

ANEXO 6

FORMATO DE INFORME DE AVANCE FÍSICO-FINANCIERO

N° 3 INFORME PARCIAL O FINAL DE AVANCE FÍSICO Y FINANCIERO

Proyecto: [“EJECUCIÓN DE UNA ESTRUCTURA DESPLEGABLE DE TETRASPAS PARA CÓBERTURAS DE

GRANDES LUCES EN OBRAS DE CONTIGENCIA EN EL SECTOR EDUCATIVO USANDO PROCESOS DE FABRICACIÓN DIGITAL”

I. Descripción del Proyecto

Breve descripción del proyecto, incluyendo su objetivo principal y alcance.

II. Objetivos del Proyecto

Objetivo General: Ejecutar una estructura desplegable que funcione como cobertura en escala 1:1 usando procesos de fabricación digital en un laboratorio Fab Lab acondicionado en la Universidad Nacional de Piura, la cual cubra el 50% de un patio educativo siguiendo las directivas de Minedu- PRONIED para ofrecer un aporte a las obras provisionales en el sector educativo.

Objetivos Específicos:

Este capítulo aborda el desarrollo y construcción del prototipo de estructura desplegable utilizando herramientas de diseño paramétrico como Grasshopper y Rhinoceros. Se destaca cómo estas tecnologías permiten modelar y simular virtualmente la estructura, optimizando su comportamiento antes de la implementación física. Posteriormente, se describe el proceso de validación del diseño en el mundo real, utilizando técnicas de fabricación digital, como la impresión 3D para las uniones y tubos de aluminio para el esqueleto estructural. A lo largo del desarrollo, el prototipo se perfecciona mediante ajustes iterativos en las uniones y la implementación de cables de tensión para garantizar su estabilidad y movilidad.

III. Estado Actual del Proyecto

Desarrollo de prototipos 1 en 10



IV. Avance Físico del Proyecto

[Actividades Realizadas: desarrollo de prototipos 1 en 10]

[Porcentaje de Avance: 40%]

Tabla 1. Descripción de Actividades Realizadas

N°	Actividades Realizadas	Porcentaje de Avance
1	Desarrollo de prototipos 1 en 10	40%

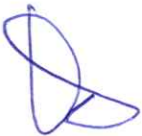
Elaboración propia.

V. Avance Financiero del Proyecto

Gastos Realizados: Registro detallado de los gastos efectuados hasta el momento.

Presupuesto Ejecutado: Comparación entre el presupuesto planificado y el real.

Tabla 2. Detalle de Gastos por Categoría



Adjunto el cuadro detallado de los gastos hasta la fecha:

INVESTIGADOR PRINCIPAL: FABIO SAMUEL CARBAJAL BENGEOA
TÍTULO DEL PROYECTO: "EJECUCIÓN DE UNA ESTRUCTURA DESPLIEGABLE DE TETRAEDROS PARA COBERTURAS DE GRANDES LUCES EN OBRAS DE CONTINGENCIA EN EL SECTOR EDUCATIVO USANDO PROCESOS DE FABRICACIÓN DIGITAL".
FUENTE DE FINANCIAMIENTO: RECURSOS DETERMINADOS
RESOLUCIÓN DE AUTORIZACIÓN GASTOS: N° 629-R-2024

