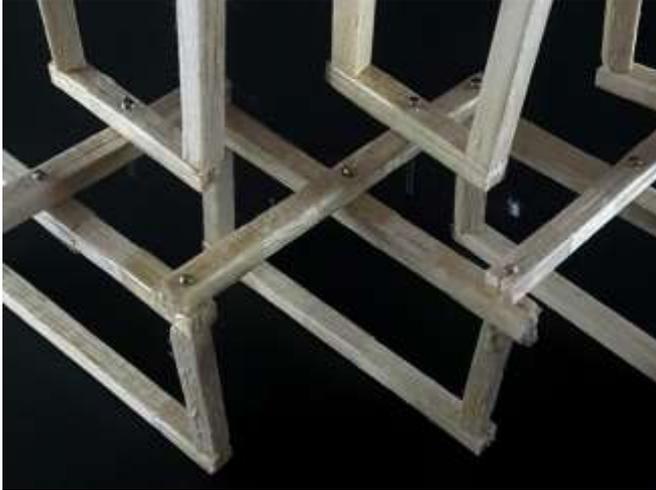


### Articulación de Elementos

El método de articulación del PF9 está basado en el mecanismo de tijeras, el que conecta las barras rígidas una con otra, a través de puntos intermedios con uniones que permiten que los elementos giren sobre un eje y dejan que roten. Asimismo, al término de cada barra, se disponían conexiones del mismo tipo que las de los puntos intermedios, los que trasladaban el movimiento entre cruces a medida que el proceso de extensión o compresión se vaya

ejecutando. Finalmente, este tipo de uniones permiten extender estas estructuras que posean este mecanismo con tan solo añadir más elementos, tan solo conectándolos unos con otros.

Figura 90. Detalle de uniones del PF9.



### **Requerimientos Estructurales**

El prototipo PF9, cumple el requerimiento de sostenerse por sus propios medios gracias a que está compuesto por elementos estructurales de varios tamaños (elementos de mayor longitud en la parte inferior y menor longitud en la parte superior), los que trabajan con el mecanismo de tijera; como ese mecanismo del mismo nombre indica la conexión entre elementos que se asemejan a una tijera y conectados en serie, contribuyen a su capacidad estructural formando cuatro mallas conectadas verticalmente para conformar en su totalidad una armadura. Además, el prototipo posee una rigidez adecuada para sus elementos y uniones. La libertad que atribuida por el mecanismo de tijera es una buena característica de este prototipo, pese a que no descuida el asegurar su estabilidad al momento de desplegarse en su totalidad.

Figura 91. Conjunto estructural del PF9.



### Mecanismo de pliegue y despliegue

Debido a que el prototipo funciona bajo el mecanismo de tijeras, posee un mecanismo de pliegue y despliegue conformado elementos estructurales unidos simétricamente para conformar mallas que poseen la capacidad de extenderse y comprimir óptimamente con un movimiento uniforme.

Figura 92. Proceso de contracción y expansión del PF9.

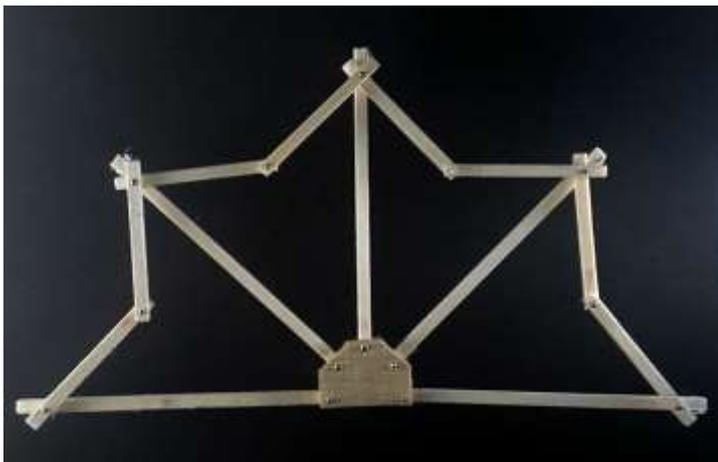


## 10. Prototipo Físico 10 (PF10)

### Del concepto a la Forma

El método geométrico fue la base del diseño del PF10, el que fue generado a partir de la división angular de medio círculo en ocho partes iguales, la forma está guiada por cinco barras de la misma magnitud que se encuentran ubicadas radialmente tomando como referencia un eje central, originando de esta manera un movimiento radial de ellas. A las cinco barras se le adicionaron dos elementos que contribuyen a que el movimiento entre ellas sea transmitido homogéneamente y limitado, obteniendo de esta manera, un conjunto estructural que finalmente es parte importante del prototipo.

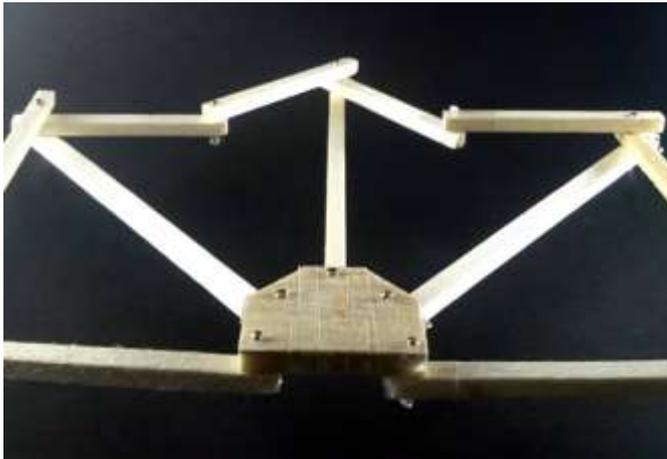
Figura 93. Conjunto de elementos estructurales del PF10.



### Articulación de Elementos

El sistema de articulación empleado en el PF10 está compuesto por elementos estructurales en forma de barras, cinco de dimensiones iguales ubicadas en base a un eje central que les otorga un movimiento radial y ocho barras de menor dimensión, las que conectan cuatro espacios entre las barras principales para contribuir al pliegue y despliegue controlado de la forma. El sistema es un mecanismo básico compuesto por elementos, que en conjunto conforman el módulo estructural del PF10, teniendo la opción que se conecten más y puedan formar una estructura más extensa.

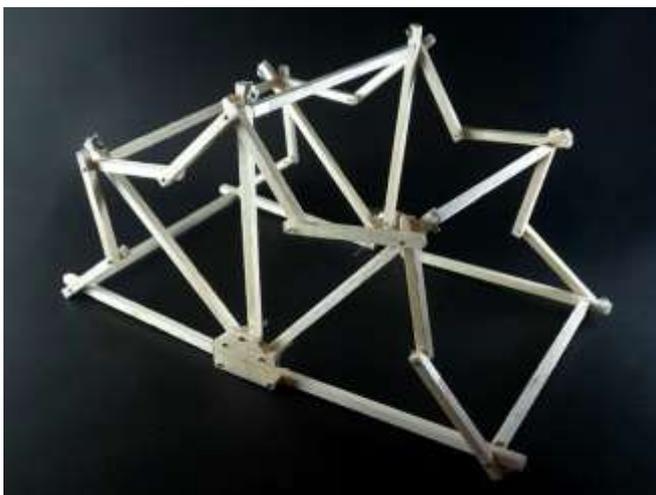
Figura 94. Detalle de las conexiones del PF10.



### Requerimientos Estructurales

La forma que compone el PF10 está compuesta por elementos que forman un conjunto estructural, tuvo que ser duplicado y conectado por elementos estructurales que asemejen el comportamiento de una viga; dicho elemento, está unido al término de cada barra principal, conectando las terminaciones con la articulación de cada elemento articulado. A esto se suma la ubicación de un elemento central que une los dos ejes centrales, para que de esta manera, el prototipo conservara la forma pensada al inicio del proceso y adquiriera mayor estabilidad y rigidez estructural para que su uso.

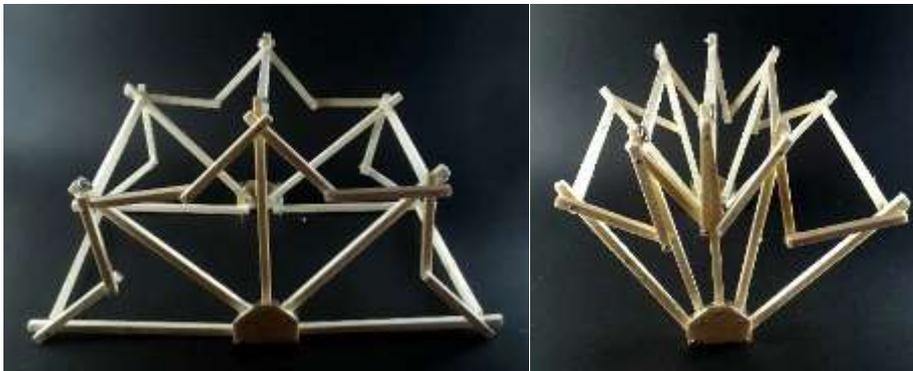
Figura 95. Conjunto estructural del PF10.



### Mecanismo de pliegue y despliegue

El PF10 basa su mecanismo de pliegue y despliegue en un movimiento de forma radial, el que al poseer un eje central a cada lado, funciona como guía de los diferentes sus diferentes elementos estructurales, pudiendo generar una plegadura que comprime el 60 % de su forma. El mecanismo fue pensado para ser accionado manualmente, ya que el movimiento de pliegue se lleva a cabo en una sola dirección y en cada uno de sus componentes estructurales, manteniendo un movimiento uniforme a lo largo de su proceso de plegado.

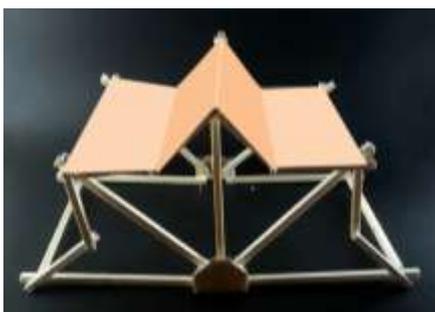
Figura 96. Proceso de expansión y contracción del PF10.



### Cobertura

La cobertura prevista para el prototipo PF10 fue de tipo dependiente, porque se pensó que ya fuera parte de la estructura y pueda desplegarse continuamente junto a ella, pero para no aumentar el peso significativamente, se recurrió a una de tipo flexible y ligero, que además de cubrir el espacio, sea fácilmente personalizable de acuerdo a una configuración transformable.

Figura 97. Propuesta de cobertura para el PF10.



#### ***4.1.5. Diseño de prototipos digitales***

Una vez definido el método geométrico como proceso de diseño para nuestro puesto ferial, se pasó a el diseño de 10 prototipos de manera digital (ver anexos, imágenes del proceso de creación de los diseños). Al iniciar el proceso, como primer paso se realizaron bocetos que indicaron la forma espacial del prototipo, donde se podía notar el mecanismo de plegadura que se emplearía, idea del tipo de unión o conexiones que unen los elementos y la escala aproximada para la que se pensó el prototipo. Posteriormente, utilizando las ideas de prototipos reflejados en los bocetos, se pasó a dimensionar los elementos estructurales individuales para que actúen correctamente grupalmente. Finalmente, se construyeron maquetas digitales, las que se obtuvieron empleando el software Rhinoceros 5. Estas nos permitieron generar modelos que podríamos manipular muchas veces y que tuvieran configuraciones espaciales más representativas y de mayor exactitud en la creación del prototipo final.

##### **1. Prototipo Digital 1 (PD1)**

###### **Del concepto a la Forma**

El primer prototipo diseñado digitalmente, tuvo como elemento estructural un componente de base cuadrada conformado por barras en x ubicadas en sus cuatro lados. Dicho elemento fue ubicado y conectado uno con otro verticalmente para formar unas columnas que soporten la cobertura, que en conjunto, cubrirá en espacio de un módulo ferial.

Figura 98. Elemento estructural del PD1.



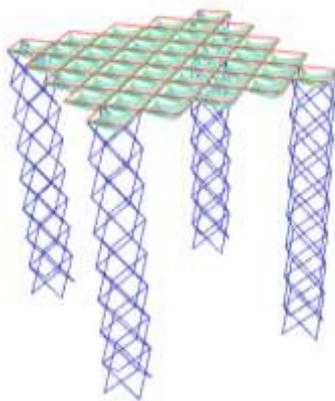
### **Articulación de Elementos**

El PD1 está conformado por elementos que funcionan en base al mecanismo de tijera, por lo que la articulación de sus componentes radica en uniones de ejes centrales de cada barra para conectar una con otra. Además, el PD1 requiere el diseño de uniones articuladas ubicadas en los vértices donde se juntan cuatro barras (dos del elemento estructural inferior y dos del superior), para conformar las columnas de conforman el PD1.

### **Requerimientos Estructurales**

El PD1 se apoya en módulos estructurales unidos uno sobre otro, formando cuatro columnas que soportan una malla estructural que cubre toda el área del puesto ferial. Estas columnas son plegables, así como la malla estructural que se ubica en la parte superior del prototipo.

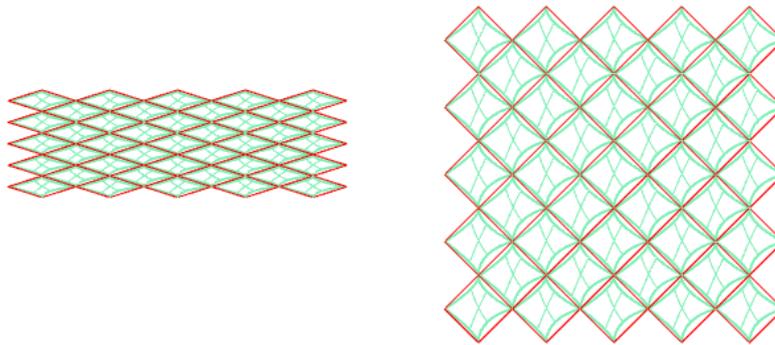
Figura 99. Prototipo Digital 1 (PD1)



### **Mecanismo de pliegue y despliegue**

El mecanismo empleado es el mecanismo de tijera aplicado en los componentes que forman las columnas y también en la cobertura, para que ambos elementos tengan la capacidad de realizar movimiento de compresión y expansión. Las columnas se pliegan y despliegan con movimientos lineales de forma vertical y la malla que cubre el prototipo tiene la capacidad de realizar movimiento en dirección de cualquiera de sus lados.

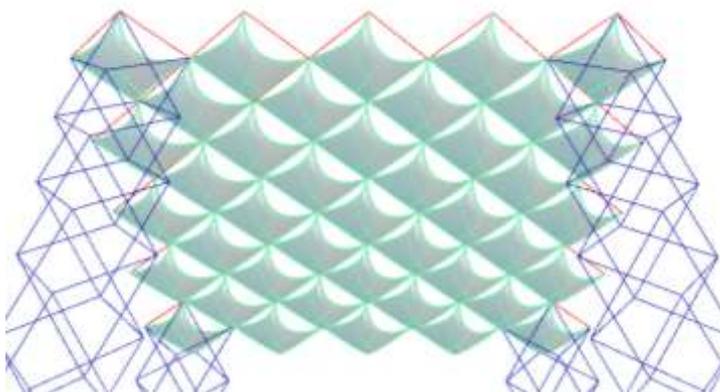
Figura 100. Vista superior del PD1. Malla plegada y desplegada.



### **Cobertura**

La cobertura propuesta para el PD1 está conformada por elementos textiles, los cuales son pequeños, ligeros y proporcionan protección solar manteniendo el espacio fresco y sin sofocar a los usuarios en un día soleado sin probabilidad de lluvias.

Figura 101. Vista de la cobertura del PD1.



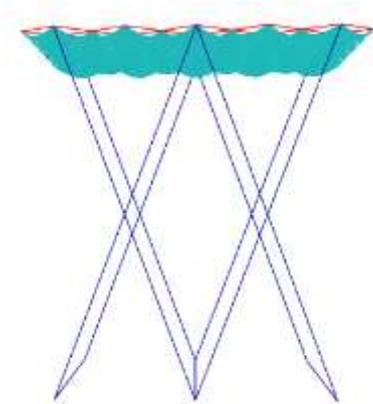
## **2. Prototipo Digital 2 (PD2)**

### **Del concepto a la Forma**

El PD2 tuvo como idea principal mantener el uso del mecanismo de tijera, sin perder la simplicidad en su funcionamiento. Es por ello que se generó a partir de barras conectadas en sus ejes centrales, para conformar dos elementos que estaban unidos por medio de conectores longitudinales en la parte inferior y en la parte superior una malla estructural que

complementaba estructuralmente al prototipo, además de servir como soporte para cubrir el espacio con elemento ligero.

Figura 102. Vista lateral del PD2.



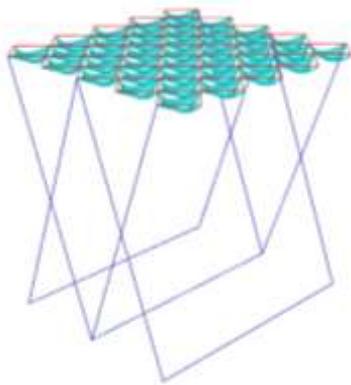
### **Articulación de Elementos**

Los elementos que conforman el PD2 funcionan bajo el mecanismo de tijera, el que es complemento básico que brinda las opciones de movimiento a todo el prototipo a lo largo de sus componentes laterales y superiores. Este mecanismo funciona al ubicar uniones en los ejes centrales, para que cada elemento pueda rotar en función al eje y pueda transmitir el movimiento sin necesidad de aplicar a cada barra que conforma la unidad estructural.

### **Requerimientos Estructurales**

El PD2 funciona estructuralmente gracias a los dos componentes estructurales laterales que unidos en la parte superior a la malla compuesta por elementos rígidos que aseguran los dos lados y sujetados en la parte inferior mediante 3 barras rígidas que complementan la unidad estructural para que ningún componente del PD2 pueda presentar movimientos no deseados y que afectan a la estabilidad del prototipo.

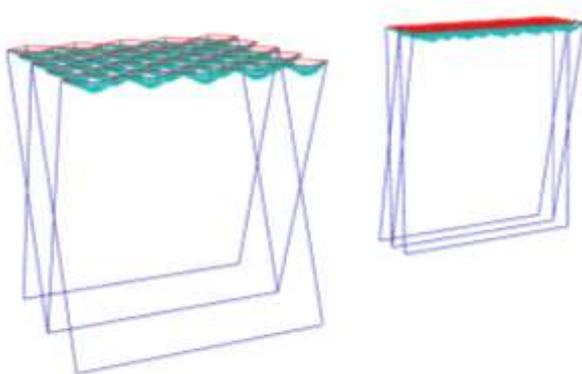
Figura 103. Componentes estructurales del PD2.



### Mecanismo de pliegue y despliegue

El PD2 gracias a que todos sus componentes se rigen al mecanismo de tijera, presenta un movimiento lineal en su compresión y expansión a lo largo de todos sus componentes. Esto aporta de gran manera al momento de plegar y desplegar el prototipo, porque cualquier movimiento que se efectúe en un componente, es transmitido de igual intensidad a cualquier otro.

Figura 104. Vista del PD2 plegado y desplegado.

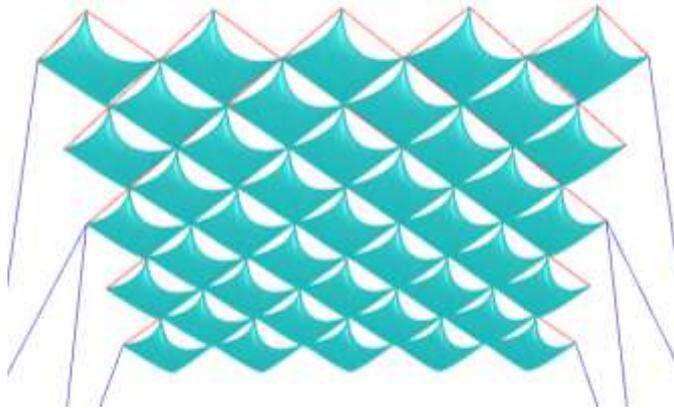


### Cobertura

La cobertura del PD2 fue pensada como componente permanente y dependiente del prototipo, para que de esta manera actúe de forma sincronizada con los movimientos de compresión y expansión de la estructura. Adicionalmente, se prevé que sea de un material ligero y flexible para que no sea un elemento que adicione peso; por lo contrario, ayude en la

extensión de los componentes estructurales y la protección de las actividades dentro del módulo ferial.

Figura 105. Vista inferior de la cobertura del PD2.



### 3. Prototipo Digital 3 (PD3)

#### Del concepto a la Forma

El PD3 fue generado a partir de la división de media circunferencia en 14 partes iguales, para el empleo de barras con el mecanismo de tijera y la conformación de una estructura que se asemeja a un arco de medio punto.

Figura 106. Vista frontal del PD3.

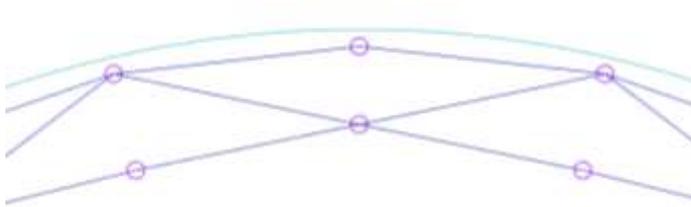


#### Articulación de Elementos

Los elementos estructurales están basados en el mecanismo de tijera para su unión y correcto funcionamiento. Los elementos que lo componen son de dos dimensiones diferentes (dos barras que forman una tijera y dos que están unidas a sus extremos y se ubican en la parte superior). Las barras unidas por un eje en su punto casi central, generan la forma de arco,

mientras que las barras unidas en sus extremos, ayudan a indicar un despliegue máximo y asegurar que no siga generando más movimiento cuando está en su punto máximo.

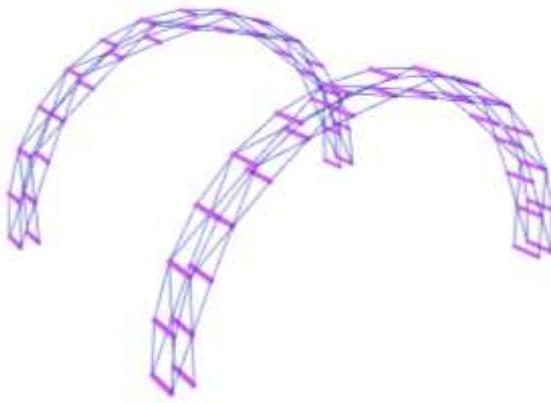
Figura 107. Vista del detalle de uniones articuladas del PD3.



### Requerimientos Estructurales

El presente prototipo tuvo como elemento modular básico el mecanismo de tijera con movimiento angular, el que si fuera aplicado de manera independiente y sin ayuda de otros elementos que lo apoyen, no tendría la capacidad estructural adecuada, ni podría sostenerse de manera independiente. Es por eso, que se dispuso de la formación de un componente estructural tridimensional, compuesto por dos arcos conformados por elementos modulares conectados, que en conjunto poseen mayor capacidad estructural, modular y de soporte para diversos tipos de cobertura.

Figura 108. Vista de dos arcos estructurales.



### Mecanismo de pliegue y despliegue

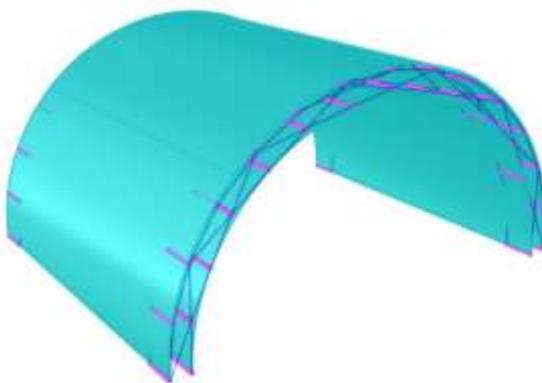
El movimiento de pliegue y despliegue del PD3 se basa en el mecanismo de tijera, en el que las barras que lo conforman están unidas unas a otras por medio de ejes, los que

proporcionan el movimiento de rotación y uniones en sus extremos que brindan la conectividad necesaria para el traslado de la fuerza que se le aplique manualmente a un elemento, para expandir o comprimir la estructura. La forma de arco que posee la estructura curva, brinda cierta libertad en el movimiento, por lo que las barras adicionales que se ubicaron en la parte superior, son las que brindan un límite en su expansión para mantener el control al momento de la expansión del presente prototipo.

### **Cobertura**

La estructura curva del prototipo digital 3 permite el uso de diferentes tipos de cobertura (rígida, liviana, dependiente o independiente de la estructura). Todos estos tipos de cobertura suponen un modo distinto, al momento de pensar en la forma de sujetarla a la estructura. Dicho lo anterior, se propone una cobertura de tipo liviana, que al momento de sujetarla a la estructura, se comporte como elemento tensor que contribuye a la rigidez y brinde soporte estructural al prototipo y que puede estar compuesta por una parte exterior impermeable y una interior más personalizable.

Figura 109. Cobertura que une dos arcos estructurales.



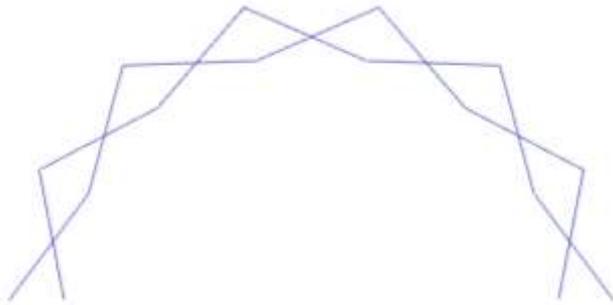
## **4. Prototipo Digital 4 (PD4)**

### **Del concepto a la Forma**

El prototipo digital 4 nació en base a la composición de la cuarta parte de una esfera, compuesta por arcos con propiedades del mecanismo de tijera, que convergen en un punto

central en la parte posterior del prototipo y adicionalmente unidos en todas sus partes para que todos actúen uniformemente frente a la aplicación de una fuerza para ser plegado o desplegado.

Figura 110. Vista frontal del arco formado por los módulos estructurales.



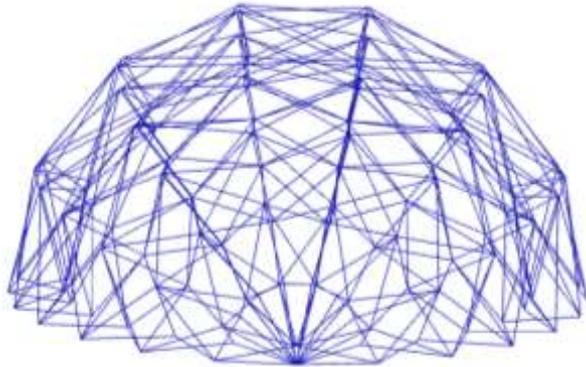
### **Articulación de Elementos**

Los elementos modulares que componen el PD4, fueron concebidos para funcionar en base al mecanismo de tijera, por lo que todos los componentes necesitan de uniones que les permitan rotar y girar sobre un eje según lo necesiten. Es por eso que se dispuso que las barras que conforman los módulos, se conectan con un componente que puede ser un tornillo, que permite la rotación de las barras sobre un mismo eje y para unir los componentes modulares una unión circular que permite la unión de más de cuatro elementos y que giren según sea necesario.

### **Requerimientos Estructurales**

El prototipo está compuesto por módulos estructurales plegables, que individualmente contaban con libertad en su movimiento y facilidad en su plegado. Estos módulos en aislados unos de otros, no tienen un buen comportamiento estructural por la libertad con la que cuentan, pero en conjunto, componen una malla estructural capaz de cubrir un espacio soportando su propio peso y cargas adicionales. La forma de cueva con la que fue pensada, también ayuda en su comportamiento estructural, ya que es una forma con buena predisposición a su estabilidad y resistencia.

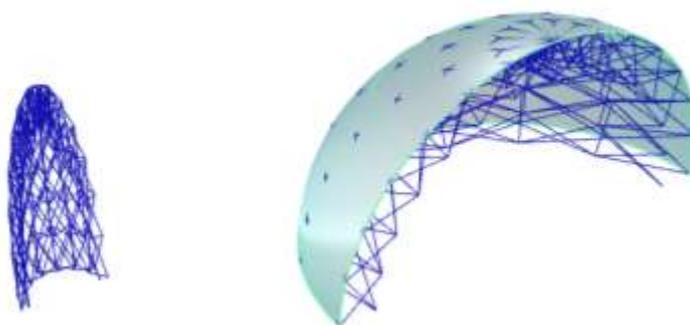
Figura 111. Vista posterior del PD4.



### **Mecanismo de pliegue y despliegue**

El mecanismo con el que funciona este prototipo es el mecanismo de tijeras, pero aplicando su movimiento curvo en varias direcciones. Para que el PD4 tenga la posibilidad de plegarse y extenderse, se vio necesario el uso de uniones circulares por las cuales se puedan conectar en varias partes los módulos estructurales y que permita a cada uno de ellos realizar sus movimientos para que se pueda compactar y extender el prototipo, llegando a una séptima parte en su estado compacto.

Figura 112. Estructura del PD4 plegada y desplegada.

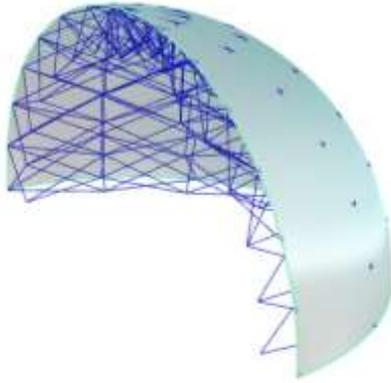


### **Cobertura**

La cobertura que se propuso para este prototipo es una de tipo ligera, que puede ser de un material textil impermeable, la que pueda cubrir el prototipo manteniendo su forma estructural, y que puede ser puesto luego de que la estructura este armada o también asegurada

en diferentes puntos, para que esta se comporte como elemento dependiente del prototipo, acompañándolo en cada uno de sus movimientos y estados durante el proceso de armado.

Figura 113. Vista de la cobertura del PD4.

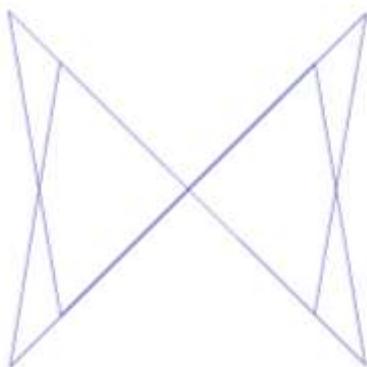


## 5. Prototipo Digital 5 (PD5)

### Del concepto a la Forma

El PD5 fue concebido a partir de un módulo estructural de base cuadrada con mecanismo de tijera, que está conformado por cuatro aspas en sus lados; dicho modulo a una escala reducida, se comporta como parte que genera un componente estructural que conformaría un prototipo habitual. En este caso, se aumentó la escala del módulo estructural para conformar un prototipo en base a esta parte estructural, que tiene un buen comportamiento individual, así como grupalmente.

Figura 114. Vista lateral del PD5.



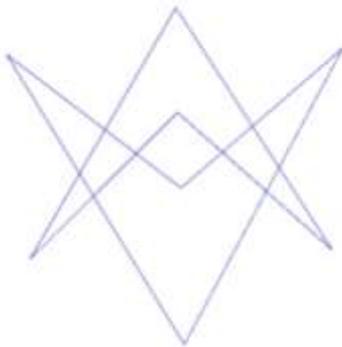
### **Articulación de Elementos**

Los elementos que componen el prototipo son barras articuladas en sus ejes centrales, como el mecanismo de tijera que básicamente lo describe. Además, las cuatro aspas formadas por las barras están unidas a en sus extremos unas con otras, con la finalidad de transmitir el movimiento uniformemente y sin necesidad de aplicar fuerza a cada una de ellas.

### **Requerimientos Estructurales**

El PD5 al ser un módulo estructural, por sí mismo ya tiene un funcionamiento estructural básico claro, con cuatro puntos de apoyo en el suelo en cada una de las uniones donde convergen las aspas que lo conforman. Además, tiene un comportamiento uniforme y estable, que fue adquirido por su forma de base cuadrada y la conexión entre los diversos elementos que lo conforman.

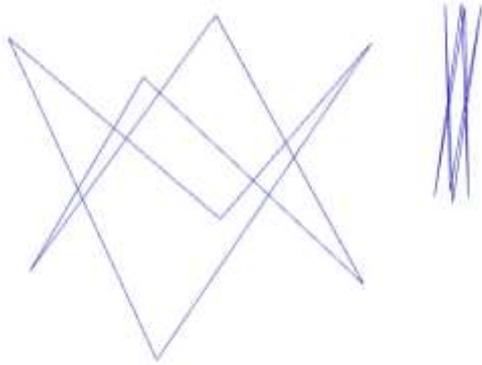
Figura 115. Vista isométrica del PD5.



### **Mecanismo de pliegue y despliegue**

El prototipo digital 5 posee un movimiento de pliegue y despliegue uniforme en todos sus elementos, ya que se encuentran conectados en todos sus extremos y además están sujetos al comportamiento del mecanismo de tijera, ya que posee cuatro elementos laterales unidos que conforman las barras conectadas en sus ejes centrales, las que generan homogeneidad en la conducta de todos los elementos que lo conforman.

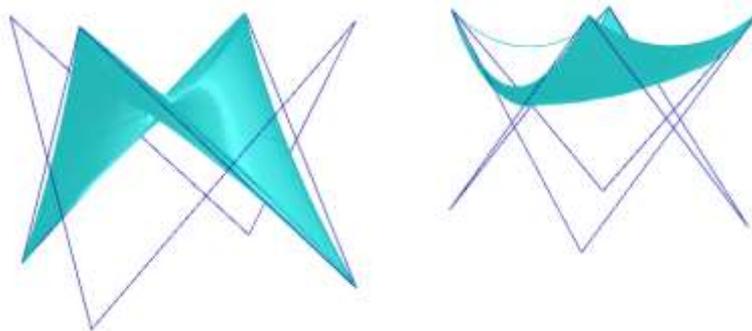
Figura 116. Vista del PD5 extendido y compacto.



### **Cobertura**

La cobertura que se propuso fue una de tipo ligera, flexible y dependiente de la estructura. ya que de esta manera la cobertura sería parte constante del prototipo. De esta manera, la cobertura se comportaría como elemento estructural que aportaría el tope en la variación máxima del movimiento y limitaría la libertad con la que cuenta el prototipo en su etapa inicial.

Figura 117. Vista del PD5 con 2 tipos de coberturas.



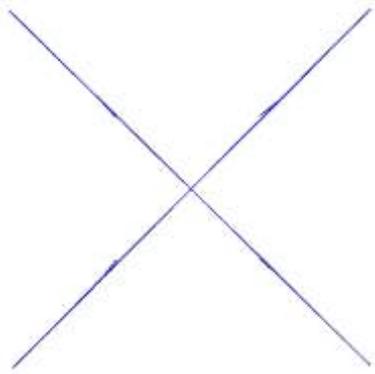
## **6. Prototipo Digital 6 (PD6)**

### **Del concepto a la forma**

El prototipo digital 6 se proyectó como estructura que se basa en el mecanismo de tijera aplicado en cuatro elementos, sostenidos por cuatro pilares que sostienen los componentes

superiores y además los guían en su movimiento. Todo conectado a un núcleo central, que es una unión que asegura todos los elementos, conformando una estructura que se pueda plegar fácilmente.

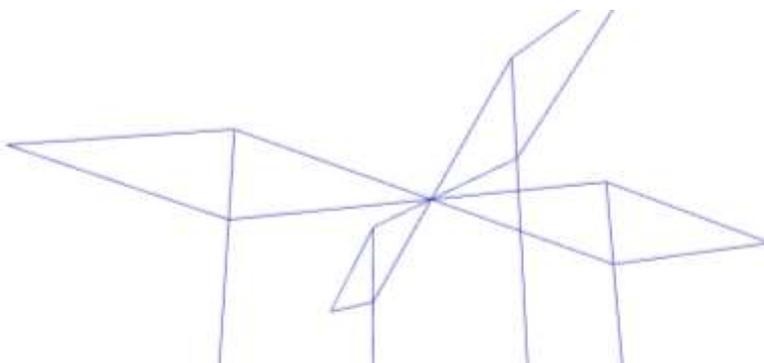
Figura 118. Vista superior del PD6.



### Articulación de Elementos

Los elementos que componen el PD6, son barras conectadas unas a otras en sus extremos por uniones que permiten la rotación en su eje. Adicionalmente, los módulos que componen las barras, deben de estar conectados a cada uno de los pilares correspondientes por medio de una unión, que les permita deslizarse a través del pilar para poder complementar el movimiento de plegadura. Finalmente, el núcleo articulador central que une los cuatro módulos estructurales y permite que actúen homogéneamente.

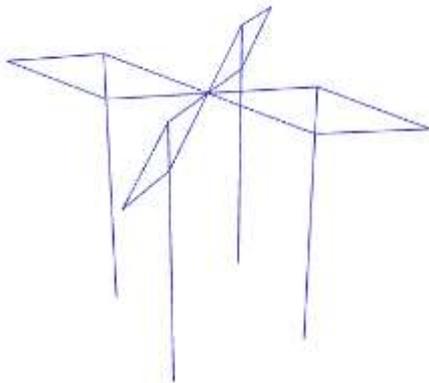
Figura 119. Vista de los elementos superiores del PD6.



### Requerimientos Estructurales

El PD6 asegura su capacidad estructural por medio de pilares que, además de guiar el movimiento de la estructura superior, sostienen y estabilizan todos los componentes estructurales del prototipo, ya que en la parte superior se ubican las barras que forman los módulos estructurales que cubren el espacio y sostienen la cobertura.

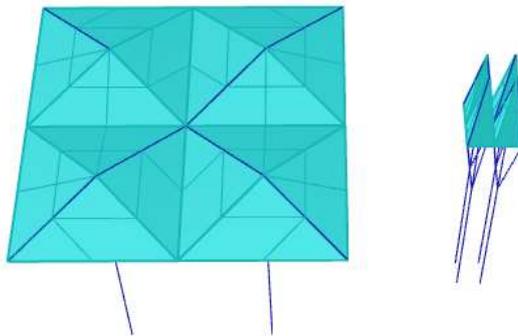
Figura 120. Vista isométrica del PD6.



### Mecanismo de pliegue y despliegue

El prototipo digital 6 tiene como principio inicial el movimiento generado por el mecanismo de tijera, pero en este caso con una pequeña variación. La armadura superior está sostenida por pilares que, además de sujetar y estabilizar, asegura en la parte superior cada módulo y permite que la parte inferior de la armadura se deslice, con el fin de comprimir o desplegar el prototipo.

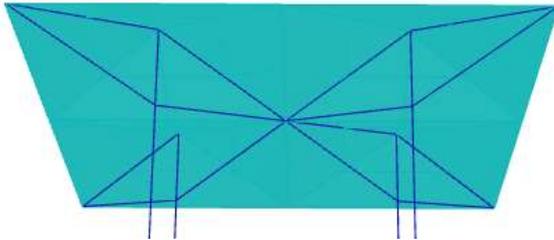
Figura 121. Vista del PD6 desplegado y plegado.



## Cobertura

La cobertura dispuesta para el PD6 es una de tipo ligera y flexible para no recargar peso al prototipo, que se encuentre permanentemente asegurada a la estructura superior y lo acompañe en todo el proceso de plegado.

Figura 122. Vista inferior de la cobertura del PD6.

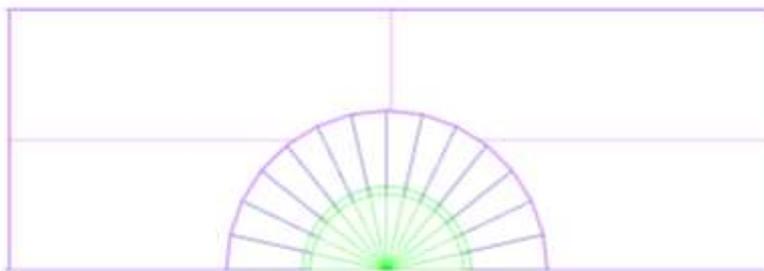


## 7. Prototipo Digital 7 (PD7)

### Del concepto a la Forma

El prototipo digital 7 nace con la idea de cómo cubrir grandes áreas sin que sea una sola estructura, la que comúnmente la conocemos como toldo. El PD7 es una estructura que se adapta al área que de desee cubrir, pero a su vez, genera espacios libres que puede ayudar con la iluminación, fomentando el desarrollo de espacios libres que pueden dar una alternativa adicional al uso ferial, como área de juegos, patio de comidas, etc.

Figura 123. Vista superior del PD7 y el área libre central.

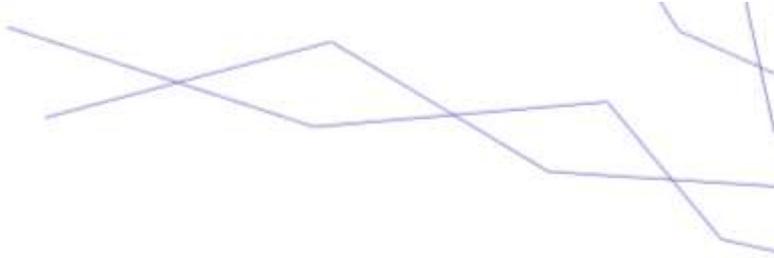


### Articulación de Elementos

Sus principales elementos son estructuras curvas conformadas por barras que funcionan mediante el mecanismo de tijera; estos componentes están unidos por uniones articuladas en

sus extremos y mediante un eje cercano al centro de cada barra, para generar el movimiento curvo deseado.

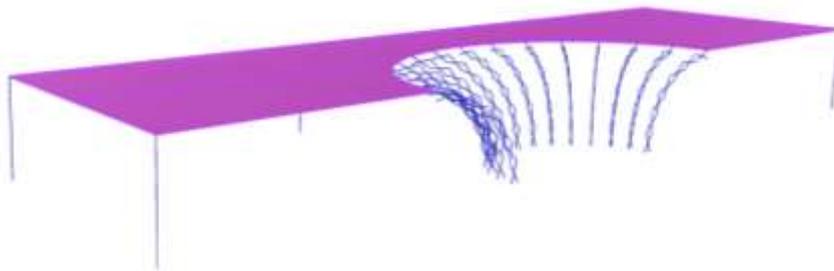
Figura 124. Detalle de la estructura curva de tipo tijera.



### Requerimientos Estructurales

El prototipo se respalda principalmente por una serie de elementos estructurales curvos que son los que brindan y generan el área libre deseada. A su vez se vio la necesidad de ubicar pilares al perímetro del área a cubrir para que la cobertura se apoye en dichos componentes y permita sea tensada. Para que este modelo de prototipo sea estructuralmente funcional se vio necesario el uso de elementos que aseguren los diferentes componentes estructurales al suelo, ya que son elementos que individualmente no poseen características estructurales ideales.

Figura 125. PD7 desplegado en su totalidad.



### Mecanismo de pliegue y despliegue

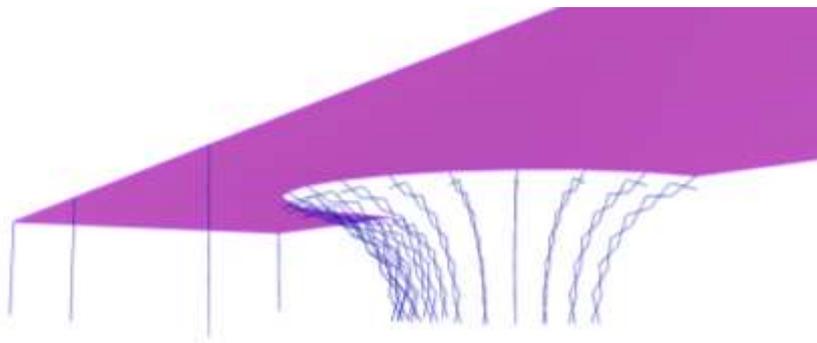
Los elementos plegables del prototipo son las estructuras curvas que generan los espacios abiertos, que en este caso, se encuentran en medio del prototipo. Los pilares curvos están compuestos por barras articuladas con mecanismo de tijera. Este mecanismo brinda la

posibilidad de plegar y desplegar las estructuras curvas centrales moldeando de diferentes formas la cobertura y en consecuencia el aspecto del PD7.

### **Cobertura**

La cobertura propuesta es una de tipo ligera y flexible. La que en este caso será tensada por los diferentes pilares perimetrales y moldeada por la estructura central curva, teniendo la capacidad ser personalizada de acuerdo a las actividades y área a ocupar deseada.

Figura 126. Vista de la cobertura, pilares y estructura curva central.

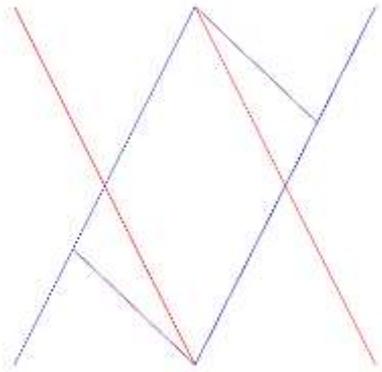


## **8. Prototipo Digital 8 (PD8)**

### **Del concepto a la Forma**

El prototipo digital 8 se basa en la forma simple de un puesto ferial, pero con la aplicación del mecanismo de tijera, por lo que a simple vista la forma nos puede parecer familiar. Sin embargo, se probó en adicionar elementos que puedan asegurar y limitar el movimiento de dicho sistema, que en su forma básica, cuenta con una gran libertad en su despliegue; es por eso que se conformaron dos mallas estructurales laterales, donde se incorporaron dos elementos que restringen en cierta manera su despliegue.

Figura 127. Malla estructural lateral.



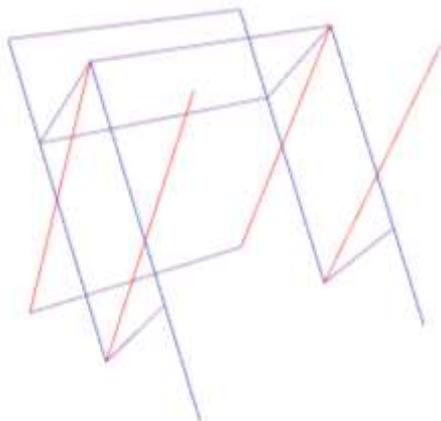
### **Articulación de Elementos**

La articulación de sus elementos es tal como el mecanismo de tijeras nos señala: las barras que conforman la malla están conectadas a sus extremos por uniones articuladas y con uniones en sus ejes centrales que permite el movimiento lineal de la estructura.

### **Requerimientos Estructurales**

El PD8 es una estructura compuesta por dos mallas laterales que individualmente no pueden mantenerse en pie, es por eso que las dos mallas fueron conectadas por cuatro barras que unen longitudinalmente las partes del prototipo (1 inferior y 3 superiores), brindando de esta manera, un comportamiento estructural más adecuado.

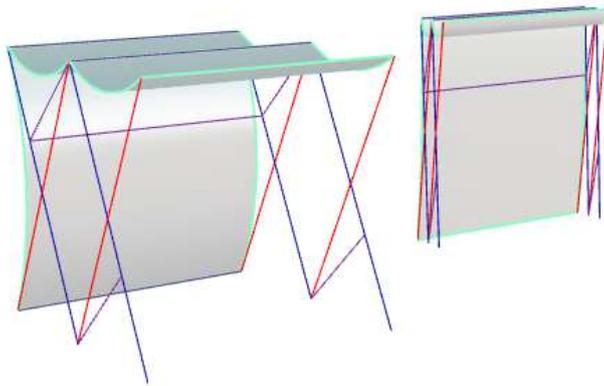
Figura 128. Vista isométrica de la estructura del PD8.



### Mecanismo de pliegue y despliegue

El mecanismo de tijera es el principal sistema que rige el movimiento estructural del prototipo; esta estructura está compuesta por barras articuladas y unidas en sus ejes centrales para conectar todos los elementos, y estos trabajen en conjunto, logrando movimiento recto uniforme constante en todas sus partes.

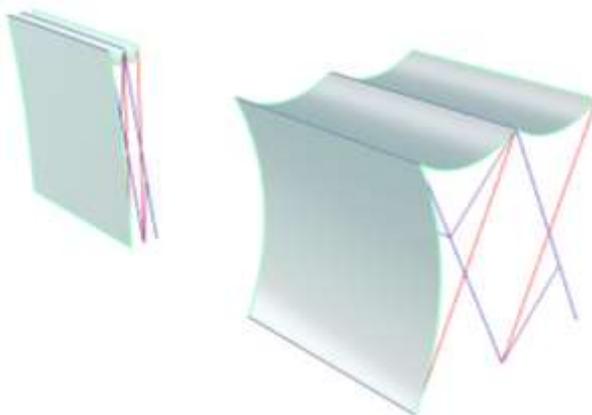
Figura 129. Vista del PD8 desplegado y plegado.



### Cobertura

La cobertura propuesta para este prototipo es una de característica flexible y ligera, porque de esta manera no afectaríamos las capacidades de soporte con la que cuenta esta estructura. Además de que con una cobertura flexible, es posible mejorar las capacidades estructurales, tensionando partes del prototipo que necesiten ser aseguradas, o también se pueda limitar el movimiento de la estructura para lograr la extensión deseada.

Figura 130. Vista posterior del PD8.

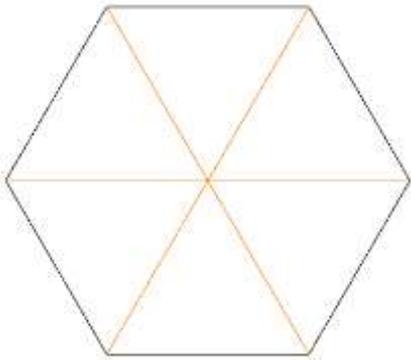


## 9. Prototipo Digital 9 (PD9)

### Del concepto a la Forma

El prototipo digital 9 se creó para experimentar con formas diferentes a las básicas. Es por eso que se eligió un hexágono, para ensayar en la manera de proyectar un prototipo con base, uniones y refuerzos estructurales necesarios para la conformación del hexágono dentro de él.

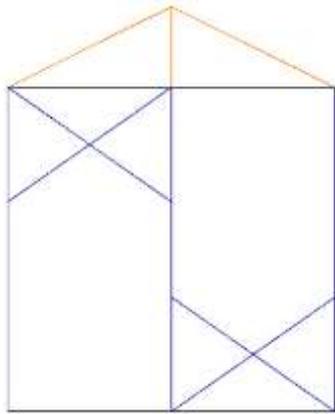
Figura 131. Vista superior del PD9.



### Articulación de Elementos

Los elementos que conforman el prototipo son pilares, estructura superior y refuerzos con barras articuladas. La estructura superior está compuesta por barras que convergen en un punto central, mediante una unión articulada que permite su movimiento; esta estructura superior está conectada en sus extremos a los pilares que brindan altura y soporte al prototipo. Finalmente, se proyectaron barras articuladas (tres superiores y tres inferiores), que están unidas en uno de sus extremos a los pilares, y al otro extremo conectados por una unión que permite su deslizamiento para que el prototipo pueda plegarse y desplegarse.

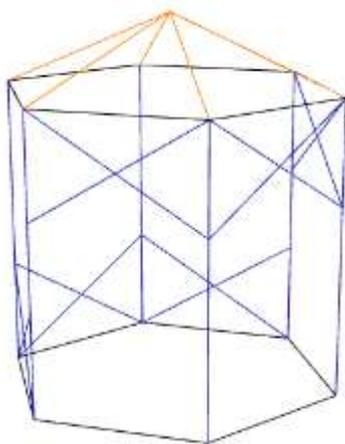
Figura 132. Vista lateral del PD9.



### Requerimientos Estructurales

El PD9 está conformado por una estructura de base hexagonal; esta geometría aporta en su capacidad estructural, la envolvente que se genera mediante los componentes que se encuentran unidos con uniones articuladas, y asisten a que la estructura sostenga su propio peso y se mantenga en pie.

Figura 133. Vista de la estructura del PD9.

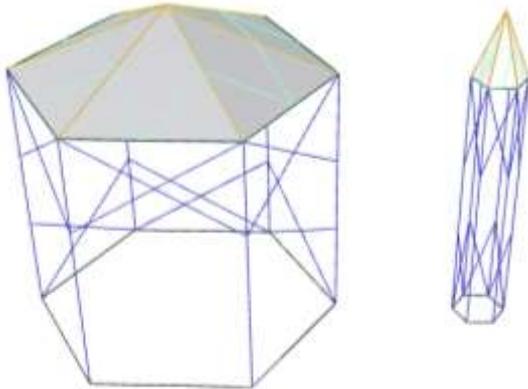


### Mecanismo de pliegue y despliegue

El prototipo está compuesto por barras articuladas y componentes estructurales bajo el mecanismo de tijera. Las uniones articuladas que forman el sistema estructural brindan la capacidad de plegar y desplegar. El elemento principal es la unión que junta las barras

articuladas superiores e inferiores con los pilares, pero que además permiten el deslizamiento de estas, con el fin de que la estructura pueda realizar el movimiento de compactación.

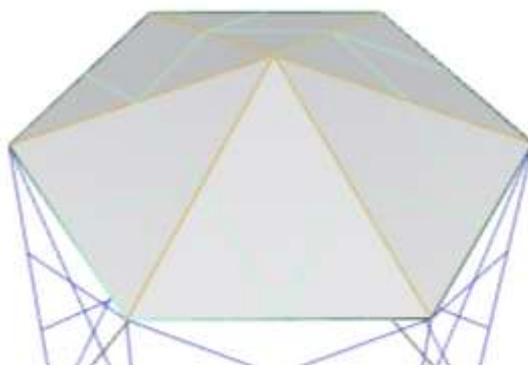
Figura 134. Vista del PD9 desplegado y compacto.



### **Cobertura**

Para el PD9 se propuso una cobertura ligera y flexible, sujeta a los componentes superiores de la estructura, y de esa forma, se pueda adaptar a cada movimiento durante el proceso de plegado y expansión del prototipo, sin la necesidad de convertirse en un elemento que otorgue peso a la estructura ya conformada.

Figura 135. Vista superior de la cobertura extendida.

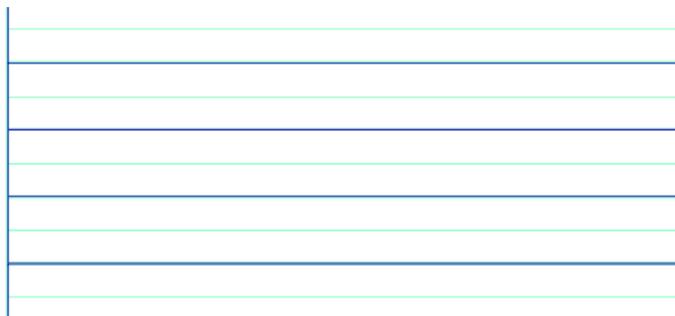


## 10. Prototipo Digital 10 (PD10)

### Del concepto a la Forma

El prototipo digital 10 fue proyectado para cubrir un espacio determinado y que pueda ser aplicado de forma modular para abarcar más espacio. Está compuesto por una estructura plegable de forma rectangular en la parte superior, que se encuentra sostenida a un lado por dos pilares definen la altura del prototipo.

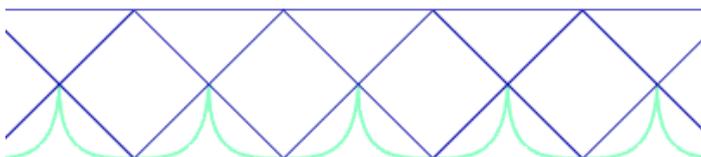
Figura 136. Vista superior del PD10.



### Articulación de Elementos

El prototipo está compuesto por una estructura plegable a base de barras articuladas que funcionan bajo el mecanismo de tijera; estas barras están conectadas unas a otras en sus extremos y en su eje central, con la finalidad de que puedan realizar el movimiento de plegado lineal. Además, se hizo uso de elementos longitudinales que unen las dos armaduras ubicadas a los extremos del prototipo, para que permanezcan en sincronización durante todo el proceso de plegado.

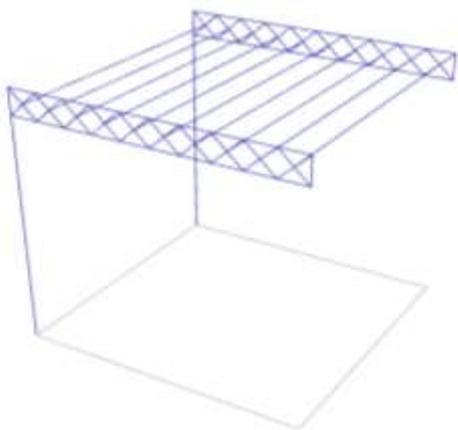
Figura 137. Vista lateral de la armadura del PD10.



### Requerimientos Estructurales

El prototipo tiene una buena estructura superior compuesta por las barras articuladas con mecanismo de tijera y unos conectores longitudinales: elementos que llevan casi toda la carga del prototipo. Los elementos que soportaran toda la carga son los pilares que se ubican a un extremo del prototipo y se prevé que tienen que ser muy bien asegurados al piso, o sujetos a unos elementos que puedan contrarrestar la fuerza que va a ejercer el peso de la parte superior de la estructura, para que logre sostener la carga propia que posee el prototipo.

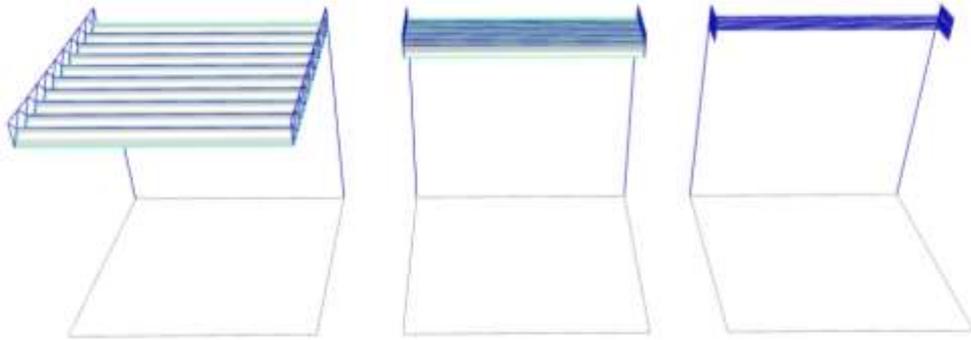
Figura 138. Vista integral del PD10.



### Mecanismo de pliegue y despliegue

El mecanismo de tijera es la herramienta que nos brinda el sustento para el movimiento de pliegue y despliegue de la estructura del PD10, ya que cuenta con dos mallas laterales compuestas por barras articuladas conectadas unas a otras para transferir el movimiento lineal y barras longitudinales que conectan las dos mallas laterales, para lograr un movimiento homogéneo y sincronizado en la estructura de la cobertura.

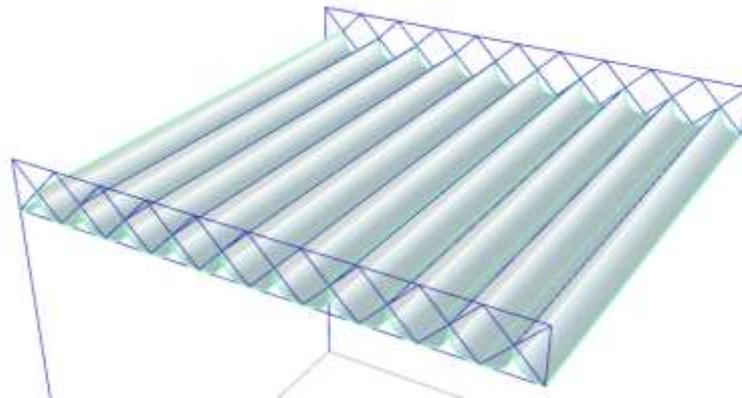
Figura 139. Vista de las tres fases de plegado del PD10.



### **Cobertura**

La cobertura propuesta para el PD10 es una de tipo ligera y flexible, para que no cuente como carga adicional a la estructura. Además, puede ser una cobertura dependiente, es decir, parte permanente del prototipo para que lo acompañe en cada fase que atraviesa a lo largo de su proceso de plegado. Tratándose de un material ligero y flexible, tiene la capacidad de ser personalizado, pudiendo ser adecuado a las diferentes actividades y colores que empleen.

Figura 140. Vista de la estructura y cobertura del PD10.



## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

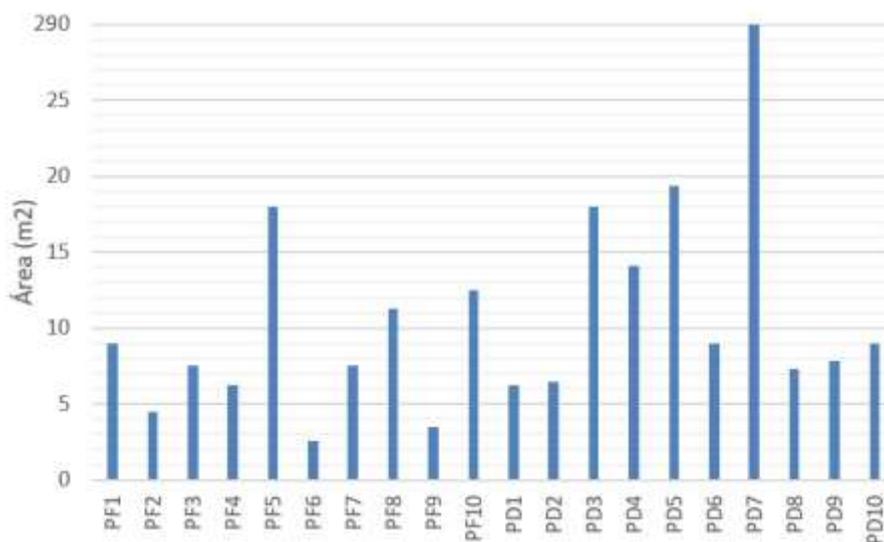
#### 5.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información (tablas y figuras)

En este capítulo se presentan los resultados del análisis realizado a los 20 prototipos desarrollados anteriormente. El análisis se realizó mediante fichas de observación que definieron las características físicas, constructivas, funcionales y estructurales, las cuales delimitaron las áreas a ser analizadas y evaluar la relación entre las estructuras desplegables en el diseño de espacios arquitectónicos efímeros, determinando la suficiencia de cada prototipo estructural, de acuerdo a las áreas estructuradas señaladas anteriormente y concluyendo con la elección del prototipo que demuestre poseer propiedades sobresalientes. Los datos del análisis se muestran a continuación.

##### 5.1.1. Características Físicas

##### Área del prototipo

Figura 141. Comparación entre áreas de los prototipos.

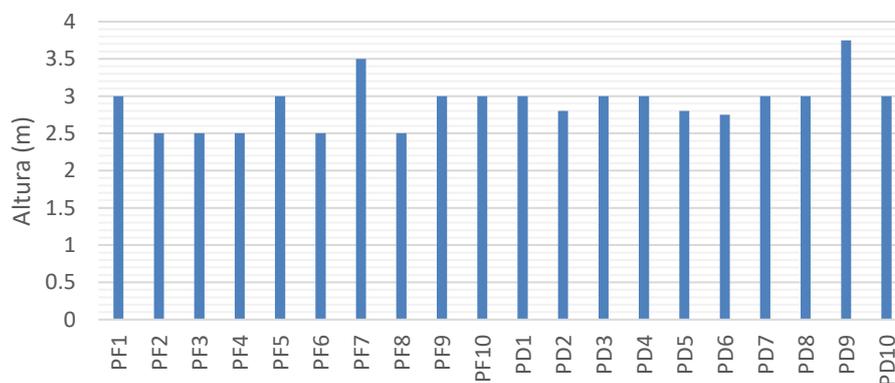


Observamos un diagrama de barras con diversos datos no homogéneos; esto muestra que el tamaño del prototipo fue proyectado independientemente uno de otro, particularmente

en el caso del área. Algunos prototipos debido a su forma, poseen espacios que no son funcionales y no se pueden usar debido al ángulo que componen o no cubren espacios que no se tuvieron en cuenta en el proceso de diseño. Mientras que algunos de ellos poseen mayor área, debido a que fueron proyectados como prototipos de mayor escala que cubren un área superior para la recepción y tránsito de gran cantidad de público asistente; el prototipo seleccionado para ser fabricado, tiene que ser capaz de cubrir un área mayor a  $5\text{m}^2$ , para que pueda ofrecer el espacio suficiente como puesto ferial y de recibimiento a clientes.

### Altura del prototipo

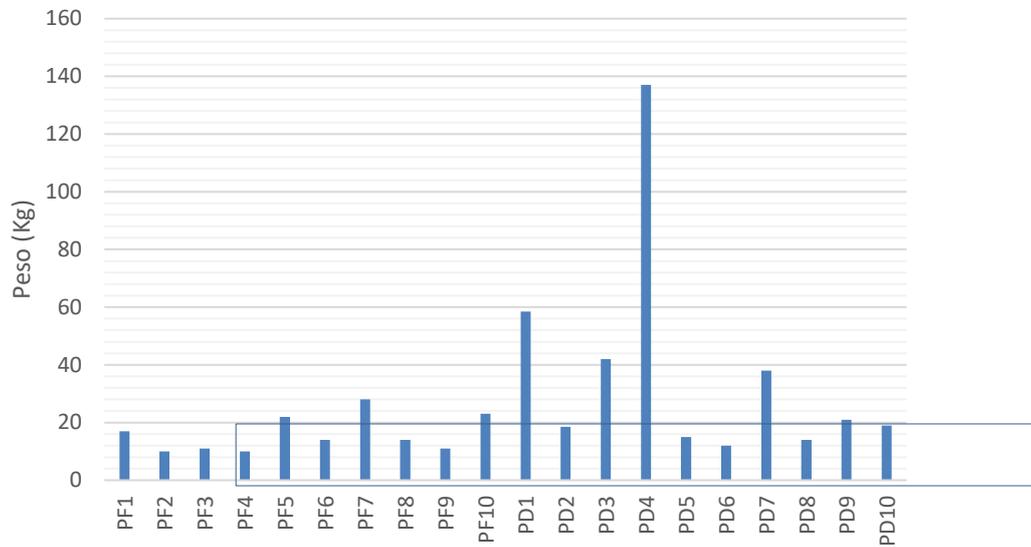
Figura 142. Comparación entre alturas de los prototipos.



El diagrama de barras muestra un comportamiento casi uniforme, debido a que gran parte de los datos (90 %) oscilan entre los 2.5 m y los 3 m de altura y un 20 % compuesto por dos prototipos, que debido a la forma proyectada en la etapa de diseño, poseen elementos que conceden los prototipos una altura mayor a la de la mayoría. Esto no origina un problema en la investigación, ya que las medidas adoptadas por todos los prototipos se encuentran dentro de una escala tolerable para las actividades feriales a desarrollar.

### Peso del prototipo

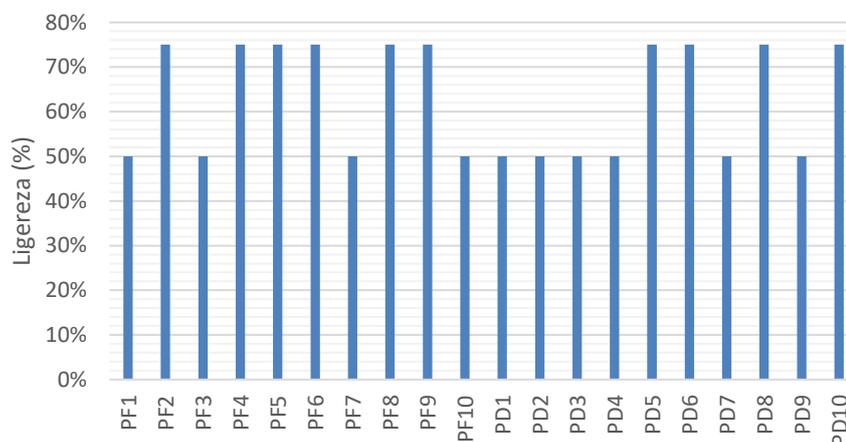
Figura 143. Comparación entre el peso de los prototipos.



Los pesos de los prototipos pueden ser agrupados en tres grupos. 12 prototipos (60 %) que están entre 0 y 20 kg, cinco prototipos (25 %) que están entre los 20 y 40 kg y 3 prototipos que tienen peso mayor a 40 kg (15 %). Esto nos da a conocer el bajo peso de la mayoría de prototipos, pudiendo deducir que producto de las características que nos brindan las estructuras desplegables. El prototipo que sobresalga debe de contar con bajo peso, sin que esto afecte en su capacidad estructural.

### Ligereza

Figura 144. Comparación entre % de ligereza de prototipos.

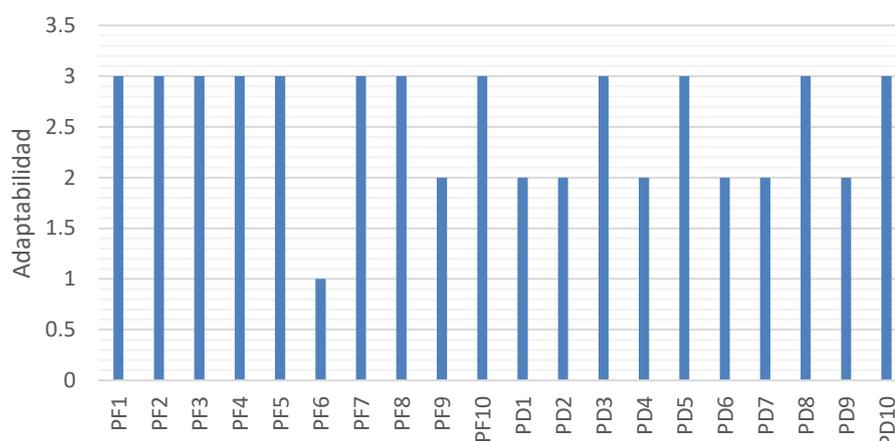


La ligereza de los prototipos está distribuida en dos grupos, el primero comprende 10 prototipos (50 %), los cuales son regularmente ligeros y el segundo compuesto por 10 prototipos (50 %) que son ligeros. Todos ellos poseen uniones similares y pueden ser construidos por los mismos materiales. La diferencia de ligereza, se ve reflejada por la cantidad de elementos que componen la estructura, ya que la mayor cantidad de elementos estructurales puede ayudar a hacer una estructura más estable, pero además, representa el aumento en su peso. El prototipo a fabricar requiere ser ligero, ya que esta cualidad aporta a la facilidad de armado y transporte.

### 5.1.2. Características Constructivas

#### Materialidad

Figura 145. Comparación entre la capacidad de adaptabilidad a los materiales.

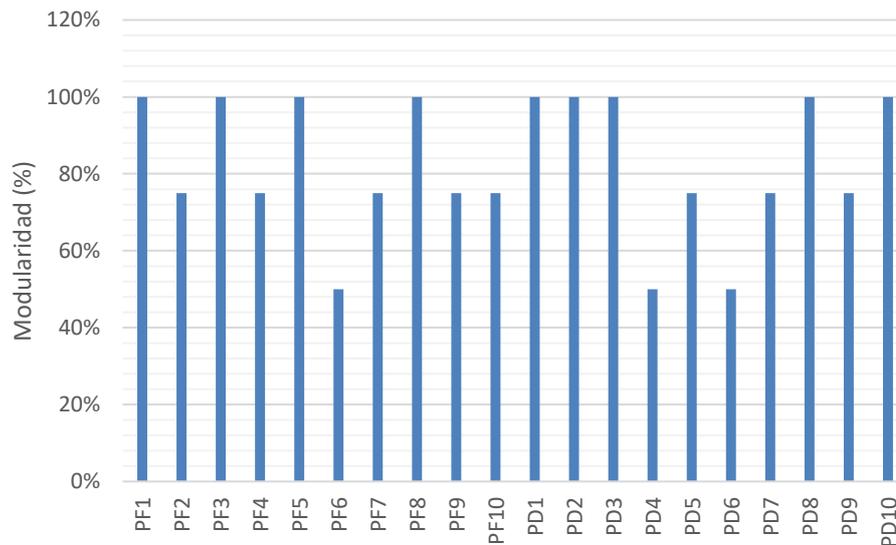


La materialidad nos brinda los datos necesarios para saber la capacidad que poseen los prototipos para adaptarse a la mayor cantidad de materiales disponibles. La mayoría de los prototipos poseen una adaptabilidad normal (35 %) a buena (60 %), debido a que están diseñados en base al mecanismo de tijera, y para ello, lo más necesario es un material que pueda ser utilizado o adaptado a la forma de una barra. Asimismo, se nota que el PF6 demuestra poca adaptabilidad, porque presenta componentes que necesariamente tienen que tener flexibilidad como característica principal para conformar el diseño proyectado; es por eso que limita aún

más las posibilidades de adaptar ese diseño a otros materiales. El prototipo elegido debe de brindarnos la mayor capacidad de materialidad, para garantizarnos que pueda ser desarrollado y emulado por una mayor cantidad de materiales.

### Modularidad

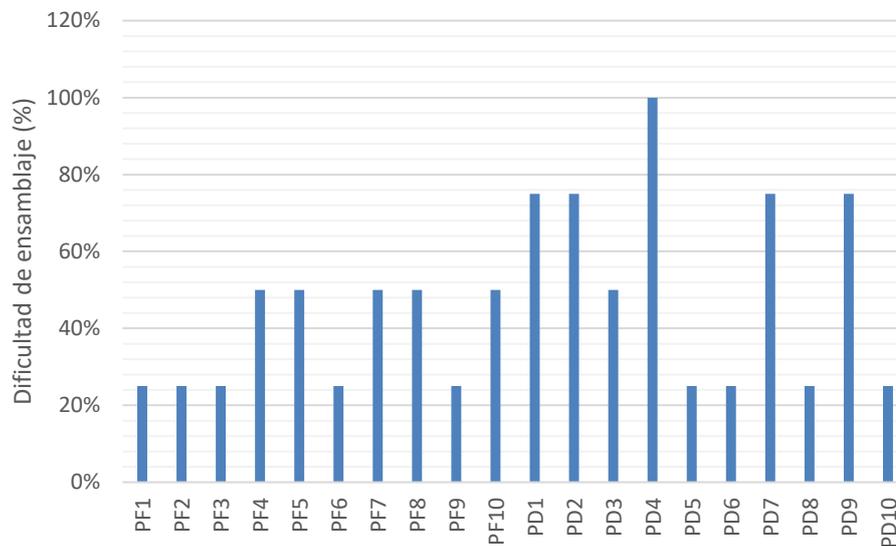
Figura 146. Comparación entre la modularidad de los prototipos.



El diagrama de barras muestra que todos los prototipos superan el 50 % de modularidad en su estructura, presentando tres prototipos: (15%) con modularidad regular, ocho prototipos (40 %) de modularidad adecuada y nueve prototipos (45%) totalmente modulares. Esto debido a que el 55 % de los prototipos que no llegan a ser totalmente modulares, poseen formas que dificultan su comportamiento modular, ya que al replicarlos no funcionan como unidad, sino cada uno sigue manteniendo su individualidad de forma, características y función. El prototipo elegido para su construcción, debe de reflejar una predisposición para su aplicación modular, buen comportamiento, funcionamiento y de soporte grupal.

## Ensamblaje

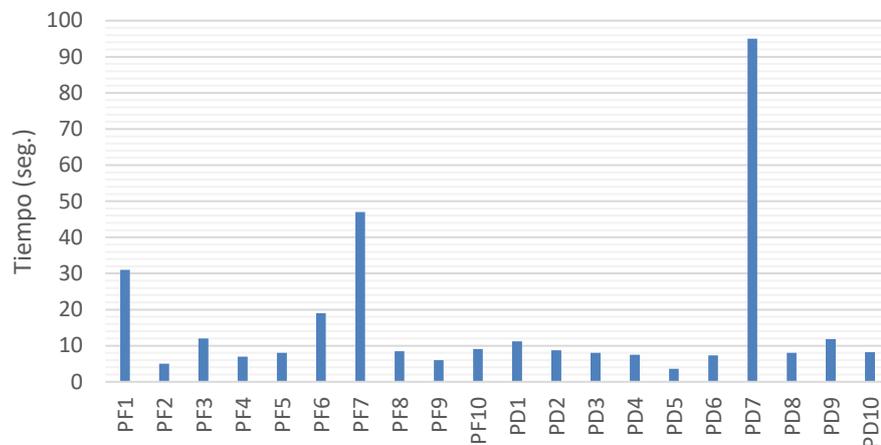
Figura 147. Comparación entre la dificultad del ensamblaje de los prototipos.



Los prototipos diseñados tienen que ser ensamblados para poder funcionar y que sus propiedades desplegadas actúen de manera correcta. Los datos en el diagrama de barras muestran que la mayor parte de los prototipos (45 %) poseen una dificultad sencilla, seguida por seis prototipos (30 %) de dificultad accesible, cuatro prototipos (20 %) difíciles de ensamblar y un prototipo (5 %) que necesita conocimientos especializados para poder ensamblarlo. Esto nos da a entender que los prototipos fueron diseñados con libertad en sus formas y componentes, ya que los prototipos más complicados de ensamblar, generalmente son los que debido a su forma y componentes, necesitan uniones más complejas. El prototipo ideal debe de contar con una baja dificultad de ensamblaje para que facilite el armado sin que usuarios tengan conocimientos especializados o contraten personal preparado para el ensamblarlo.

### Tiempo de despliegue

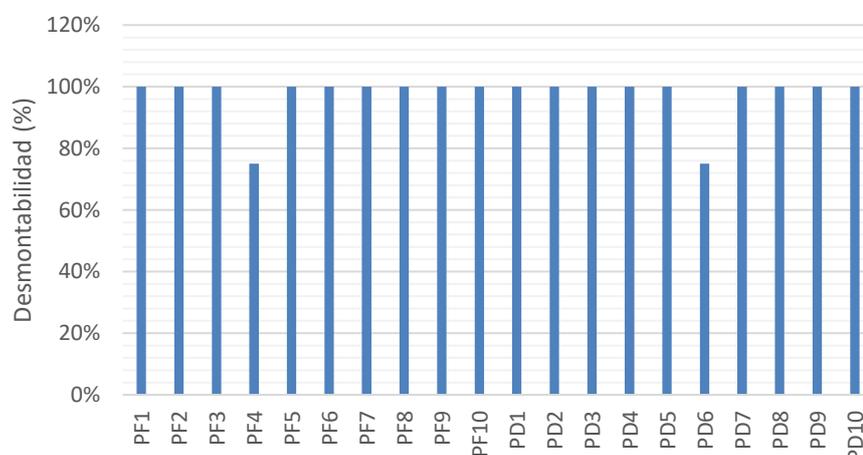
Figura 148. Comparación entre el tiempo de despliegue de cada prototipo.



El diagrama de barras concerniente al tiempo de despliegue, muestra una clara supremacía de prototipos (80 %) que giran en torno a los 10 segundos que dura su despliegue. Teniendo al PF6 con casi 20 segundos, el PF1 con poco más de 30 segundos, PF7 con casi 50 segundos y el PD7 con más de 90 segundos. El origen de esta separación de tiempo entre estos cuatro prototipos con los demás, es que poseen mayor número de direcciones en su movimiento de despliegue y conexiones con elementos estructurales no desplegables. El prototipo seleccionado deberá tener poco tiempo de despliegue y uniformidad en su movimiento.

### Desmontable

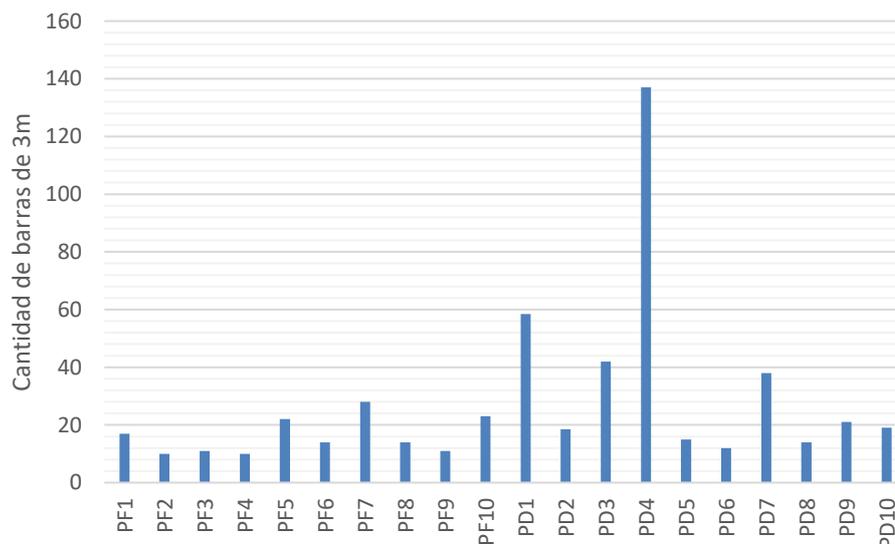
Figura 149. Comparación entre la desmontabilidad de los prototipos.



La desmontabilidad de los prototipos representada en el diagrama de barras muestra que dos prototipos (10 %) tienen un 75 % de capacidad para desmontarse y 18 prototipos (90%) tienen un 100 % de desmontabilidad. Esto nos revela que todos los prototipos fueron diseñados para ser piezas reutilizables o reemplazables por otras, en el caso de que sufran algún daño. El prototipo a ser fabricado debe de tener la capacidad de ser rearmado, reutilizar sus piezas para la conformación de nuevas estructuras y facilite su transporte en el caso tenga que ser desarmado.

### Cantidad de barras necesarias para prototipo real

Figura 150. Comparación entre la cantidad de barras necesarias para un prototipo a escala real.



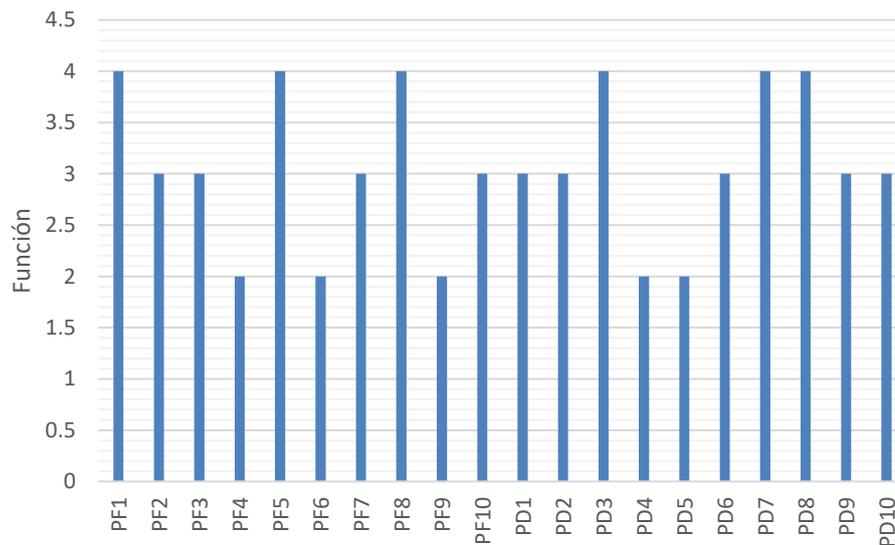
Tal como muestra el diagrama de barras, la cantidad de barras que conforman los prototipos, varían de acuerdo a su forma y configuración estructural. Así, se puede notar que 15 prototipos (75 %) tienen como cantidad necesaria para ser construidas a un número menor a 20 barras. Siguiendo la lista el PF7 con 28 barras, el PD7 con 38 barras, el PD3 con 42 barras, el PD1 con 59 barras y el PD4 con 137 barras. Estos datos se ven reflejados por la complejidad de las formas, la cantidad de área que ocupan, cantidad de módulos estructurales o elementos que componen la estructura. El prototipo seleccionado tiene que poseer una cantidad adecuada

de barras sin llegar a la sobredimensionar los elementos ya que aumentaría el peso y el costo de la estructura.

### 5.1.3. Características Funcionales

#### Función

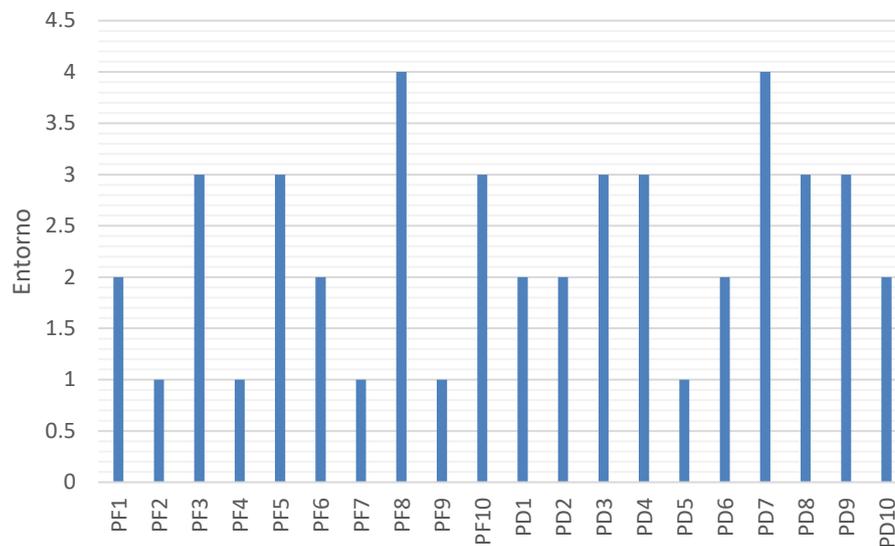
Figura 151. Comparación entre la capacidad funcional de los prototipos.



El diagrama de barras muestra claramente tres grupos en los que se dividen los prototipos de acuerdo a la capacidad funcional que presentan individualmente. Entre ellos, cinco prototipos (25 %) poseen una capacidad poco favorable, nueve prototipos (45 %) de capacidad favorable y seis prototipos (30 %) con una capacidad muy favorable. Esto debido a que los prototipos poseen diferentes diseños, formas, capacidades espaciales particulares y de esta manera, cada prototipo brinda mayor o menor predisposición al momento de cubrir un espacio para la actividad ferial. El prototipo que destaque, tendrá un área funcional adecuado, suficientemente capaz de albergar y cubrir el espacio en óptimas condiciones.

## Entorno

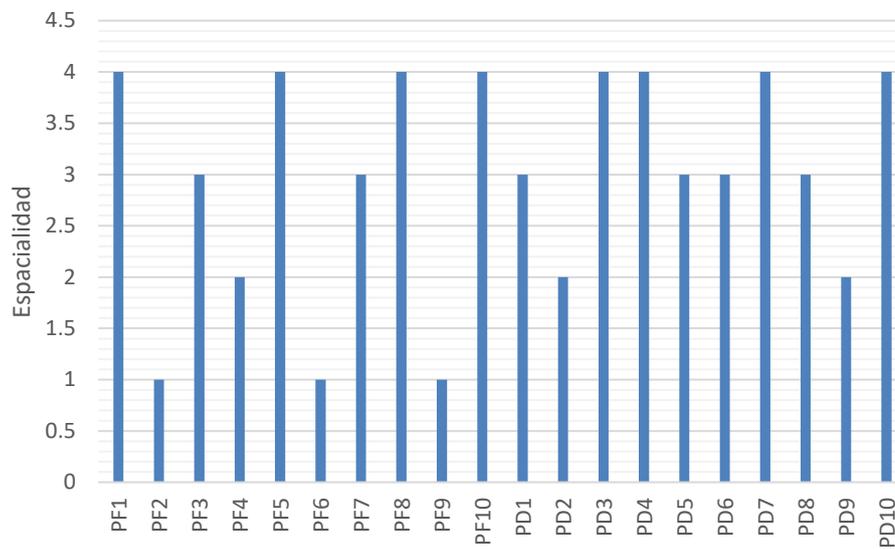
Figura 152. Comparación entre la relación de los prototipos con el entorno.



El entorno es una pieza clave dentro del diseño de espacios públicos; en este caso en particular, la capacidad que poseen los prototipos para relacionarse con el entorno no va simplemente al aspecto de formar parte de él y permitir que el desarrollo de las actividades habituales, sino que además, se relacione, influya y transforme el entorno brindándole un plus a las actividades que con frecuencia se desarrollan. Frente a esto, el diagrama de barras nos muestra cinco prototipos (25 %) con poca relación, seis prototipos (30 %) que se relacionan con lo habitual, siete prototipos (35 %) que se relacionan e influyen en el entorno y dos prototipos (10 %) que claramente se distinguen frente a los otros por relacionarse, influir y transformar el entorno, que en este caso es un espacio público. El prototipo a construir tiene que poseer la mayor relación posible con el espacio público, influir y transformarlo positivamente.

## Espacialidad

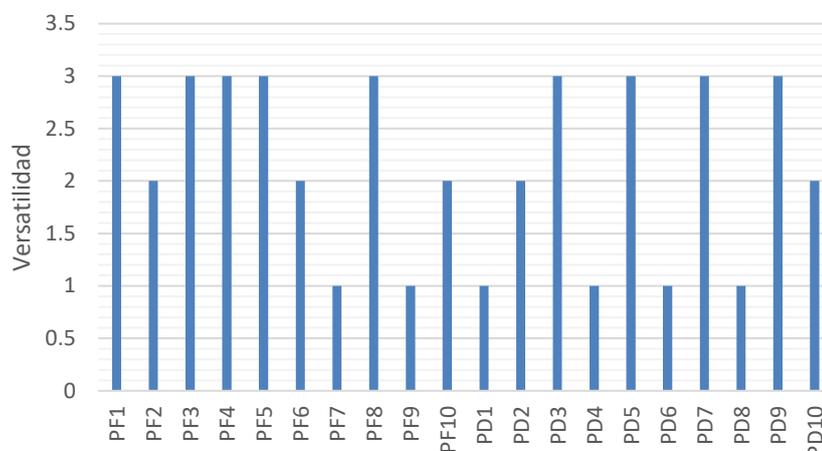
Figura 153. Comparación entre la espacialidad de los prototipos.



El diagrama de barras muestra datos no homogéneos. Entre los que resaltan negativamente el PF2, PF4 y PF9 (15 %), por presentar poca espacialidad y destacando los prototipos PF1, PF5, PF8, PF10, PD3, PD4, PD7 y PD10 (40 %), por poseer una buena espacialidad dentro del prototipo. Estos datos se dan debido a que cada prototipo fue diseñado con libertad, unos prototipos fueron diseñados para ser compactos, otros para albergar mayor cantidad de público, y en consecuencia, esto refleja lo variable que es la espacialidad al interior en cada prototipo. El prototipo a fabricar debe de poseer una espacialidad acorde de su escala y de la actividad por la que ha sido proyectada.

## Versatilidad

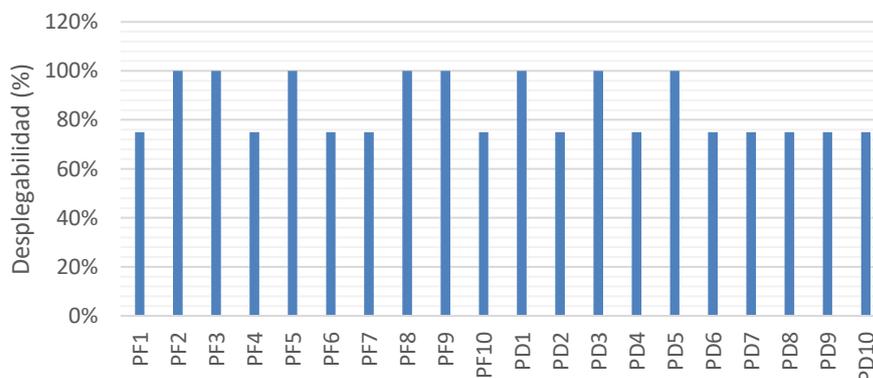
Figura 154. Comparación entre la versatilidad de los prototipos.



El diagrama de barras expone la versatilidad de los prototipos divididos en cinco niveles que van desde nada versátil (0), hasta totalmente versátil (4). Frente a esto notamos que seis prototipos (30 %) son poco versátiles, cinco prototipos (25 %) son regularmente versátiles y nueve prototipos (45 %) son versátiles. Los datos no son constantes porque cada prototipo posee diferente forma, tipo de cobertura, diferente módulo y comportamiento estructural. El prototipo seleccionado tiene que ser versátil en su forma de ocupar el espacio, para que pueda transformarse de acuerdo a la actividad ferial que se vaya a desarrollar y acondicionar el espacio público con nuevos recorridos y experiencias a los usuarios.

## Desplegabilidad

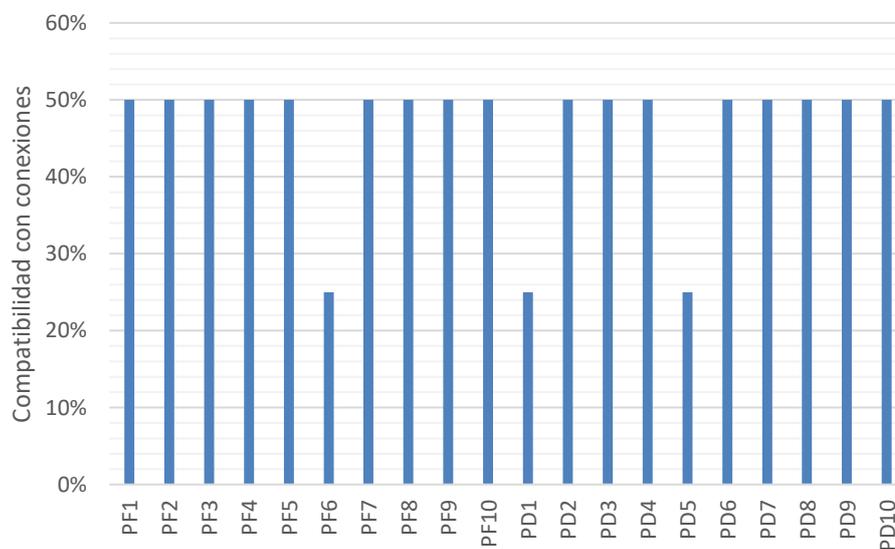
Figura 155. Comparación entre la desplegabilidad de los prototipos.



La desplegabilidad de los prototipos estuvo presente durante el proceso de diseño y en la elección del mecanismo a ser usado, es por eso que el diagrama de barras muestra semejanza en los datos obtenidos. La separación en dos grupos de 12 prototipos (60 %) convenientemente desplegables y ocho prototipos (40 %) totalmente desplegables, se da porque algunos prototipos tuvieron que adaptar su estructura a componentes que les brinden respaldo a su estabilidad estructural, siendo elementos no necesariamente desplegables y en consecuencia, restaban un porcentaje de la capacidad desplegable del prototipo. El prototipo que sea seleccionado, debe de poseer una capacidad de variación en su estructura lo más cercano a la totalidad, manteniendo un movimiento uniforme en toda su estructura.

### Compatibilidad con conexiones electrónicas

Figura 156. Comparación entre la compatibilidad de conexiones electrónicas de los prototipos.



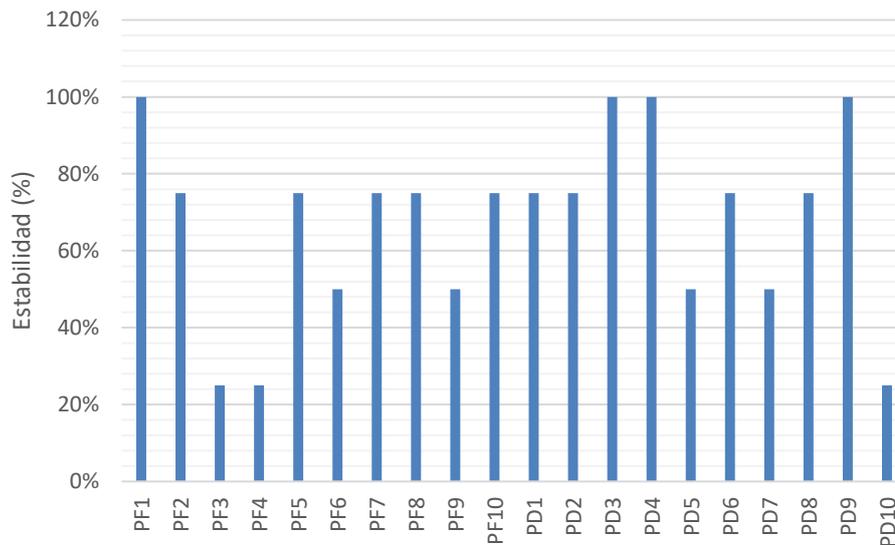
El diagrama de barras nos muestra unos valores casi homogéneos, presentando tres prototipos (15 %) poco compatibles y 17 prototipos (85 %) regularmente compatibles con conexiones electrónicas. Esto debido a que este tipo de estructuras necesitan ser adaptadas de acuerdo al material con el que sean construidas, con el fin de generar conexiones que no sólo

pasen a través de ellas, sino que sean parte de ellas y brinden facilidad de conexiones para las diferentes actividades que se desarrollen en este espacio.

#### 5.1.4. Características Estructurales

##### Estabilidad

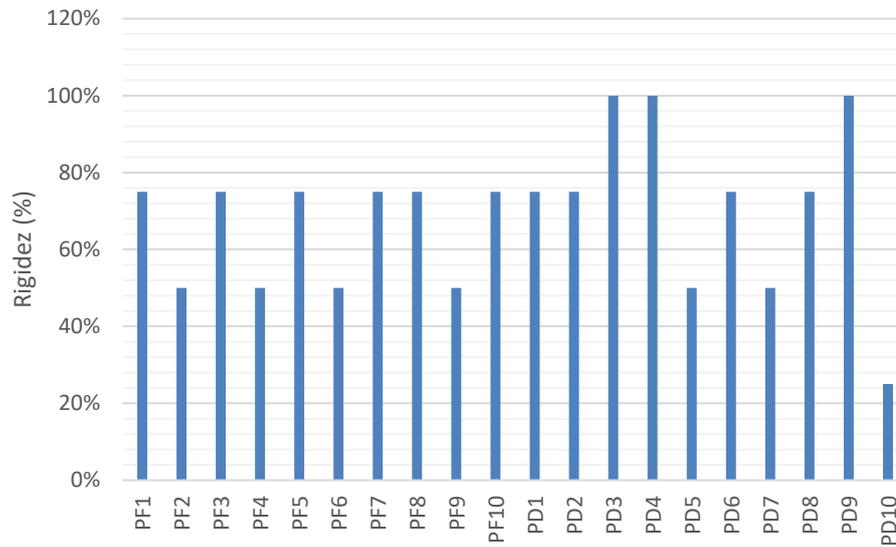
Figura 157. Comparación entre la estabilidad de los prototipos.



El diagrama de barras nos muestra la diversidad en la estabilidad estructural con la que cuentan los prototipos. Presentando tres prototipos (15 %) poco estables, cuatro prototipos (20%) regularmente estables, nueve prototipos (45 %) con buena estabilidad y cuatro prototipos (20 %) con muy buena estabilidad, esto debido a que los prototipos tienen diferentes componentes estructurales y cantidad de puntos de apoyo. Los prototipos con menor porcentaje de estabilidad se soportan en puntos de apoyo y el área en contacto con el suelo es reducida; mientras que los prototipos con mayor estabilidad, tienen mayor contacto con el suelo y puntos de apoyo. El prototipo seleccionado debe de contar con buena estabilidad, pero sin cargarse con demasiados elementos que lo vuelvan pesado y denso estructuralmente.

## Rigidez

Figura 158. Comparación entre la rigidez de los prototipos.



El diagrama de barras nos muestra un predominante emplazamiento de los datos en los porcentajes de rigidez entre regular y bueno. Presentando un prototipo (5 %) con poca rigidez, seis prototipos (30 %) con regular rigidez, 10 prototipos (50 %) con buena rigidez y tres prototipos (15 %) con muy buena rigidez. Esto debido a que las formas que los componen mientras más geométricas y simétricas sean, el prototipo tendrá mejor comportamiento ante fuerzas que puedan doblar o torcer su estructura. Además, también varía de acuerdo a su distribución estructural, ya que la acción de las fuerzas en un elemento que se prolonga horizontalmente en el aire, es completamente diferente a uno en el que sus elementos estén equilibrados en el espacio.

### 5.1.5. Valoración de características cualitativas

Tabla 2. Instrumento de valoración de características cualitativas de los prototipos.

CODIGO	Relación con la forma conceptual	Capacidad funcional	Relación con el entorno	Adaptación a los materiales	Espacialidad adecuada al uso.	Versatilidad en su forma	Valoración
PF1	B	O	R	B	O	B	7
PF2	B	B	I	B	I	R	1
PF3	B	B	B	B	B	B	6
PF4	B	R	I	B	R	B	2
PF5	B	O	B	B	O	B	8
PF6	I	R	R	I	I	R	-3
PF7	B	B	I	B	B	I	2
PF8	B	O	O	B	O	B	9
PF9	R	R	I	R	I	I	-3
PF10	B	B	B	B	O	R	6
PD1	B	B	R	R	B	I	2
PD2	B	B	R	R	R	R	2
PD3	B	O	B	B	O	B	8
PD4	B	R	B	R	O	I	3
PD5	B	R	I	B	B	B	3
PD6	R	B	R	R	B	I	1
PD7	B	O	O	R	O	B	8
PD8	B	O	B	B	B	I	5
PD9	R	B	B	R	R	B	3
PD10	B	B	R	B	O	R	5

	Factor Defectuoso	-2
	Factor Insuficiente	-1
	Factor Regular	0
	Factor Bueno	1
	Factor Optimo	2

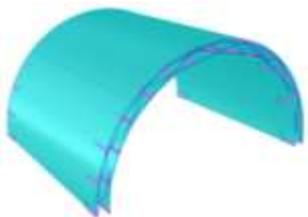
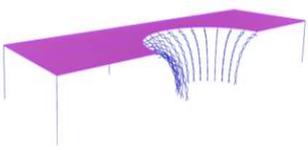
Cuadro de valoración de cualidades del prototipo

El cuadro nos muestra de manera ordenada los datos obtenidos a partir de las características cualitativas de los prototipos estudiados, datos que nos ayudan a delimitar los prototipos con mejores atributos con el fin de ser parte de la propuesta final y posterior fabricación. Tal como podemos observar los prototipos PF5, PF8, PD3 y PD7, presentan propiedades sobresalientes frente al resto de prototipos, por lo que se puede señalar que son prototipos suficientemente capaces de ser seleccionados para ser parte de la propuesta final.

## **5.2. Discusión de resultados y prototipo seleccionado**

La comparación de la totalidad de los prototipos nos guio en la selección de los cuatro prototipos que poseen mejores prestaciones frente a los demás; es por eso que para conseguir el mejor de los que clasificaron, se pasó a realizar una comparación más específica, tomando en cuenta solo los prototipos seleccionados y obteniendo la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 3. Instrumento de valoración de las características de los prototipos seleccionados.

Código de Prototipo	Caract. Físicas	Características Constructivas	Características Funcionales	Características Estructurales	Características Cualitativas	Valoración Final
PF5 	9	11	7	4	8	39
PF8 	11	12	8	4	9	44
PD3 	5	9	7	6	8	35
PD7 	6	6	7	2	8	29

El análisis estadístico y la posterior valoración de características entre los prototipos seleccionados de acuerdo a todas las características analizadas anteriormente (físicas, constructivas, funcionales, estructurales y cualitativas), manifiesta que el prototipo que brinda las mejores propiedades para la propuesta final y fabricación, es el de código PF8, ya que lidera la mayoría de los indicadores con los que se lo compara frente a otros prototipos seleccionados. En seguida se muestra una tabla con las características del prototipo electo.

Tabla 4. Características del prototipo seleccionado.

<b>PROTOTIPO DESTACADO: PF8</b>		
	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>VALOR</b>
Físicas	Área (m <sup>2</sup> )	11.2
	Altura (m)	2.5
	Peso (kg)	14
	Ligereza	Bueno
Constructivas	Materialidad	Bueno
	Modularidad	Excelente
	Ensamblaje	Regular
	Tiempo de despliegue (seg.)	8.5
	Desmontabilidad	Excelente
	Cant. Barras para prot. Real	14
Funcionales	Funcionalidad	Excelente
	Espacialidad	Excelente
	Relación con el Entorno	Excelente
	Versatilidad	Bueno
	Desplegabilidad	Excelente
	Compatibilidad de conexiones	Regular
Estructurales	Estabilidad	Bueno
	Rigidez	Bueno

Tal como se muestran las características del prototipo PF8, estas son propiedades específicas que el prototipo posee y que en suma resuelven si cumple con los requerimientos físicos, constructivos, funcionales y estructurales. De tal manera, que estas características junto al diseño, detallan los atributos que el prototipo presenta, con el fin de estar capacitado para su construcción, frente a otros que precisan componer algunos elementos para mejorar y satisfacer

los requerimientos necesarios para ser construidos. De esta manera podemos demostrar la estrecha relación que existe entre el diseño de espacios efímeros y las características estructurales que brindan las estructuras desplegables.

Al momento de incorporar la tecnología que nos brindan las estructuras desplegables al diseño y construcción de espacios efímeros, estos adquieren un proceso cíclico que nos permite diseñar espacios temporales, verificando permanentemente sus características y capacidades de manera inmediata, hasta llegar a elegir el prototipo de propiedades sobresalientes.

Figura 159. Perspectiva digital del modelo seleccionado.



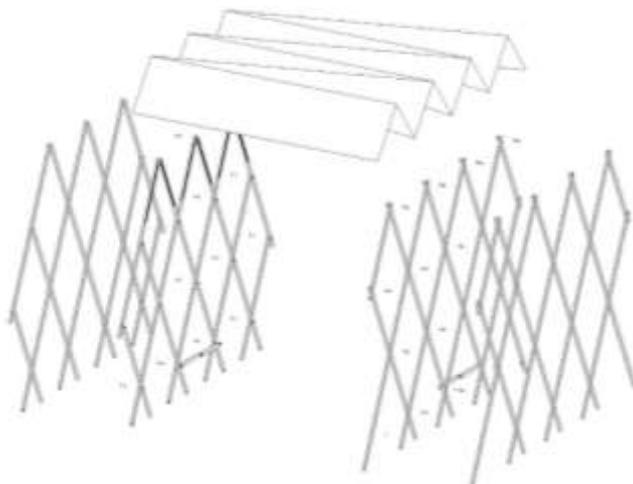
## CAPITULO VI: DESARROLLO DEL PROTOTIPO SELECCIONADO

### 6.1. Material y equipo a utilizar.

Las estructuras desplegadas nos brindan una gran oportunidad de experimentar con diferentes materiales que puedan adoptar el comportamiento del mecanismo elegido. En la presente investigación, al haber seleccionado un prototipo con mecanismo de despliegue mixto (tijera y plegado), los materiales deben de poseer características de resistencia, ligereza, personalización y ser comerciales. El material elegido predominantemente para el mecanismo de tijera, es la madera por ser un material resistente, ligero, personalizable y sostenible que comercialmente se distribuye en listones de 1''x1.5 x 3.20 m. Para las uniones se optaron por tornillos, tuercas y arandelas de 4 mm que son resistentes y facilitan la rotación de las barras de madera, porque aíslan la fricción entre ellas y las concentran en las arandelas.

El material elegido para la cobertura es una superficie plegable compuesta en su mayoría por una tela impermeable por ser un material ligero, plegable e impermeable, que comercialmente se distribuye en rollos con 2 m de ancho. Esta cobertura esta reforzada por listones de madera con una longitud de 3 m, los cuales poseen la función de sostener la cobertura y ser una estructura con muchas opciones de ser cubierta, de manera que la superficie cuente con un plegado definido en todo momento.

Figura 160. Perspectiva axonométrica explotada del Modelo ferial.

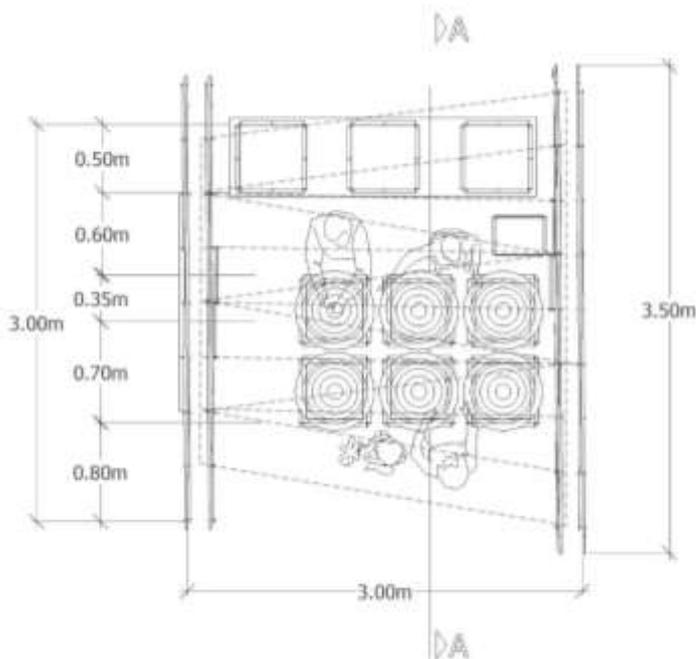


## 6.2. Planos arquitectónicos.

El prototipo presenta dimensiones de 3.5 m de fondo y 3 m de ancho, el cual brinda un espacio libre para el ingreso de hasta 5 personas. Interiormente posee un ambiente amplio que, dependiendo de la expansión que adopte, puede ocupar un espacio mínimo de 60 cm y llegar a cubrir espacio máximo de 3 m x 3 m, garantizando que la actividad ferial se desarrolle de manera natural y sin complicaciones.

El diseño interior de cada stand varía por cada actividad ferial que se desarrolle, pero en general, hacen uso de estantes y/o una mesa donde hacer muestra de sus productos.

Figura 161. Planta del Módulo Ferial.



La distancia entre la cobertura y el suelo es de 2.5 m. Al interior del módulo ferial pueden ingresar hasta 10 personas (dos feriantes y ocho visitantes), además hay que tener en cuenta que la cobertura protege toda el área interior.

Figura 162. Corte A-A del Módulo Ferial.

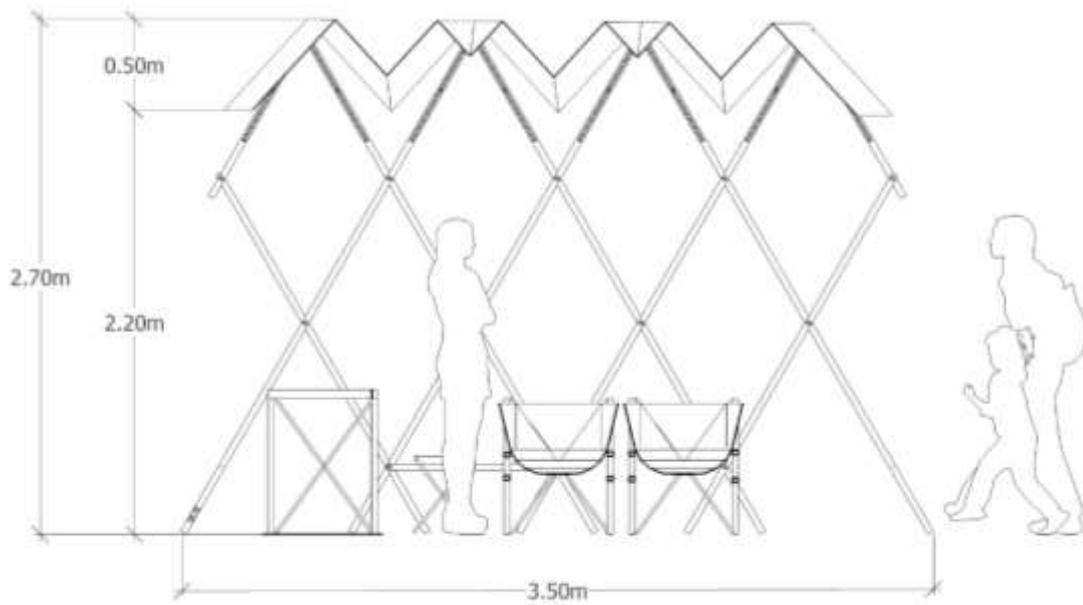
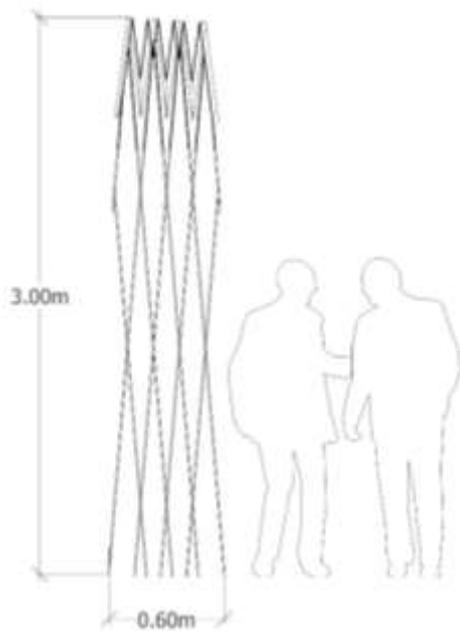


Figura 163. Corte A-A Plegado



Como se aprecia en la perspectiva, se puede hacer uso de ambos lados (interiores y exteriores) del módulo, para generar espacios útiles e interactivos como colgar, mostrar y publicitar los productos ofrecidos en cada feria o stand.

Figura 164. Elevación del Módulo Ferial.

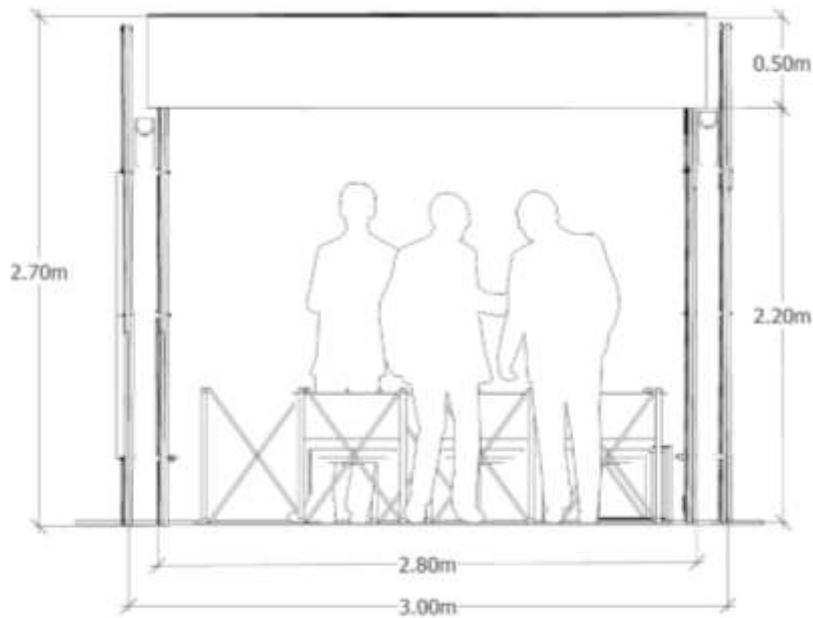
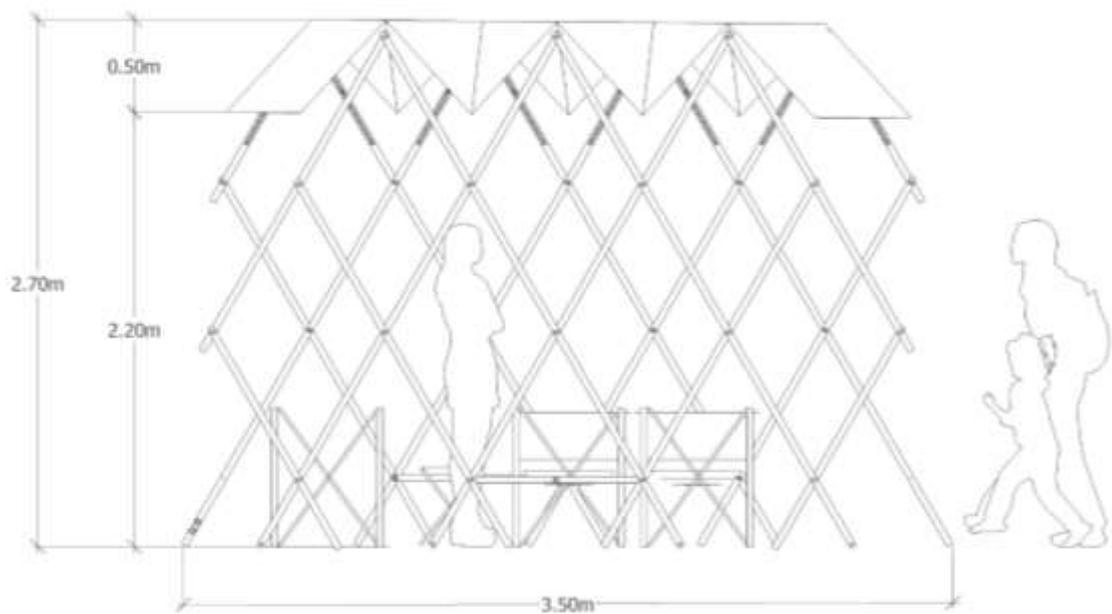


Figura 165. Elevación lateral del Módulo Ferial.



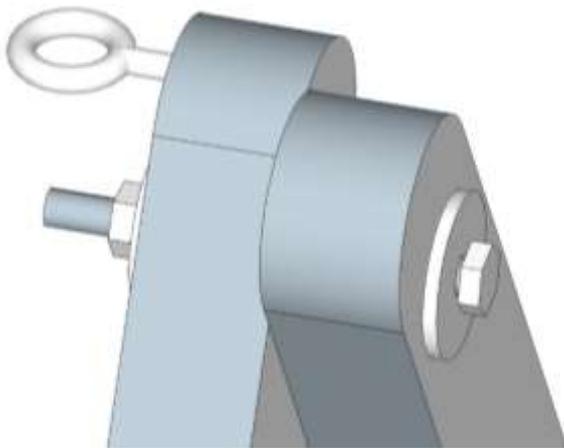
### 6.3. Proceso de ensamblado

Para el proceso de ensamblado se debe de tener en cuenta las dimensiones de longitud y peso de las piezas con las que se procederá al armado del módulo a escala real. Las piezas con mayor extensión llegan hasta los 3 m de longitud y un peso aproximado de 0.75 kg. Los

datos que se presentan, demuestran que el armado del módulo ferial no es un problema porque las piezas son ligeras y que solo es necesario un ambiente amplio y libre donde podamos ubicar las piezas que conforman el módulo ferial.

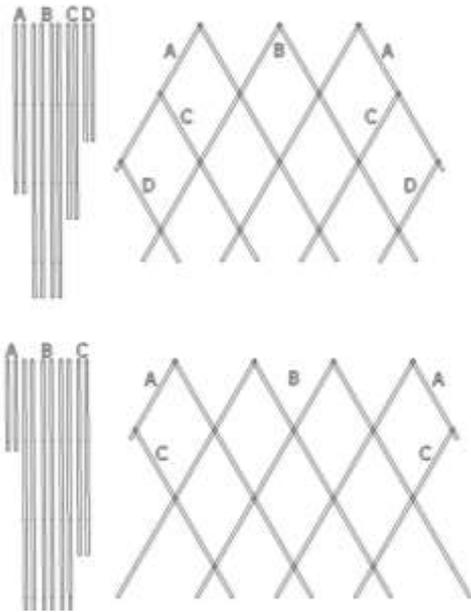
Al momento del armado, es necesario presentar las piezas en el orden establecido, ya que todas las piezas poseen orificios hechos con la ayuda de un taladro por donde se unirán las diferentes partes de la estructura lateral. Las uniones están conformadas por tornillos y tuercas que mantienen unidas las piezas y ayudan a la formación de las mallas estructurales laterales. En la parte superior de cada malla lateral se ubican unos elementos de agarre donde se va a sostener la cobertura; estos elementos se sujetan a la malla estructural de la misma forma que los tornillos y contribuyen a que la cobertura se asegure en sus extremos con las dos mallas estructurales laterales.

Figura 166. Detalle de la unión entre listones.



Para evitar complicaciones innecesarias se recomienda ordenar las piezas teniendo en cuenta la figura que se presenta a continuación. Ubicando los tornillos de forma vertical, con el fin de que cada pieza que se deba de encajar se vaya ubicando una sobre otra y no estar manipulando, desplazando piezas o desplazando las ya sujetadas.

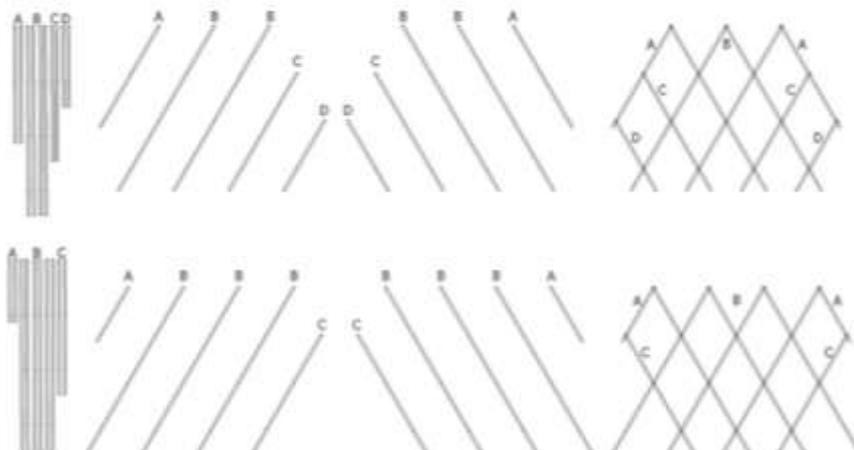
Figura 167. Conformación de mallas estructurales.



El proceso de ensamblaje se presenta a continuación, con el fin de facilitar la futura reproducción del módulo ferial.

Para evitar futuras complicaciones y falta de algún elemento, se recomienda presentar la estructura de forma rápida tal, como se señala en el gráfico anterior. Es necesario verificar que contemos con todas las piezas para establecer un orden predeterminado y agilizar el proceso de armado.

Figura 168. Paso 1 del ensamblado.



Seguidamente, se procede a ubicar los tornillos y arandela en la parte inferior del primer grupo de listones de madera, para que los elementos que siguen sean ubicados uno sobre otro sin descuidar la forma previamente presentada, formando las mallas estructurales laterales.

Figura 169. Paso 2 del ensamblado.

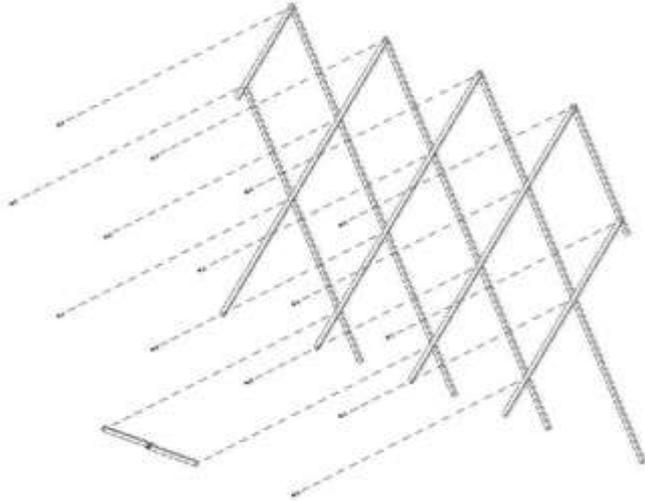
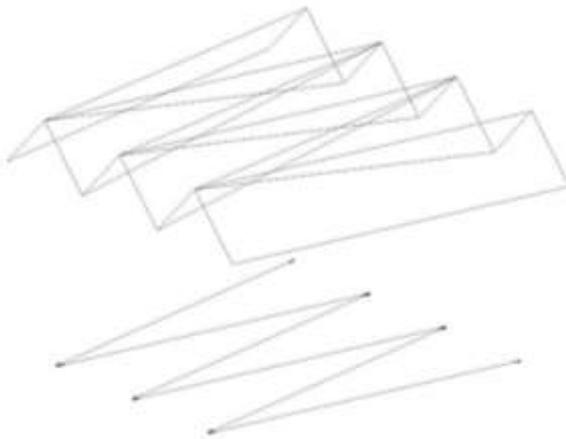


Figura 170. Malla estructural escala 1:3.



Habiendo ya armado las mallas estructurales laterales, se las aseguran al suelo para confirmar su estabilidad y contrarrestar posibles movimientos no deseados; y se continúa con la parte de la cobertura que comprende simplemente el ponerla rígida con ayuda de los listones delgados de madera, los cuales simplemente se deslizan de un lado a otro entre las ranuras que se encuentran en la tela impermeable.

Figura 171. Paso 3 del ensamblado.



Posteriormente, se conecta la cobertura a las mallas estructurales laterales, por medio de las armellas que se encuentran en la parte superior de las mallas y a los extremos de la cobertura.

Figura 172. Paso 4 del ensamblado.

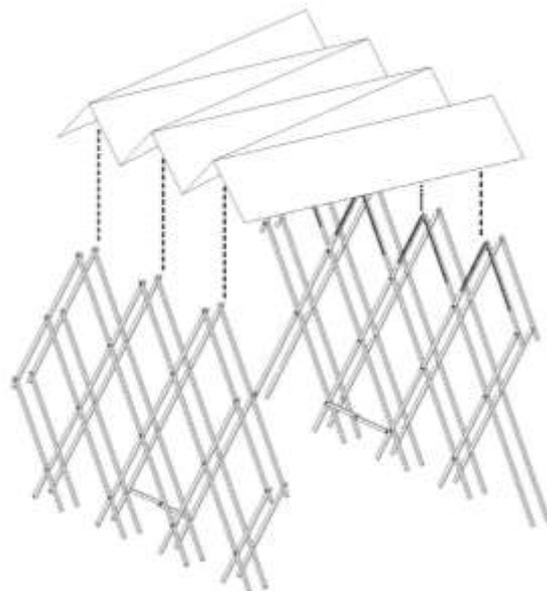


Figura 173. Módulo ferial armado.

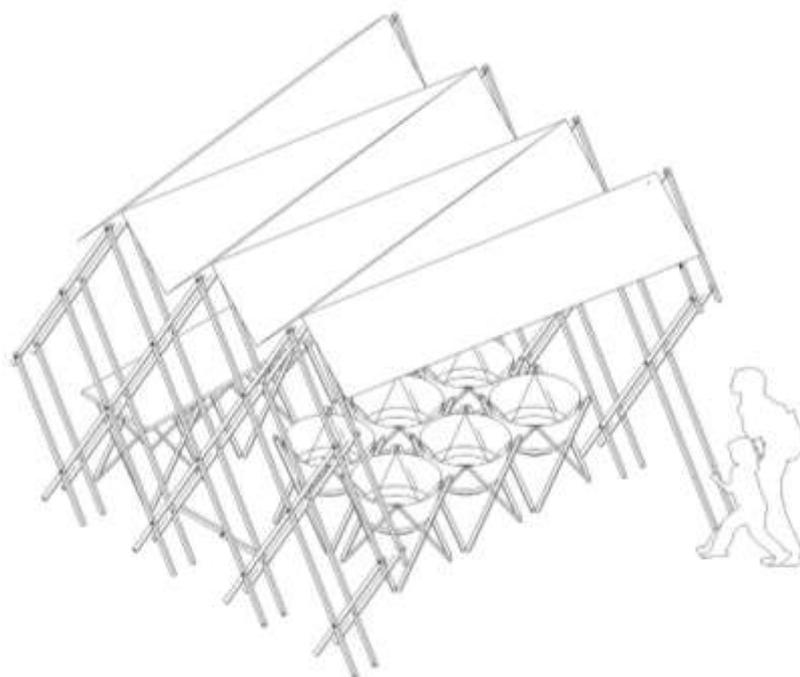
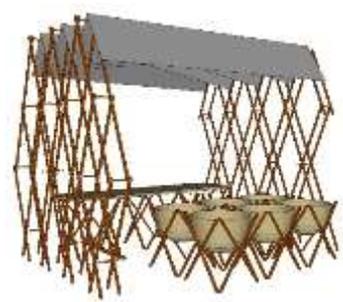
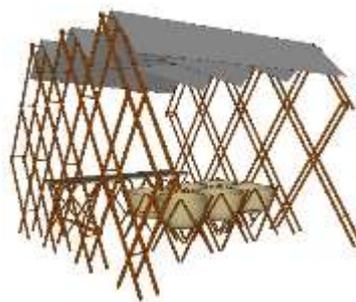


Tabla 5. Tabla comparativa tiempo de despliegue.

		
Área min: 1.8m <sup>2</sup>	< x >	Área proyectada: 10.5m <sup>2</sup>
<b>Prototipo 1/20</b>	<b>Prototipo 1/3</b>	<b>Estimación Escala real</b>
8.5 seg.	2min 40 seg.	10 min.

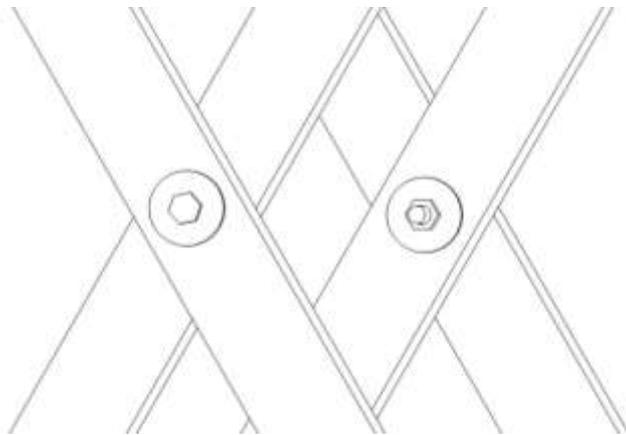
#### 6.4. Detalles constructivos

Cada malla estructural lateral está compuesta por listones de madera de 1''x1.5'' y elementos articuladores compuestos por tornillos de 5'' y 4 mm de grosor. Se optaron estas medidas para tener una estructura ligera y desarrollada con materiales comerciales, concluyendo que dicha medida es más que necesaria por ser una estructura ligera. Los orificios

de la madera deben de superar ligeramente el diámetro de los tornillos, para que las uniones no queden sueltas y se produzcan movimientos no deseados, así como el desgaste irregular del elemento estructural.

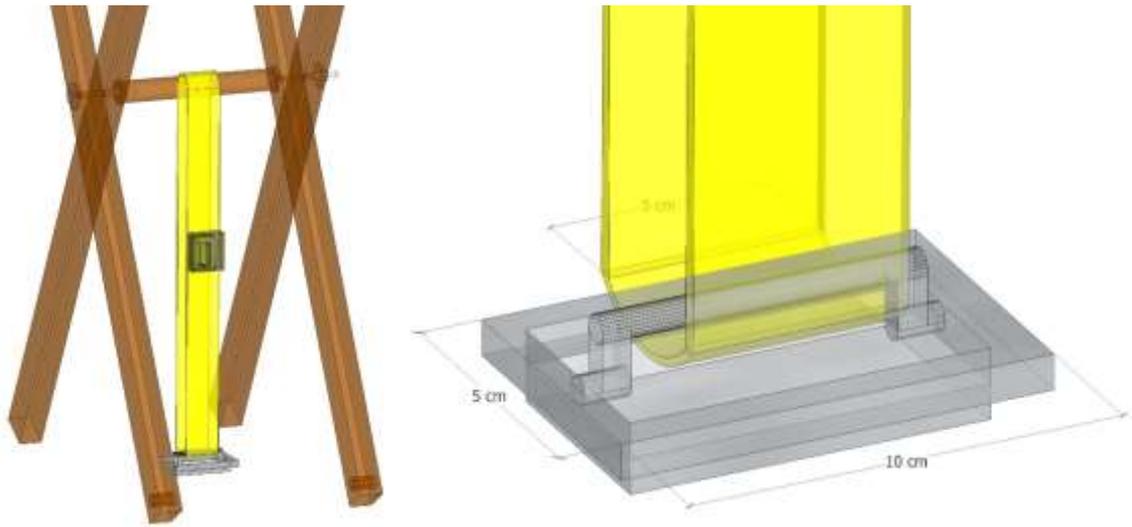
De esta manera, se decidió ubicar la primera unión a 0.07 m del extremo para aportar una tolerancia adecuada y luego ubicar los siguientes agujeros cada 0.86 m para tener una simetría y equidad en todas las uniones, ya que se trata de una estructura de comportamiento uniforme.

Figura 174. Detalle de las uniones.



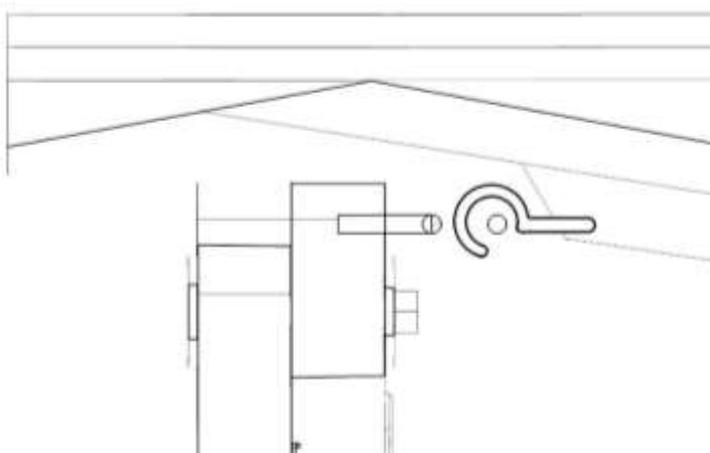
Cada malla estructural se ubica sobre una superficie donde va a desplegarse y se la sujeta (de acuerdo a disponibilidad del lugar) por medio de una correa de amarre, la que sirve como elemento tensor que ajusta las mallas contra el suelo, evitando movimientos laterales y contribuyendo a soportar fuerzas externas de mejor manera.

Figura 175. Detalle de amarre para malla estructural.



La cobertura se sujeta a las mallas estructurales laterales mediante armellas abiertas, sujetadas a los extremos de los listones de madera circular que refuerzan la cobertura textil y con armellas cerradas al extremo superior de las mallas estructurales. Estos elementos que aportan a la unión y soporte de la cobertura, están atornillados a los diferentes elementos con el fin de obtener un acoplamiento fiable.

Figura 176. Detalle de unión cobertura y mallas estructurales.



## 6.5. Instalación eléctrica

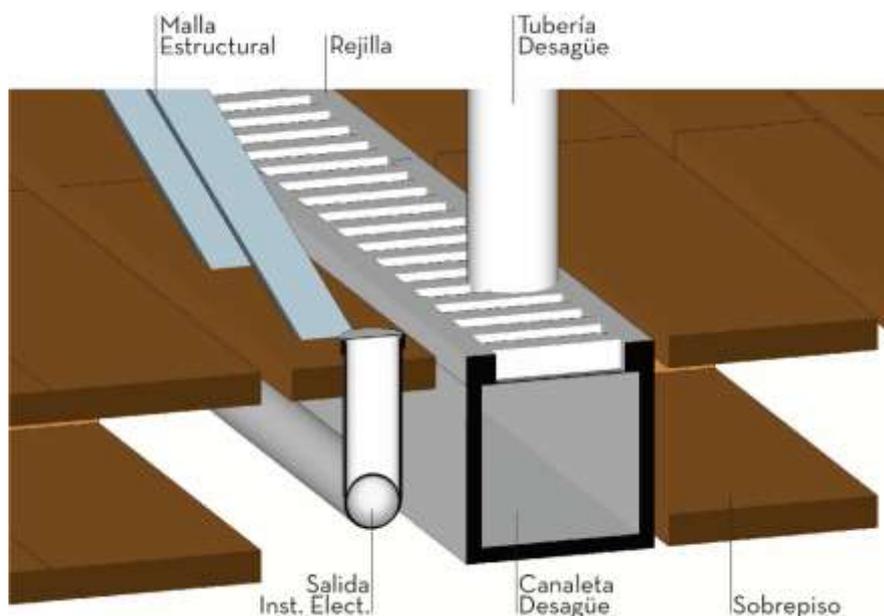
El módulo ferial requiere de un punto de electricidad para el funcionamiento de aparatos electrónicos de los que el feriante puede hacer uso, así como para conexiones de luz que son necesarias cuando caiga la noche o donde no se cuente con la contribución de luz natural.

El tomacorriente se ubica en la parte inferior de una de las mallas estructurales. El modelo propuesto posee dos entradas para conectar cualquier equipo eléctrico. Adicionalmente, se propone hacer uso de una tapa protectora para evitar el contacto con los niños o fluidos que puedan ocasionar algún tipo de desperfecto.

Figura 177. Vista de la conexión al tomacorriente y cintas LED.



Figura 178. Vista Isométrica de conexión eléctrica en sobrepiso.



Además del tomacorriente, se pensó en el diseño de iluminación con cintas LED para condiciones donde no se pueda contar con luz natural. Para esto se hizo uso de las mallas estructurales laterales, con el fin de sostener la iluminación lateral propuesta hacia el centro del módulo ferial, brindando la opción de ser usado como fuente de luz o mostrador iluminado.

Figura 179. Vista de la conexión de luces LED en la malla estructural.

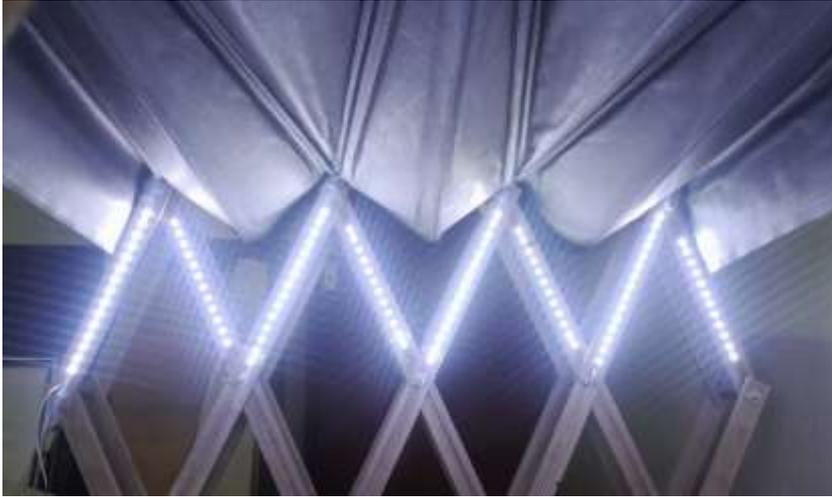
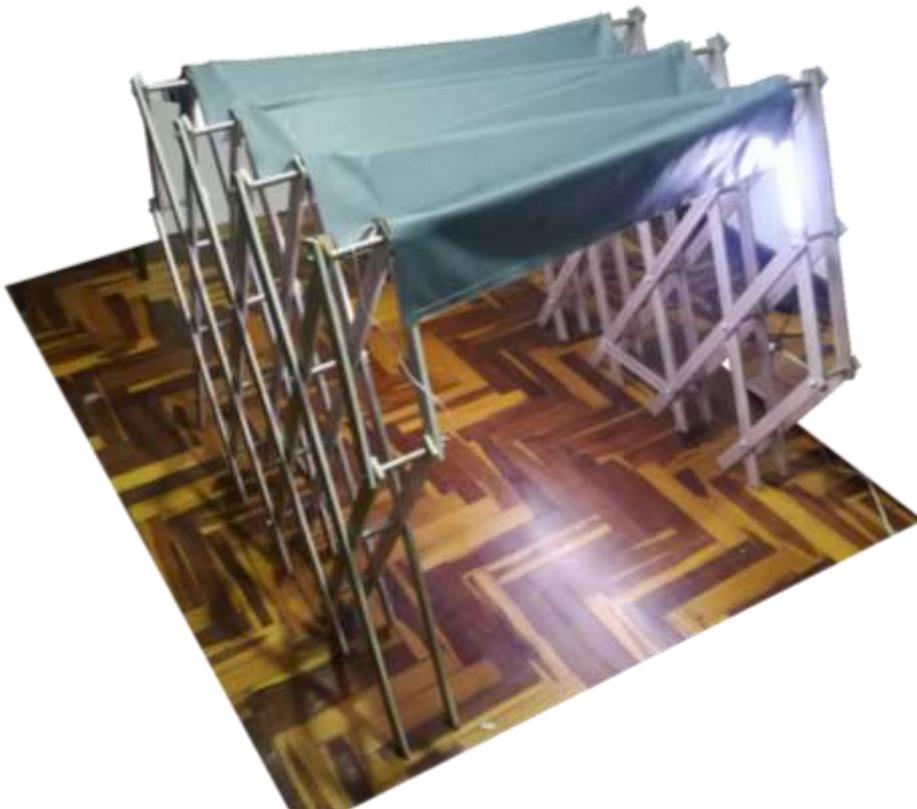


Figura 180. Módulo ferial escala 1:3.



## **6.6. Ubicación del prototipo en el entorno real.**

### **Determinación de las ubicaciones para el prototipo seleccionado**

El diseño del módulo ferial obtenido tiene características tales como la portabilidad, ligereza, modularidad y buena capacidad de personalización, lo que permite plantear diversas ubicaciones a lo largo de toda la extensión de la plaza Huamanmarca. Las propuestas que se mostrarán a continuación comprenden unas alternativas que, a través de su forma y disposición en el espacio, podría convertirse en una herramienta potenciadora de vida social en el espacio público, ya que la plaza Huamanmarca es un lugar donde se desarrollan numerosas actividades y desde donde se puede percibir la ciudad.

Las ferias son unas de las actividades sociales más importantes que posee la ciudad de Huancayo, por lo que el óptimo desempeño del módulo ferial, depende de la presencia de las personas en el espacio público. Precisamente, la presencia de personas, las diversas actividades que se desarrollan a lo largo del año en la plaza, acontecimientos que inspiran y estimulan, constituyen una de las cualidades más notables de la plaza Huamanmarca como espacio público.

### **Entorno**

Para un mejor emplazamiento de las ferias realizadas en la plaza Huamanmarca, determinó la necesidad de integrar elementos que faciliten la apropiación del espacio por parte de los feriantes y ciudadanos. Es por ello, que se propone la incorporación un sistema de drenaje compuesto por rejillas distribuido a lo largo de toda la plaza, toma corriente con protección para disponer de energía eléctrica en varios puntos de la plaza y puntos de anclaje en el suelo para sujetar las diferentes estructuras feriales.

Figura 181. Tipo de rejilla para drenaje y tomacorriente.

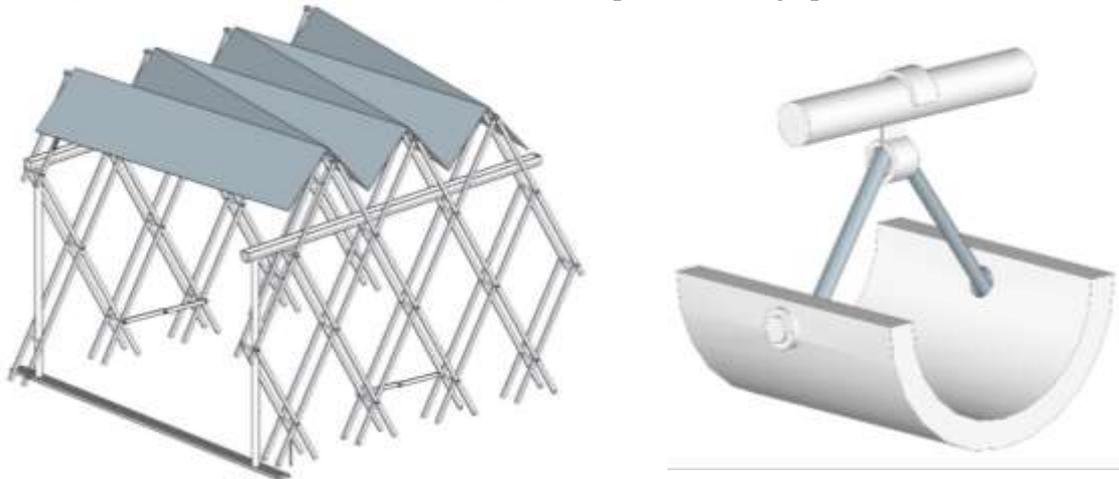


Figura 182. Modelo de tomacorriente con protección.



El sistema de drenaje incorporado a la estructura modular diseñada, está compuesto por dos canaletas ubicadas a los dos lados del puesto ferial, específicamente en el espacio interior de las mallas estructurales, las que se encuentran sujetadas a las uniones y variando la altura para lograr una pendiente adecuada.

Figura 183. Vista de los elementos y detalle para el drenaje pluvial.



Asimismo, con el fin de proteger el espacio interior del viento, y para cuando la feria tenga una duración de más de un día, se vio la necesidad de hacer uso de una cobertura interior, la que puede ser de plástico o cualquier material textil que rompa la continuidad del movimiento del viento y que por la noche aparte el espacio interior, cuando la feria no se encuentre activa. Se debe de tener en cuenta que la protección elegida, cuente en la parte superior, con un material translucido para que la iluminación no se vea afectada y el uso de uniones imantadas para sujetarlas a la malla estructural y facilitar su uso.

Figura 184. Protección lateral y unión imantada.

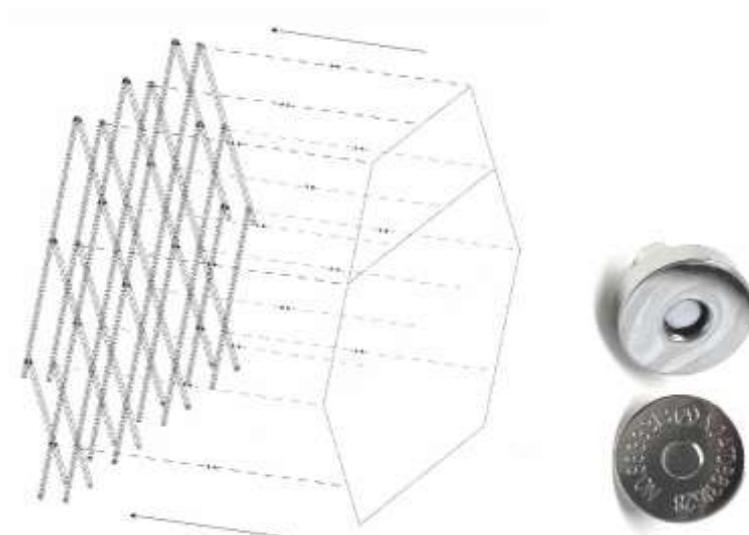
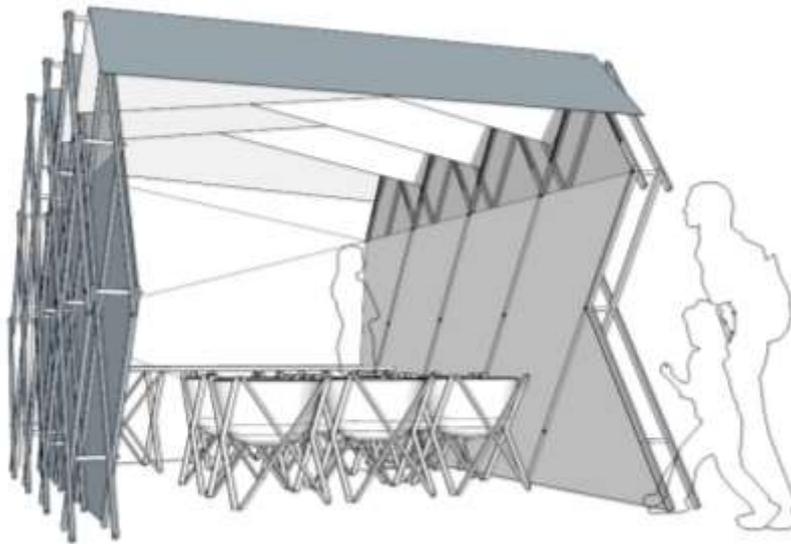
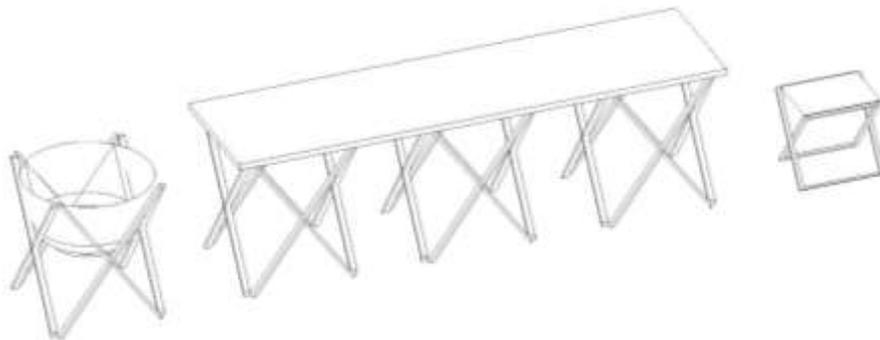


Figura 185. Vista del módulo ferial con la protección interior.



Finalmente, se propone mobiliario desplegable (asiento, cesta y mesa) para el módulo que compone una feria de productos orgánicos, con el que además, se puede ubicar los productos (vegetales, tubérculos, etc.) de manera sencilla.

Figura 186. Mobiliario desplegable propuesto.



Las características que posee el módulo ferial le permiten ser empleado de diferentes maneras, propuestas que están divididas en 3 y las cuales se muestran a continuación:

### **Individual**

La propuesta individual del módulo tiene tres posibles ubicaciones, las que fueron determinadas de acuerdo a los lugares con mayor tránsito de usuarios, que fue identificado con la visita a la plaza. Esto permitió encontrar ubicaciones donde se capte una importante cantidad

de ciudadanos para que visiten el módulo. Dos de las tres ubicaciones mostradas, son elegidas eventualmente por los comerciantes e instituciones que hacen uso del espacio para ofrecer sus servicios.

Figura 187. Ubicación de propuesta individual.

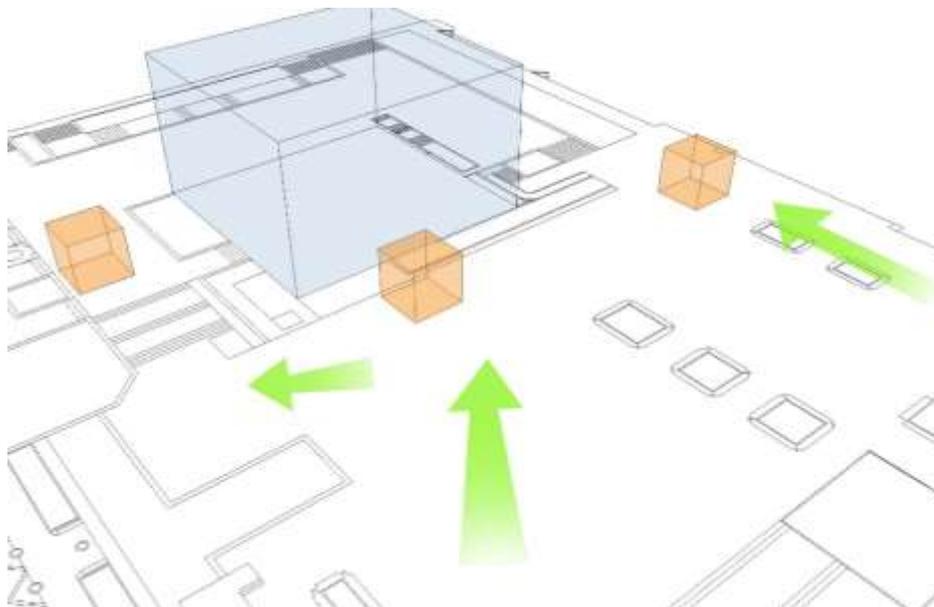


Figura 188. Visualización del módulo ferial individualmente.



Tal como se observa en la ubicación propuesta en la visualización anterior, al encontrarse en un espacio de circulación central y frente a la municipalidad de Huancayo, el

módulo ferial adquiere mayor visualización, por la cercanía a las actividades sociales que se desarrollan diariamente. Asimismo, estimula a los usuarios que transitan por la plaza, por la estética que posee y además por ser un módulo no convencional.

### **Modular**

La siguiente propuesta ha sido analizada en base al espacio libre dentro de la plaza Huamanmarca. Esta propuesta es estrictamente modular, ya que se plantea el uso de los diferentes módulos feriales con una distribución lineal y ubicación acorde a la cantidad de feriantes que se concentren para la actividad ferial.

La propuesta no busca abarcar toda el área libre de la plaza, por lo contrario, brinda posibles lugares de ocupación dentro de la plaza para ir organizándolos grupalmente de acuerdo al lugar deseado. La siguiente figura muestra, de forma ordenada, las posibles ubicaciones para los módulos feriales.

Figura 189. Posibles ubicaciones de propuesta modular.

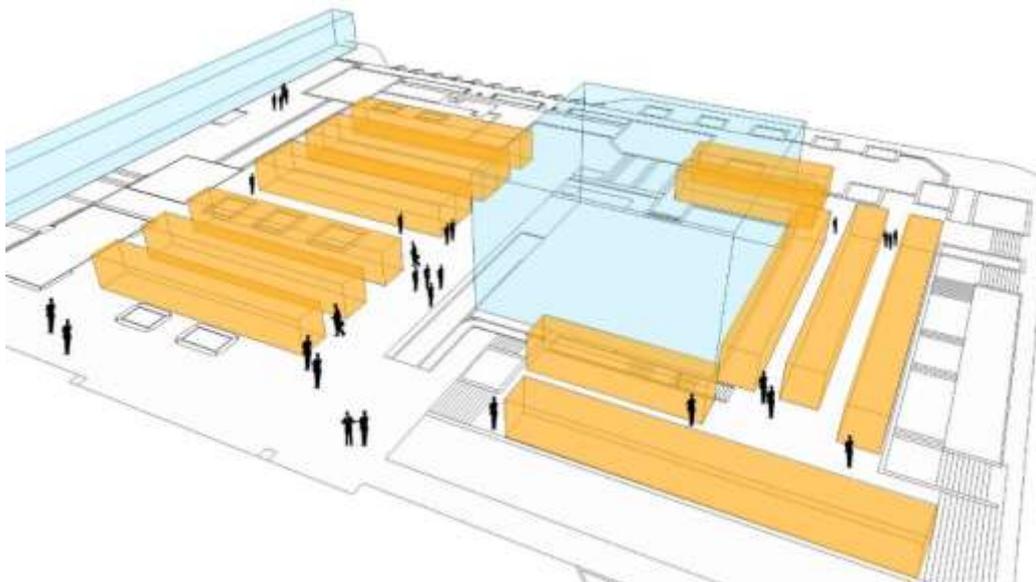


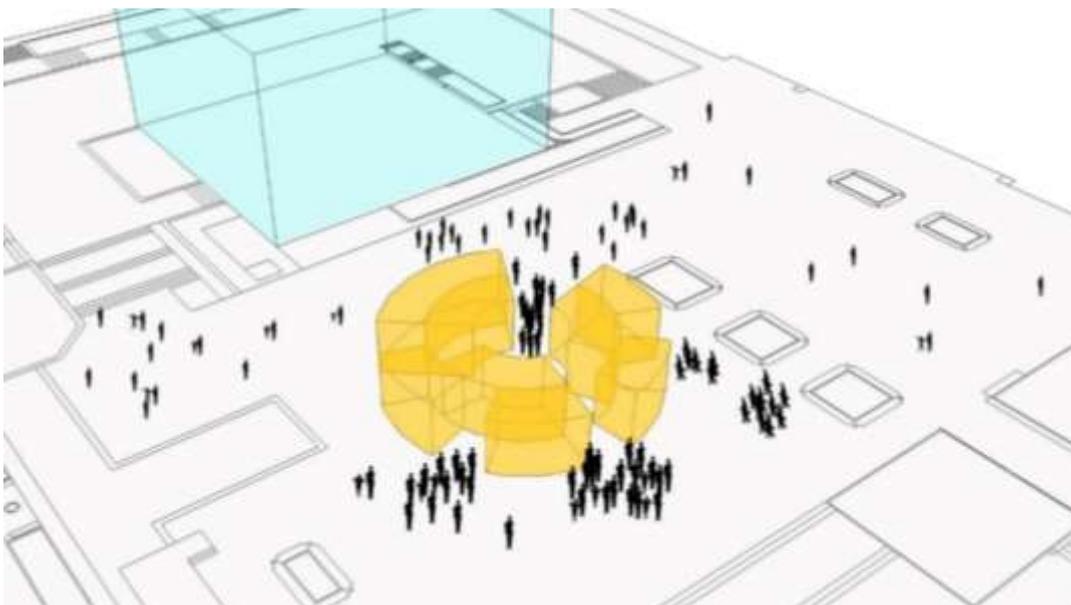
Figura 190. Vista de la propuesta modular.



### Compositiva

Esta propuesta trata de componer un nuevo espacio dentro de la plaza, sin buscar necesariamente ocuparla completamente. Se busca agrupar a personas para que de esta manera se estimulen recíprocamente. Asimismo, dar la opción que no sólo sea una infraestructura lineal, ya que se apoya en las características y movimientos que puede desarrollar el módulo por medio de sus diferentes componentes estructurales.

Figura 191. Ubicación de propuesta compositiva.



Esta propuesta, además de buscar la oportunidad de que los usuarios presencien una infraestructura distinta, busca que también participen de ella, agrupando a las personas y estimulando su encuentro. Al tratarse de una zona y actividades que están en constante variación, el módulo ferial es un módulo multifuncional que permite desarrollar actividades variadas y además ocupar el espacio de manera creativa.

Figura 192. Vista de la propuesta compositiva.



Adicionalmente, se propone la unión de mallas estructurales por medio de bisagras, que soportan la conectividad entre ellas en busca de un comportamiento uniforme y con libertad de giro, con el fin de conformar espacios modulares o desarrollando cualquier tipo de composición deseada.

Figura 193. Detalle de unión de mallas con bisagra.

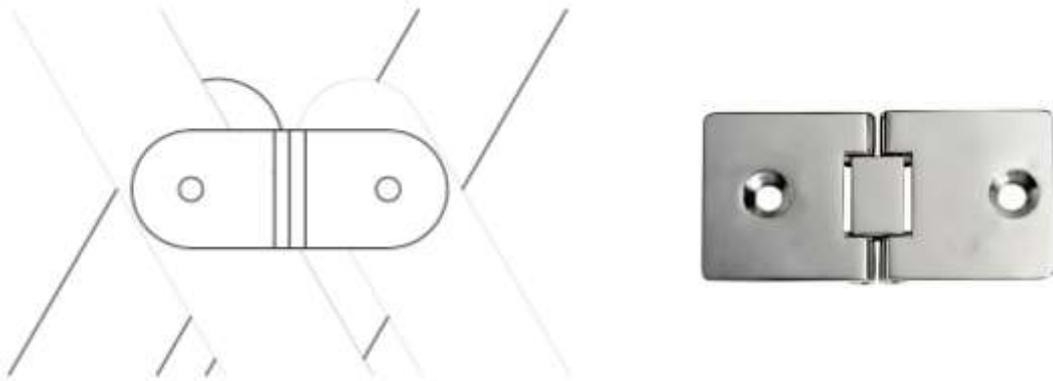
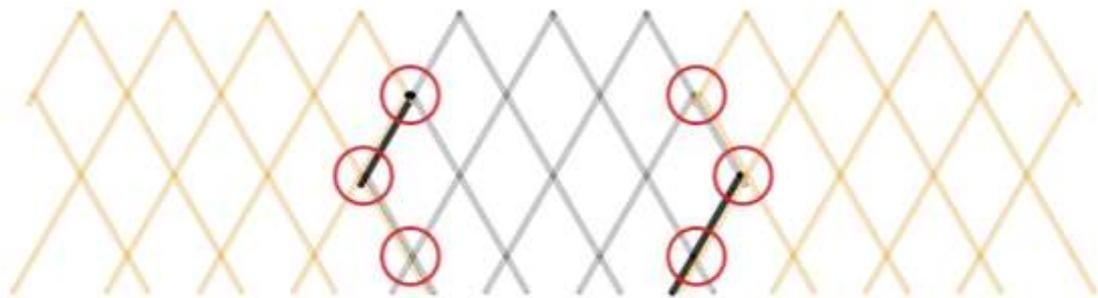


Figura 194. Puntos de unión de mallas estructurales.



Finalmente, se presenta la estructura desplegable seleccionada en una escala mayor; al aumentar las dimensiones, se puede lograr una estructura que puede ser usada para cubrir grandes espacios que son necesarios en numerosos eventos, tales como como pueden ser los escenarios de fin de fiesta de las ferias, así como las presentaciones musicales y culturales que se desarrollan en la plaza Huamanmarca.

Figura 195. Representación gráfica de la estructura desplegable a mayor escala.



Figura 196. Representación gráfica nocturna de la estructura desplegable.



## CONCLUSIONES

Se logró determinar que la aplicación de estructuras desplegadas brinda tecnologías apropiadas al diseño de espacios arquitectónicos efímeros para las ferias desarrolladas en la plaza Huamanmarca. Se obtuvo esta conclusión en base a la factibilidad comprobada en el progreso por el que se atravesó durante el desarrollo de cada uno de los prototipos analizados, lo cual permitió diseñar y proyectar un espacio efímero interpretado por un puesto ferial.

La estructuralidad apoyada por las herramientas y mecanismos que aportan las estructuras desplegadas, permitió emplear una técnica estructural óptima para diseñar y construir un espacio arquitectónico efímero que, por su variabilidad constructiva, pueda sostenerse establemente, soportando su propio peso y cargas a las que estará sujeta a lo largo de su implementación dentro de la plaza. En tal sentido, es factible la estructuralidad en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la plaza Humanmarca.

Los diferentes tipos de materiales en el mercado brindan un gran abanico de opciones en relación al diseño de arquitectura efímera, variedad que viene acompañada del requerimiento de análisis otorgado por las capacidades y características que poseen. Es por ello, que la materialidad es factible en el diseño de arquitectura efímera, obteniendo dicha conclusión en base a la evaluación de los diferentes prototipos frente a las características deseadas, tales como forma, rigidez, ligereza, capacidad de personalización, etc., aportando siempre con la conservación de la forma proyectada.

Es factible la portabilidad estructural en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la plaza Huamanmarca, porque la aplicación de conceptos como tiempo, movimiento y transformación en la arquitectura, componen la portabilidad de la unidad habitable dentro de la arquitectura efímera. Estas definiciones, soportadas por las diferentes herramientas como el mecanismo de tijera y los mecanismos de pliegue aplicados en la etapa

de diseño de los diferentes prototipos, fueron evaluados permanentemente, comprobando su manejo, factibilidad y desenvolvimiento para el desarrollo de las actividades planeadas.

La incorporación de la tecnología que brindan las estructuras desplegadas al diseño y construcción de espacios efímeros, permite transformar espacios que pueden parecer irrelevantes por el poco tiempo que permanecen o por las funciones básicas que cumplen, en algo que transforme nuestra forma de pensar y nos haga meditar, como lo son las actividades feriales, sociales y culturales desarrolladas en la plaza Huamanmarca. Estas actividades son realizadas por personas que mantienen vivas nuestras costumbres y tradiciones, mostrando una manera de recuperar el concepto de plaza y haciéndonos ver que un sitio se hace lugar por medio de la apropiación cultural que las personas hacen de él, desde el pensar, construir y el habitar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ. *Informe Económico y Social Región Junín*. 2013.
2. CASAS, M. C. Los imaginarios urbanos y el espacio público del área central de la ciudad de Huancayo. Universidad Nacional del Centro del Perú. 2017.
3. PUERTAS DEL RIO, L. Estructuras espaciales desmontables y desplegadas. Estudio de la obra del arquitecto Emilio Perez Piñero. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid, España, 1989.
4. GANTES, CH. A Design Methodology for Deployable Structures. Tesis Doctoral. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, 1991.
5. CHINEN, J. C. Cobertura orgánica retráctil. Trabajo de investigación. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2007.
6. HERNÁNDEZ, C. H. Deployable Structures. Tesis de Maestría. Cambridge, Massachusetts, Institute of Technology, 1987.
7. GIESECKE, K. Deployable Structures Inspired by the Origami Art. Tesis de Maestría. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, 2004.
8. BONNEMAISON, S. Lightweight structures in urban design. Tesis de Maestría. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, 1985.
9. GUEST, S. D. Deployable Structures. Concepts and Analysis. Tesis Doctoral. Cambridge, University of Cambridge, 1994.
10. SANFELIU A. I. Arquitectura Efímera. Los componentes efímeros en la arquitectura. Tesis Doctoral. Barcelona, España, Escola Técnica Superior D'Arquitectura de Barcelona, 1996.
11. HO CHU, M. Expandable House for disaster relief and flexible dwelling. Tesis de Maestría. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, 2012.

12. FARAH, S. *Arquitectura Efímera Interactiva*. Tesis de Grado. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana, 2014.
13. DE MARCO, C. *Transformable and Transportable Architecture*. Tesis de Maestría. Barcelona, España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2013.
14. NEE, D. *Maintaining familiarity through mobile design*. Tesis de Grado. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, 2007.
15. JACKSON, P. *El gran Libro del Plegado*. Barcelona, Promopress, 2015.
16. GLAESER, L. *The work of Frei Otto*. New York, N.Y. The Museum of Modern Art, 1972.
17. REIS, P., LÓPEZ, F. Y MATHELOT, J. *Transforming Architectures Inspired by Origami*. *National Academy of Sciences*, 2015, vol. 112.
18. SZPAC, M., FERRERO, C., REZZOAGLI, B.; GALATI, C. *Cultura y espacio urbano: Pensar, construir y habitar la calle*. *Arquisur*, . 2010, vol. 1, pp. 58-63.
19. GEHL, J. *La humanización del espacio urbano*. Barcelona, Reverté, 2006.
20. HERNÁNDEZ, R. *Metodología de la investigación*. México D.F., McGraw-Hill, 2014.
21. HERNÁNDEZ, R.. *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México, McGraw-Hill, 2018.
22. MIRÓ QUESADA, L. *Introducción a la teoría del diseño arquitectónico*. Lima, Empresa Editora El Comercio S.A., 2003. ISBN 9972-02-080-0.

**ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia.

Título del proyecto de investigación: “ESTRUCTURA DESPLEGABLE APLICADA AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA EN LAS FERIAS REALIZADAS EN EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO – 2018”						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<u>General:</u> ¿Es factible la aplicación de una estructura desplegable en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018?	<u>General:</u> Determinar la factibilidad de la aplicación de una estructura desplegable en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.	<u>General:</u> Es factible la aplicación de las estructuras desplegables en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.	<u>Variable Independiente:</u> X.- <b>ESTRUCTURA DESPLEGABLE</b> Tipo de estructura móvil ajustada a un espacio limitado pudiendo ser empaquetada y transportada de forma segura.	Eficiencia estructural  Materialidad  Portabilidad estructural	Técnica constructiva (Modular) Estabilidad Peso de la estructura (kg)  Capacidad de adaptación a un material comercial.  Margen de despliegue entre área armada y desarmada.	<u>Tipo de investigación:</u>  <b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> Descriptivo <b>Método:</b> Deductivo <b>Diseño:</b> Descriptivo comparativo. <b>Población:</b> Propuestas espaciales creadas física y digitalmente. <b>Muestra:</b> 20 prototipos <b>Técnica de recolección de datos:</b> Observación estructurada de prototipos. Cuadros de cotejo <b>Instrumentos de Recolección de datos:</b> Fichas de observación. Matrices morfológicas. <b>Técnica de procesamiento de datos:</b> Estadística descriptiva. Prototipos desarrollados desde la etapa proyectual
<u>Específicos:</u> - ¿Es factible la estructuralidad en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018? - ¿Es factible la materiabilidad en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018? - ¿Es factible la portabilidad estructural en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018?	<u>Específicos:</u> - Determinar la factibilidad de la estructura en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018. - Determinar la factibilidad de la materiabilidad en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018. - Determinar la factibilidad de la portabilidad estructural en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.	<u>Específico:</u> - Es factible la estructuralidad en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018. - Es factible la materiabilidad en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018. -Es factible la portabilidad estructural en el diseño de arquitectura efímera para las ferias realizadas en la explanada de la plaza Huamanmarca Huancayo 2018.	<u>Variable dependiente:</u>  Y.- <b>DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA</b>  Instalación temporal que permite un amplio margen de experimentación que rara vez se encuentra en la arquitectura tradicional.	Espacio  Forma  Tiempo de asentamiento  Función  Composición	Límites de espacio.  Configuración geométrica.  Tiempo de despliegue.  Capacidad favorable para el desarrollo de actividades.  Capacidad de generación de formas (versatilidad).	

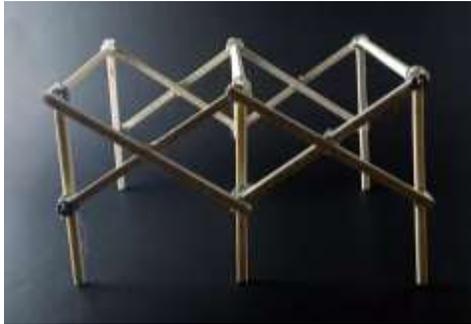
## Anexo 2. Ficha de observación 001

## "ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PF1
	N° de Ficha	01

## 1 Datos del prototipo

Fecha	06/07/2018	Tiempo de despliegue	31.3s
Escala	1/25	Material	Madera Balsa
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Tradicional
Área que ocupa (m2)	9	Altura máxima (m)	3



## 2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

## 3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos módulos 25%	Regulares Módulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

## 4 Datos de estimación prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1/25	1
Material	Madera Balsa	Listones de Madera
Peso (kg)	-	14.45
Numero de barras	2.2	17
Dimensiones de barra	4mmx4mmx0.9m	64mmx38mmx3m

### Anexo 3. Ficha de observación 002

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PF2
	N° de Ficha	02

#### 1 Datos del prototipo

Fecha	09/07/2018	Tiempo de despliegue	5s
-------	------------	----------------------	----

Escala	1/25	Material	Madera Balsa
--------	------	----------	--------------

Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Tradicional
-----------	--------	-------------------	-------------

Área que ocupa (m2)	4.5	Altura máxima (m)	2.5
---------------------	-----	-------------------	-----



#### 2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
-------	------------------------	--------------------	-------------------	---------------	---------------

Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
---------	-------------------	----------------------	---------------------	----------------	--------------------

Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
---------	------------------------	--------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------------------

Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
----------------	-------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------	------------------------------

Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
--------------	--------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-----------------------------

Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4
--------------	--------------------	--------------------	----------------------------	---------------	--------------------------

#### 3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
----------	------------------	---------------	----------------------------	---------------	--------------------

Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
--------------------------	-------------	---------------	------------------	-------------------	-----------------

Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
-------------	---------------------	----------------------	--------------------------	----------------	----------------------------

Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
-------------	------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------------

Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
----------------------	-----------------------	---------------------	------------------------	----------------------	---------------------------

Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%
--	-----------------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------	----------------------------------

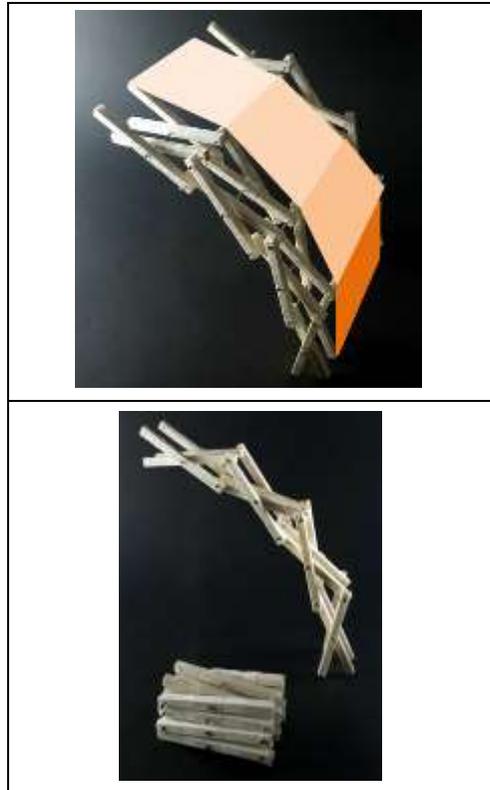
#### 4 Datos de estimación prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1/25	1
Material	Madera Balsa	Listones de Madera
Peso (kg)	-	8,5
Numero de barras	1.2	10
Dimensiones de barra	4mmx4mmx0.9m	64mmx38mmx3m

### Anexo 4. Ficha de observación 003

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN		Prototipo	PF3
		N° de Ficha	03
<b>1 Datos del prototipo</b>			
Fecha	11/07/2018	Tiempo de despliegue	12s
Escala	1/25	Material	Madera Balsa
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Tradicional
Área que ocupa (m2)	7.5	Altura máxima (m)	2.5



<b>2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma</b>					
Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

<b>3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo</b>					
Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

**4 Datos de estimacion prototipo a escala real**

	Prototipo	Real
Escala	1/25	1
Material	Madera Balsa	Listones de Madera
Peso (kg)		9.35
Numero de barras	2	11
Dimensiones de barra	4mmx4mmx0.9m	64mmx38mmx3m

### Anexo 5. Ficha de observación 004.

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PF4
	N° de Ficha	04

#### 1 Datos del prototipo

Fecha	12/07/2018	Tiempo de despliegue	7s
-------	------------	----------------------	----

Escala	1/25	Material	Madera Balsa
--------	------	----------	--------------

Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Tradicional
-----------	--------	-------------------	-------------

Área que ocupa (m2)	6.25	Altura máxima (m)	2.5
---------------------	------	-------------------	-----



#### 2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
-------	------------------------	--------------------	-------------------	---------------	---------------

Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
---------	-------------------	----------------------	---------------------	----------------	--------------------

Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
---------	------------------------	--------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------------------

Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
----------------	-------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------	------------------------------

Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
--------------	--------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-----------------------------

Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4
--------------	--------------------	--------------------	----------------------------	---------------	--------------------------

#### 3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
----------	------------------	---------------	----------------------------	---------------	--------------------

Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
--------------------------	-------------	---------------	------------------	-------------------	-----------------

Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
-------------	---------------------	----------------------	--------------------------	----------------	----------------------------

Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
-------------	------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------------

Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
----------------------	-----------------------	---------------------	------------------------	----------------------	---------------------------

Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%
--	-----------------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------	----------------------------------

#### 4 Datos de estimación prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1/25	1
Material	Madera Balsa	Listones de Madera
Peso (kg)		8.5
Numero de barras	1.1	10
Dimensiones de barra	4mmx4mmx0.9m	64mmx38mmx3m

## Anexo 6. Ficha de observación 005

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PF5
	N° de Ficha	05

### 1 Datos del prototipo

Fecha	13/07/2018	Tiempo de despliegue	8s
-------	------------	----------------------	----

Escala	1/25	Material	Madera Balsa
--------	------	----------	--------------

Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Tradicional
-----------	--------	-------------------	-------------

Área que ocupa (m2)	18	Altura máxima (m)	3
---------------------	----	-------------------	---



### 2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
-------	------------------------	--------------------	-------------------	---------------	---------------

Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
---------	-------------------	----------------------	---------------------	----------------	--------------------

Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
---------	------------------------	--------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------------------

Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
----------------	-------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------	------------------------------

Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
--------------	--------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-----------------------------

Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regulante versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4
--------------	--------------------	--------------------	-------------------------	---------------	--------------------------

### 3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
----------	------------------	---------------	----------------------------	---------------	--------------------

Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
--------------------------	-------------	---------------	------------------	-------------------	-----------------

Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
-------------	---------------------	----------------------	--------------------------	----------------	----------------------------

Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
-------------	------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------------

Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
----------------------	-----------------------	---------------------	------------------------	----------------------	---------------------------

Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%
--	-----------------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------	----------------------------------

### 4 Datos de estimacion prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1/25	1
Material	Madera Balsa	Listones de Madera
Peso (kg)		18.7
Numero de barras	5	22
Dimensiones de barra	4mmx4mmx0.9m	64mmx38mmx3m

### Anexo 7. Ficha de observación 006.

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PF6
	N° de Ficha	06

#### 1 Datos del prototipo

Fecha	18/07/2018	Tiempo de despliegue	18.54s
-------	------------	----------------------	--------

Escala	1/25	Material	Madera Balsa
--------	------	----------	--------------

Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Tradicional
-----------	--------	-------------------	-------------

Área que ocupa (m2)	3.53	Altura máxima (m)	2.5
---------------------	------	-------------------	-----



#### 2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
-------	------------------------	--------------------	-------------------	---------------	---------------

Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
---------	-------------------	----------------------	---------------------	----------------	--------------------

Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
---------	------------------------	--------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------------------

Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
----------------	-------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------	------------------------------

Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
--------------	--------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-----------------------------

Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regulante versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4
--------------	--------------------	--------------------	-------------------------	---------------	--------------------------

#### 3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
----------	------------------	---------------	----------------------------	---------------	--------------------

Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
--------------------------	-------------	---------------	------------------	-------------------	-----------------

Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
-------------	---------------------	----------------------	--------------------------	----------------	----------------------------

Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
-------------	------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------------

Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
----------------------	-----------------------	---------------------	------------------------	----------------------	---------------------------

Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%
--	-----------------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------	----------------------------------

#### 4 Datos de estimación prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1/25	1
Material	Madera Balsa	Listones de Madera
Peso (kg)		11.9
Numero de barras	2	14
Dimensiones de barra	4mmx4mmx0.9m	64mmx38mmx3m

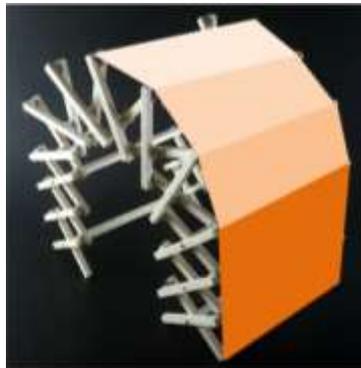
### Anexo 8. Ficha de observación 007.

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PF7
	N° de Ficha	07

#### 1 Datos del prototipo

Fecha	20/07/2018	Tiempo de despliegue	47.4s
Escala	1/25	Material	Madera Balsa
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Tradicional
Área que ocupa (m2)	7.5	Altura máxima (m)	3.5



#### 2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

#### 3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad de Ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

#### 4 Datos de estimacion prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1/25	1
Material	Madera Balsa	Listones de Madera
Peso (kg)		23.8
Numero de barras	2.7	28
Dimensiones de barra	4mmx4mmx0.9m	64mmx38mmx3m

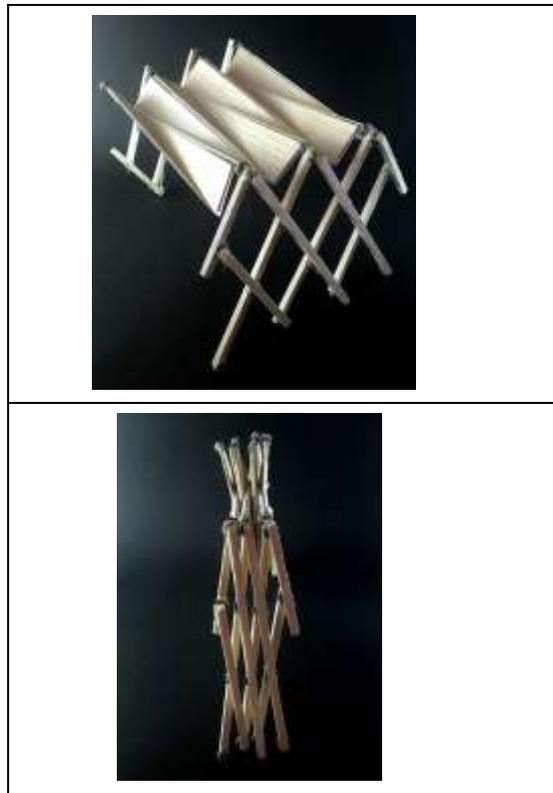
Anexo 9. Ficha de observación 008.

“ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018”

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PF8
	N° de Ficha	08

1 Datos del prototipo

Fecha	25/07/2018	Tiempo de despliegue	8.5s
Escala	1/25	Material	Madera Balsa
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Tradicional
Área que ocupa (m2)	11.25	Altura máxima (m)	2.5



2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

4 Datos de estimacion prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1/25	1
Material	Madera Balsa	Listones de Madera
Peso (kg)		11.9
Numero de barras	1.3	14
Dimensiones de barra	4mmx4mmx0.9m	64mmx38mmx3m

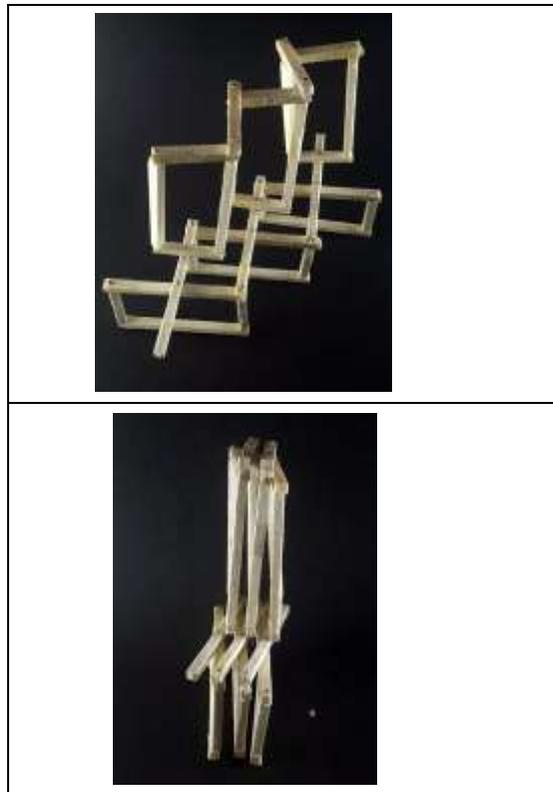
Anexo 10. Ficha de observación 009.

“ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018”

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PF9
	N° de Ficha	09

1 Datos del prototipo

Fecha	30/07/2018	Tiempo de despliegue	6s
Escala	1/25	Material	Madera Balsa
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Tradicional
Área que ocupa (m2)	3.5	Altura máxima (m)	3



2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

4 Datos de estimacion prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1/25	1
Material	Madera Balsa	Listones de Madera
Peso (kg)		9.35
Numero de barras	1.5	11
Dimensiones de barra	4mmx4mmx0.9m	64mmx38mmx3m

### Anexo 11. Ficha de observación 010.

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PF10
	N° de Ficha	10

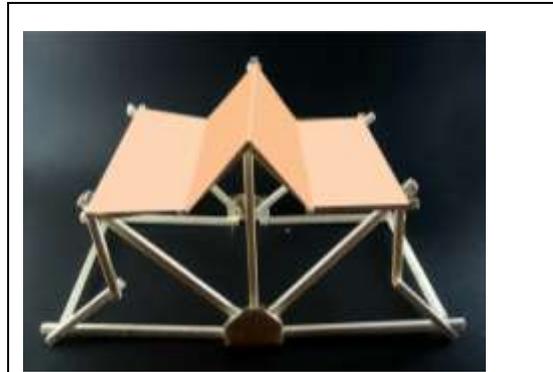
#### 1 Datos del prototipo

Fecha	31/07/2018	Tiempo de despliegue	9.1s
-------	------------	----------------------	------

Escala	1/25	Material	Madera Balsa
--------	------	----------	--------------

Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Tradicional
-----------	--------	-------------------	-------------

Área que ocupa (m2)	12.5	Altura máxima (m)	3
---------------------	------	-------------------	---



#### 2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
-------	------------------------	--------------------	-------------------	---------------	---------------

Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
---------	-------------------	----------------------	---------------------	----------------	--------------------

Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
---------	------------------------	--------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------------------

Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
----------------	-------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------	------------------------------

Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
--------------	--------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-----------------------------

Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regulamente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4
--------------	--------------------	--------------------	---------------------------	---------------	--------------------------

#### 3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
----------	------------------	---------------	----------------------------	---------------	--------------------

Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
--------------------------	-------------	---------------	------------------	-------------------	-----------------

Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
-------------	---------------------	----------------------	--------------------------	----------------	----------------------------

Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
-------------	------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------------

Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
----------------------	-----------------------	---------------------	------------------------	----------------------	---------------------------

Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%
--	-----------------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------	----------------------------------

#### 4 Datos de estimacion prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1/25	1
Material	Madera Balsa	Listones de Madera
Peso (kg)		19.55
Numero de barras	2.6	23
Dimensiones de barra	4mmx4mmx0.9m	64mmx38mmx3m

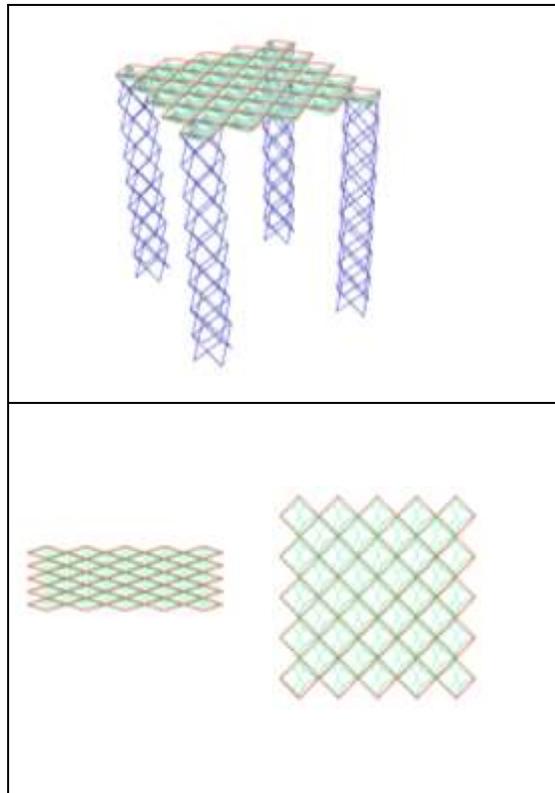
Anexo 12. Ficha de observación 011.

“ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018”

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PD1
	N° de Ficha	11

1 Datos del prototipo

Fecha	04/08/2018	Tiempo de despliegue	11.2s
Escala	1	Material	-
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Software
Área que ocupa (m2)	6.25	Altura máxima (m)	3



2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad de Ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

4 Datos de estimacion prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1	1
Material	-	Listones de Madera
Peso (kg)	-	49.3
Numero de barras	-	58.5
Dimensiones de barra	-	64mmx38mmx3m

### Anexo 13. Ficha de observación 012.

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PD2
	N° de Ficha	12

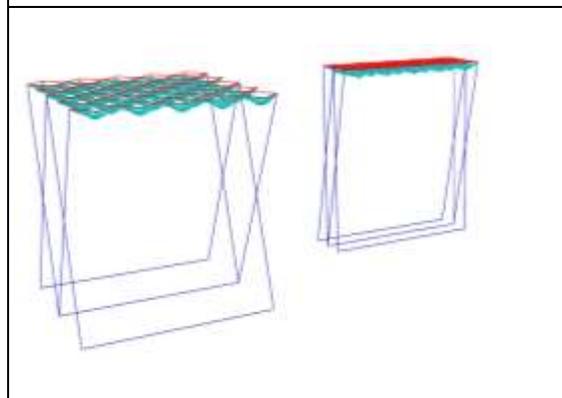
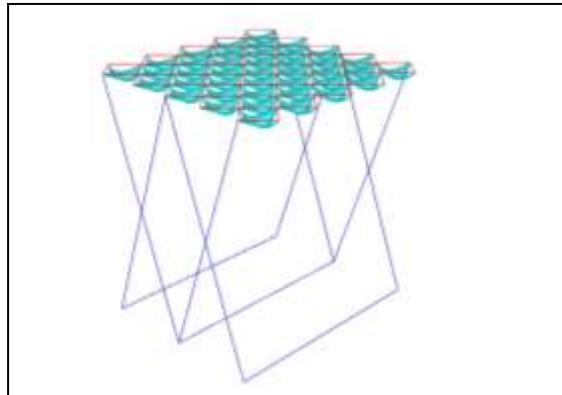
#### 1 Datos del prototipo

Fecha	10/08/2018	Tiempo de despliegue	8.7
-------	------------	----------------------	-----

Escala	1	Material predominante	-
--------	---	-----------------------	---

Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Software
-----------	--------	-------------------	----------

Área que ocupa (m2)	6.44	Altura máxima (m)	2.81
---------------------	------	-------------------	------



#### 2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
-------	------------------------	--------------------	-------------------	---------------	---------------

Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
---------	-------------------	----------------------	---------------------	----------------	--------------------

Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
---------	------------------------	--------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------------------

Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
----------------	-------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------	------------------------------

Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
--------------	--------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-----------------------------

Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4
--------------	--------------------	--------------------	----------------------------	---------------	--------------------------

#### 3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
----------	------------------	---------------	----------------------------	---------------	--------------------

Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
--------------------------	-------------	---------------	------------------	-------------------	-----------------

Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
-------------	---------------------	----------------------	--------------------------	----------------	----------------------------

Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
-------------	------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------------

Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
----------------------	-----------------------	---------------------	------------------------	----------------------	---------------------------

Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%
--	-----------------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------	----------------------------------

#### 4 Datos de estimacion prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1	1
Material	-	Listones de Madera
Peso (kg)	-	15.7
Numero de barras	-	18.5
Dimensiones de barra	-	64mmx38mmx3m

### Anexo 14. Ficha de observación 013.

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PD3
	N° de Ficha	13

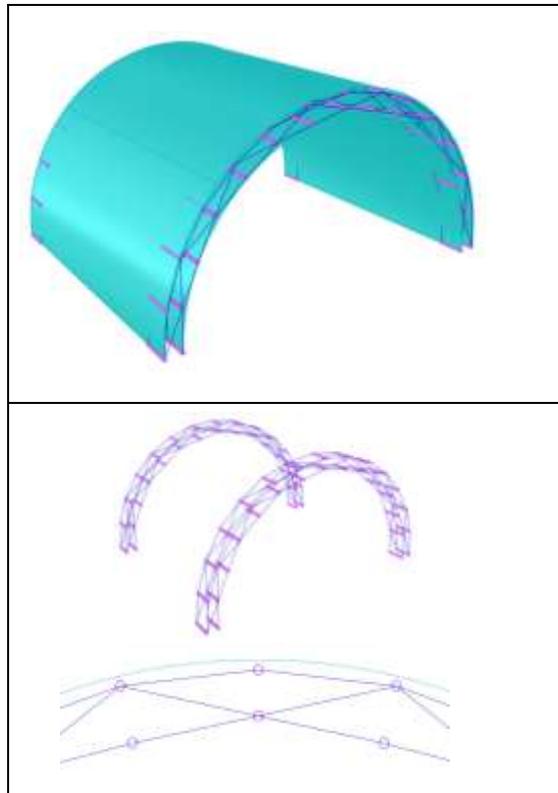
#### 1 Datos del prototipo

Fecha	11/08/2018	Tiempo de despliegue	8s
-------	------------	----------------------	----

Escala	1	Material predominante	-
--------	---	-----------------------	---

Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Software
-----------	--------	-------------------	----------

Área que ocupa (m2)	18	Altura máxima (m)	3
---------------------	----	-------------------	---



#### 2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
-------	------------------------	--------------------	-------------------	---------------	---------------

Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
---------	-------------------	----------------------	---------------------	----------------	--------------------

Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
---------	------------------------	--------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------------------

Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
----------------	-------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------	------------------------------

Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
--------------	--------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-----------------------------

Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4
--------------	--------------------	--------------------	----------------------------	---------------	--------------------------

#### 3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
----------	------------------	---------------	----------------------------	---------------	--------------------

Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
--------------------------	-------------	---------------	------------------	-------------------	-----------------

Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
-------------	---------------------	----------------------	--------------------------	----------------	----------------------------

Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
-------------	------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------------

Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
----------------------	-----------------------	---------------------	------------------------	----------------------	---------------------------

Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
-------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%
--	-----------------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------	----------------------------------

#### 4 Datos de estimación prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1	1
Material	-	Listones de Madera
Peso (kg)	-	35.7
Numero de barras	-	42
Dimensiones de barra	-	64mmx38mmx3m

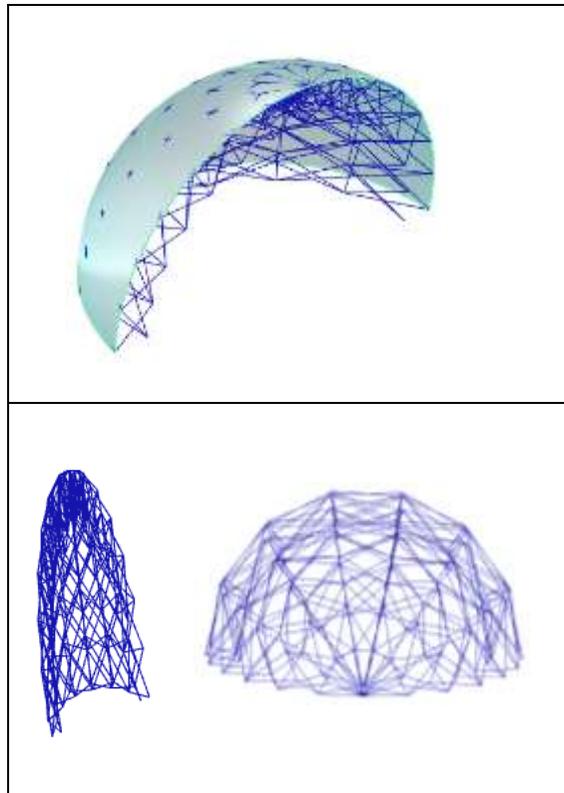
Anexo 15. Ficha de observación 014.

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PD4
	N° de Ficha	14

1 Datos del prototipo

Fecha	14/08/2018	Tiempo de despliegue	7.5s
Escala	1	Material predominante	-
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Software
Área que ocupa (m2)	14.13	Altura máxima (m)	3



2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos módulos 25%	Regulares Módulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

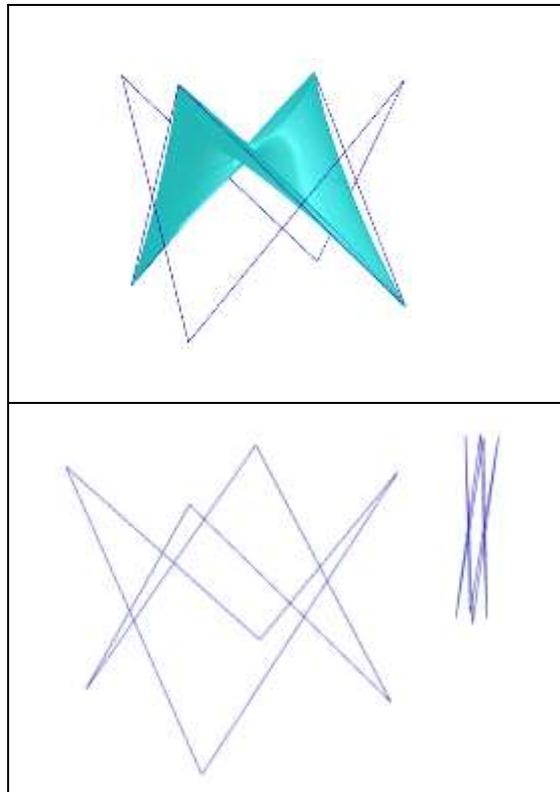
4 Datos de estimación prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1	1
Material	-	Listones de Madera
Peso (kg)	-	115.6
Numero de barras	-	136.3
Dimensiones de barra	-	64mmx38mmx3m

Anexo 16. Ficha de observación 015.

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN		Prototipo	PDS
		N° de Ficha	15
<b>1 Datos del prototipo</b>			
Fecha	18/08/2018	Tiempo de despliegue	3.6s
Escala	1	Material predominante	-
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Software
Área que ocupa (m2)	19.36	Altura máxima (m)	2.8



<b>2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma</b>					
Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

<b>3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo</b>					
Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad de ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

**4 Datos de estimación prototipo a escala real**

	Prototipo	Real
Escala	1	1
Material	-	Listones de Madera
Peso (kg)	-	12.75
Numero de barras	-	15
Dimensiones de barra	-	64mmx38mmx3m

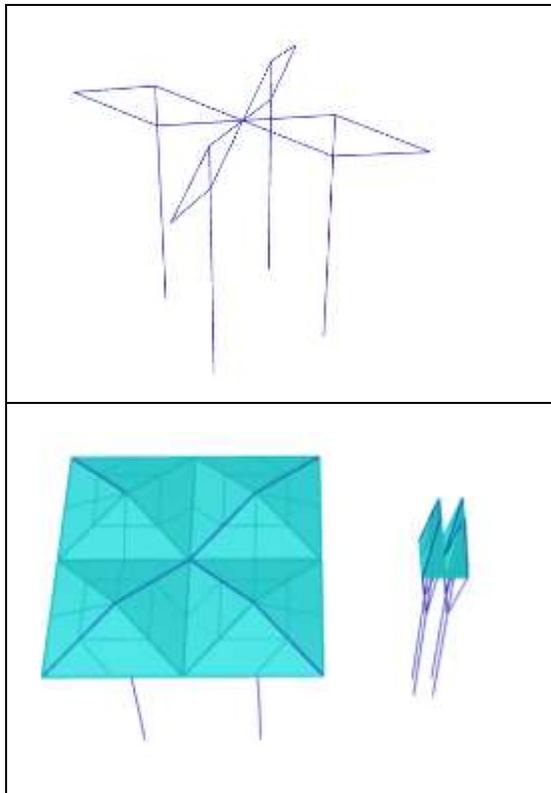
Anexo 17. Ficha de observación 016.

“ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018”

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PD6
	N° de Ficha	16

1 Datos del prototipo

Fecha	20/08/2018	Tiempo de despliegue	7.3s
Escala	1	Material predominante	-
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Software
Área que ocupa (m2)	9	Altura máxima (m)	2.75



2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad en ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

4 Datos de estimacion prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1	1
Material	-	Listones de Madera
Peso (kg)	-	10.2
Numero de barras	-	12
Dimensiones de barra	-	64mmx38mmx3m

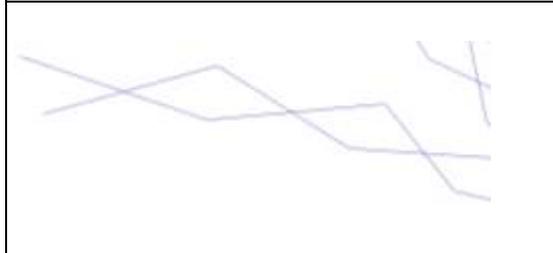
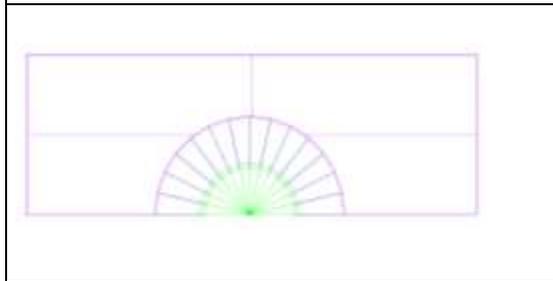
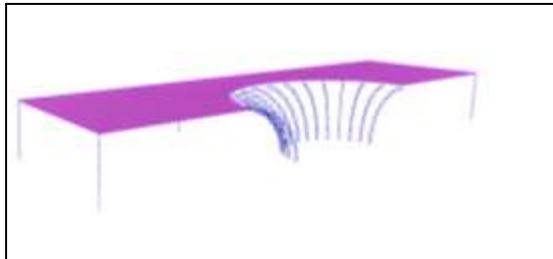
Anexo 18. Ficha de observación 017.

“ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018”

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PD7
	N° de Ficha	17

1 Datos del prototipo

Fecha	21/08/2018	Tiempo de despliegue	1m 35s
Escala	1	Material predominante	-
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Software
Área que ocupa (m2)	290	Altura máxima (m)	3



2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regulante versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad en ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

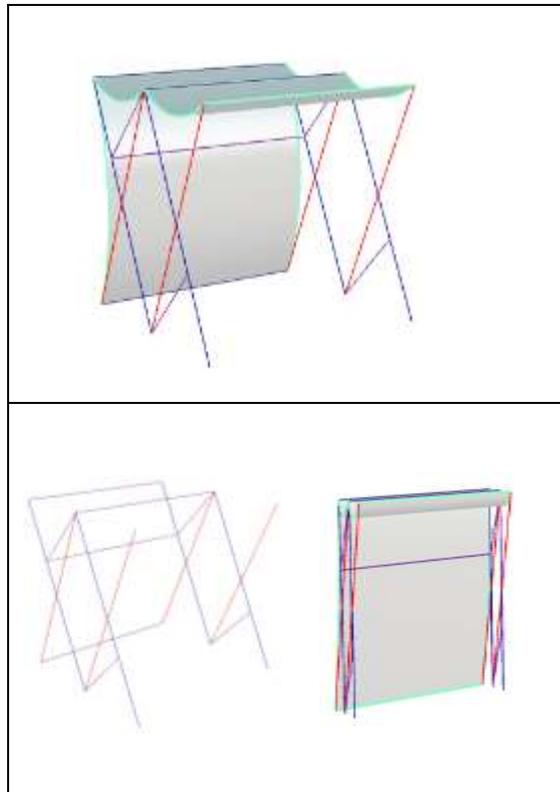
4 Datos de estimacion prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1	1
Material	-	Listones de Madera
Peso (kg)	-	29.5
Numero de barras	-	37.4
Dimensiones de barra	-	64mmx38mmx3m

### Anexo 19. Ficha de observación 018.

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN		Prototipo	PD8
		N° de Ficha	18
<b>1 Datos del prototipo</b>			
Fecha	24/08/2018	Tiempo de despliegue	8.4s
Escala	1	Material predominante	-
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Software
Área que ocupa (m2)	7.29	Altura máxima (m)	3



<b>2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma</b>					
Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

<b>3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo</b>					
Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad en ensamble	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

#### 4 Datos de estimación prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1	1
Material	-	Listones de Madera
Peso (kg)	-	11.9
Numero de barras	-	14
Dimensiones de barra	-	64mmx38mmx3m

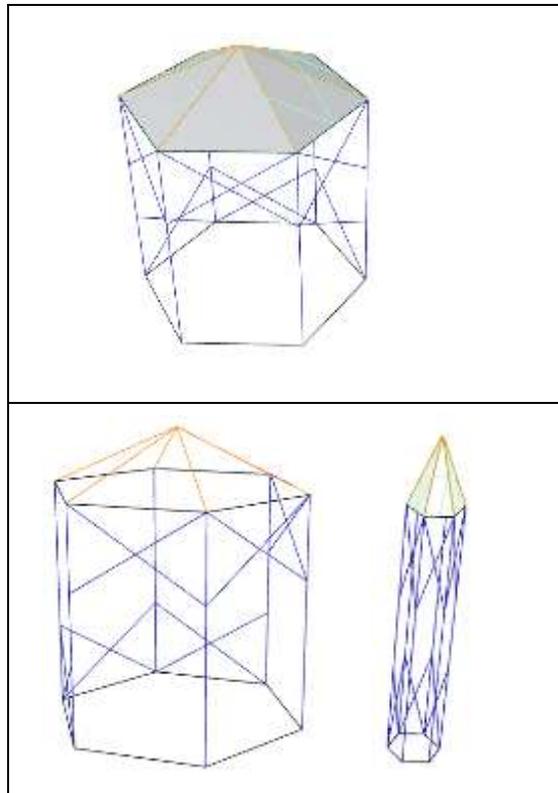
Anexo 20. Ficha de observación 019.

“ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018”

FICHA DE OBSERVACIÓN	Prototipo	PD9
	N° de Ficha	19

1 Datos del prototipo

Fecha	27/08/2018	Tiempo de despliegue	11.8s
Escala	1	Material predominante	-
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Software
Área que ocupa (m2)	7.8	Altura máxima (m)	3.75



2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma

Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo

Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad en ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

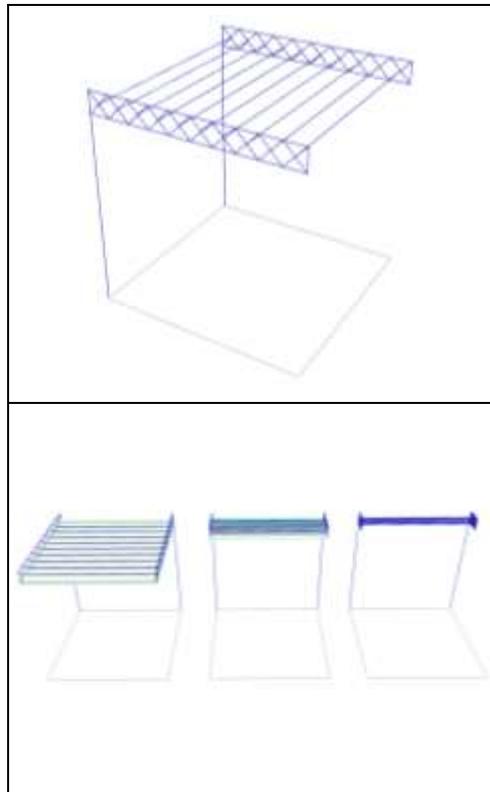
4 Datos de estimacion prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1	1
Material	-	Listones de Madera
Peso (kg)	-	17.85
Numero de barras	-	21
Dimensiones de barra	-	64mmx38mmx3m

### Anexo 21. Ficha de observación 020.

"ESTRUCTURAS DESPLEGABLES APLICADAS AL DISEÑO DE ARQUITECTURA EFIMERA PARA LAS FERIAS DESARROLLADAS EN LA EXPLANADA DE LA PLAZA HUAMANMARCA HUANCAYO 2018"

FICHA DE OBSERVACIÓN		Prototipo	PD10
		N° de Ficha	20
<b>1 Datos del prototipo</b>			
Fecha	28/08/2018	Tiempo de despliegue	8.2s
Escala	1	Material predominante	-
Mecanismo	Tijera	Técnica de Diseño	Software
Área que ocupa (m2)	9	Altura máxima (m)	3



<b>2 Datos de Cualidades de Espacio-Forma</b>					
Forma	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Parecida 3	Idéntico 4
Función	Desfavorable 0	No es favorable 1	Poco favorable 2	Favorable 3	Muy favorable 4
Entorno	No tiene relación 0	Poca relación 1	Se relaciona 2	Se relaciona e influye 3	Relaciona, influye y transforma 4
Materiabilidad	No adaptable 0	Poco adaptable 1	Regularmente adaptable 2	Muy adaptable 3	Completamente adaptable 4
Espacialidad	Nada Espacial 0	Poca espacialidad 1	Regular espacialidad 2	Buena espacialidad 3	Muy buena espacialidad 4
Versatilidad	Nada versátil 0	Poco versátil 1	Regularmente versátil 2	Versátil 3	Totalmente versátil 4

<b>3 Datos específicos sobre características físicas del prototipo</b>					
Ligereza	Muy pesado 0%	Pesado 25%	Regularmente ligero 50%	Ligero 75%	Muy ligero 100%
Dificultad en ensamblaje	Fácil 0%	Simple 25%	Accesible 50%	Complicado 75%	Difícil 100%
Modularidad	Ningun Módulo 0%	Pocos modulos 25%	Regulares Modulos 50%	Modular 75%	Totalmente Modular 100%
Estabilidad	No estable 0%	Poco estable 25%	Regularmente estable 50%	Buena estabilidad 75%	Muy buena estabilidad 100%
Rigidez del material	Nada de rigidez 0%	Poca rigidez 25%	Regular rigidez 50%	Buena rigidez 75%	Muy buena rigidez 100%
Desplegable	Nada desplegable 0%	Poco desplegable 25%	Regularmente desplegable 50%	Convenientemente desplegable 75%	Totalmente desplegable 100%
Desmontable	Nada desmontable 0%	Poco desmontable 25%	Regularmente desmontable 50%	Convenientemente desmontable 75%	Totalmente desmontable 100%
Compatibilidad con conexiones electrónicas	Nada compatible 0%	Poco compatible 25%	Regularmente compatible 50%	Buena compatibilidad 75%	Muy buena compatibilidad 100%

#### 4 Datos de estimación prototipo a escala real

	Prototipo	Real
Escala	1	1
Material	-	Listones de Madera
Peso (kg)	-	16.15
Numero de barras	-	19
Dimensiones de barra	-	64mmx38mmx3m

Anexo 22. Lámina comparativa 1.

TRADICIONAL		PROTOTIPO	
<p><b>FORMA</b></p> <p>Proporción <b>Civil</b></p> <p>Dimensión <b>Mínimo permitido</b></p> <p>Posición <b>Único</b></p> <p>Relaciones <b>Directa/Frontal</b></p> <p>Encuentros <b>en Espacio Frontal</b></p>		<p><b>EXTERIOR</b></p> <p>Espacio Positivo <b>Único/Planeado</b></p> <p>Espacio Negativo <b>Único/Planeado</b></p> <p>Interior al Exterior <b>Directa</b></p> <p>Exterior al Interior <b>Directa</b></p>	
<p><b>FUNCIONAL</b></p> <p>Circulación <b>Lineal</b></p> <p>Montaje <b>Tardado</b></p>		<p><b>CONSTRUCTIVO</b></p> <p>Prefabricación <b>Unidades modulares</b></p>	
<p><b>ASPECTO FORMAL</b></p> <p>Imagen precisa del todo.</p>		<p><b>ASPECTO FORMAL</b></p> <p>Imagen precisa del todo.</p>	
<p>Perspectiva</p>		<p>Perspectiva</p>	
<p><b>GRÁFICO COMPARATIVO</b></p>			

Anexo 23. Lámina comparativa 2.

ACTUAL		PROTOTIPO	
<p><b>FORMA</b></p> <p>Proporción <b>Civil</b></p> <p>Dimensión <b>Mínimo permitido</b></p> <p>Posición <b>Único</b></p> <p>Relaciones <b>Directa/Frontal</b></p> <p>Encuentros <b>en Espacio Frontal</b></p>	<p><b>EXTERIOR</b></p> <p>Espacio Positivo <b>Único/Planeado</b></p> <p>Espacio Negativo <b>Único/Planeado</b></p> <p>Interior al Exterior <b>Directa</b></p> <p>Exterior al Interior <b>Directa</b></p>	<p><b>FORMA</b></p> <p>Proporción <b>Civil/ Urbano</b></p> <p>Dimensión <b>Variable</b></p> <p>Posición <b>Variable</b></p> <p>Relaciones <b>Directa/Indirecta</b></p> <p>Encuentros <b>en Espacio Lateral/Frontal</b></p>	<p><b>EXTERIOR</b></p> <p>Espacio Positivo <b>Variable</b></p> <p>Espacio Negativo <b>Variable</b></p> <p>Interior al Exterior <b>Directa/Indirecta</b></p> <p>Exterior al Interior <b>Directa/Indirecta</b></p>
<p><b>FUNCIONAL</b></p> <p>Circulación <b>Lineal</b></p> <p>Montaje <b>Tardado</b></p>	<p><b>CONSTRUCTIVO</b></p> <p>Prefabricación <b>Unidades modulares</b></p>	<p><b>FUNCIONAL</b></p> <p>Circulación <b>Variable</b></p> <p>Montaje <b>Práctico</b></p>	<p><b>CONSTRUCTIVO</b></p> <p>Prefabricación <b>Unidades modulares</b></p>
<p><b>ASPECTO FORMAL</b></p> <p>Imagen precisa del todo.</p>		<p><b>ASPECTO FORMAL</b></p> <p>Imagen precisa del todo.</p>	
	<p>Perspectiva</p>		<p>Perspectiva</p>
<b>GRÁFICO COMPARATIVO</b>			

Anexo 24. Lámina propuesta espacial.