CONTRATO: CONTRATO N° 005-2024-UMP
BASES DEL CONCURSO 2024: N° 161-CU-2024
REGULAMENTO: N° 644-CU-2023

SEGUIMIENTO FINANCIERO																	
N°	GENÉRICA DE GASTO	PRESUPUESTO APROBADO	PRESUPUESTO EJECUTADO	SALDO	AÑO	SIAF	ORDEN DE COMPRA	CLASIFICADOR	PROVEEDOR	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MONTO TOTAL	OBSERVACIONES	
1					2024	12757	413	2.3.1.6.1.1	FABRICACIONES DIGITALES DEL PERU S.A	FILAMENTO PARA IMPRESORA 3D	UNID	10	S/85.00	S/850.00	S/850.00	Iniciales	
										EPP - GUANTES CONTRA RIESGO TERMICO	UNID	6	S/40.00	S/240.00		Iniciales	
										EPP - GUANTES CONTRA RIESGOS MECANICOS.	UNID	6	S/12.00	S/72.00		Iniciales	
								2.3.1.6.1.4		EPP - LENTES CONTRA RIESGOS MECANICOS.	UNID	6	S/12.00	S/72.00		Iniciales	
2					2024	12700	404		GRUPO BISANCOR S.A.C	EPP - LENTES CONTRA RIESGO TERMICO	UNID	6	S/20.00	S/120.00	S/2,430.00		Iniciales
										EPP - PROTECCIÓN AUDITIVA.	UNID	6	S/28.00	S/168.00		Iniciales	
	2.3	S/89,118.00	S/32,584.45	S/60,533.55				2.3.1.8.2.1		EPP - MASCARILLA TIPO RESPIRADOR CARA DOBLE VIA	UNID	6	S/293.00	S/1,758.00		Iniciales	
3					2024	12175	5627	2.3.2.7.14.98	FERNANDO SANCHEZ YAMUNAAQUE	SERVICIO DE ASESORIA DE UN ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS	INFORME	1	S/12,000.00	S/12,000.00	S/12,000.00	Iniciales	
4					2024	12220	5723	2.3.2.7.14.98	GABY PATRICIA RUIZ PETROZZI	SERVICIO DE ASESORIA DE UN ESPECIALISTA EN MATERIALES DE CONSTRUCCION	INFORME	1	S/7,304.45	S/7,304.45	S/7,304.45	Iniciales	
5					2024	12079	5578	2.3.2.7.14.98	MANUEL ANTONIO COBENAS CHANDUVI	SERVICIO DE UN INGENIERO DE SISTEMAS PARA LA CAPACITACION E INSTALACION DE EQUIPOS DE IMPRESION 3D	INFORME	1	S/10,000.00	S/10,000.00	S/10,000.00	Iniciales	
6	2.5	S/70,000.00		S/70,000.00	2024								S/0.00	S/0.00			
7					2024								S/0.00	S/0.00			
8					2024	12405	391	2.6.3.2.1	GRUPO BISANCOR S.A.C	TALADRO DE BANCO	UNID	1	S/4,600.00	S/4,600.00		Iniciales	
										SIERRA DE BANCO	UNID	1	S/2,290.00	S/2,290.00	S/9,179.00	Iniciales	
										PULIDORA LIJADORA 7"	UNID	1	S/600.00	S/600.00		Iniciales	
										SOLDADORA	UNID	1	S/1,060.00	S/1,060.00		Iniciales	
9	2.6	S/79,916.60	S/23,429.00	S/56,487.60	2024	12757	413	2.6.3.2.3.3	FABRICACIONES DIGITALES DEL PERU S.A	IMPRESORA 3D	UNID	1	S/101,500.00	S/101,500.00		Iniciales	
										MAQUINA DE LIMPIEZA Y CUIDADO PARA RESINA	UNID	2	S/7,050.00	S/14,100.00	S/14,250.00	Iniciales	
10					2025			2.6.3.2.3.1		COMPUTADORA PORTATIL	UNID	1				Durante	
11					2025			2.6.3.2.3.3		IMPRESORA 3D	UNID	1				Durante	
TOTAL		S/193,044.60	S/96,013.45	S/137,031.15													

NOTA: SE CUMPLIO CON LA GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y ENTREGA DE LOS REQUERIMIENTOS DE INICIO DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

VI. Problemas y Desviaciones del plan original

La investigación sigue su línea de desarrollo tal cual se planteó.


VII. Conclusiones

Los referentes están ayudando a sustentar la idea de utilizar las estructuras desplegables con el uso de tecnologías contemporáneas como lo es la impresión 3d.

IX. Anexos

[Los anexos deben incluir órdenes de compra, órdenes de servicio, boletas de compra, factura, recibos u Otros documentos relacionados con los gastos realizados en el proyecto, actas de conformidad de recepción de bienes y servicios, hasta la fecha. De ser posible incluir gráficos, tablas de datos, fotografías, imágenes que ilustren el estado actual del proyecto].

Fecha: 31 de marzo de 2025



M.Sc. Fabio Samuel Carbajal Bengoa

DNI 08665839

Investigador Principal



Stevenson Lee Reforme Trelles

DNI 70088432

Coinvestigador



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“EJECUCIÓN DE UNA ESTRUCTURA DESPLEGABLE DE TETRASPAS PARA COBERTURAS DE GRANDES LUCES EN OBRAS DE CONTINGENCIA EN EL SECTOR EDUCATIVO USANDO PROCESOS DE FABRICACIÓN DIGITAL ”

INFORME 3
DESARROLLO DE PROTOTIPO ESCALA 1:10

Presentado por:

Msc. Arq. Fabio Samuel Carbajal Bengoa
Mg. Arq. Stevenson Lee Reforme

Stevenson

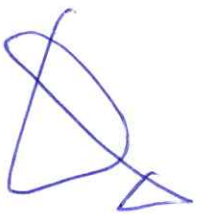
Piura, Perú, 2025

3

CAPÍTULO

Prototipo escala 1 en 10

Este capítulo aborda el desarrollo y construcción del prototipo de estructura desplegable utilizando herramientas de diseño paramétrico como Grasshopper y Rhinoceros. Se destaca cómo estas tecnologías permiten modelar y simular virtualmente la estructura, optimizando su comportamiento antes de la implementación física. Posteriormente, se describe el proceso de validación del diseño en el mundo real, utilizando técnicas de fabricación digital, como la impresión 3D para las uniones y tubos de aluminio para el esqueleto estructural. A lo largo del desarrollo, el prototipo se perfecciona mediante ajustes iterativos en las uniones y la implementación de cables de tensión para garantizar su estabilidad y movilidad.



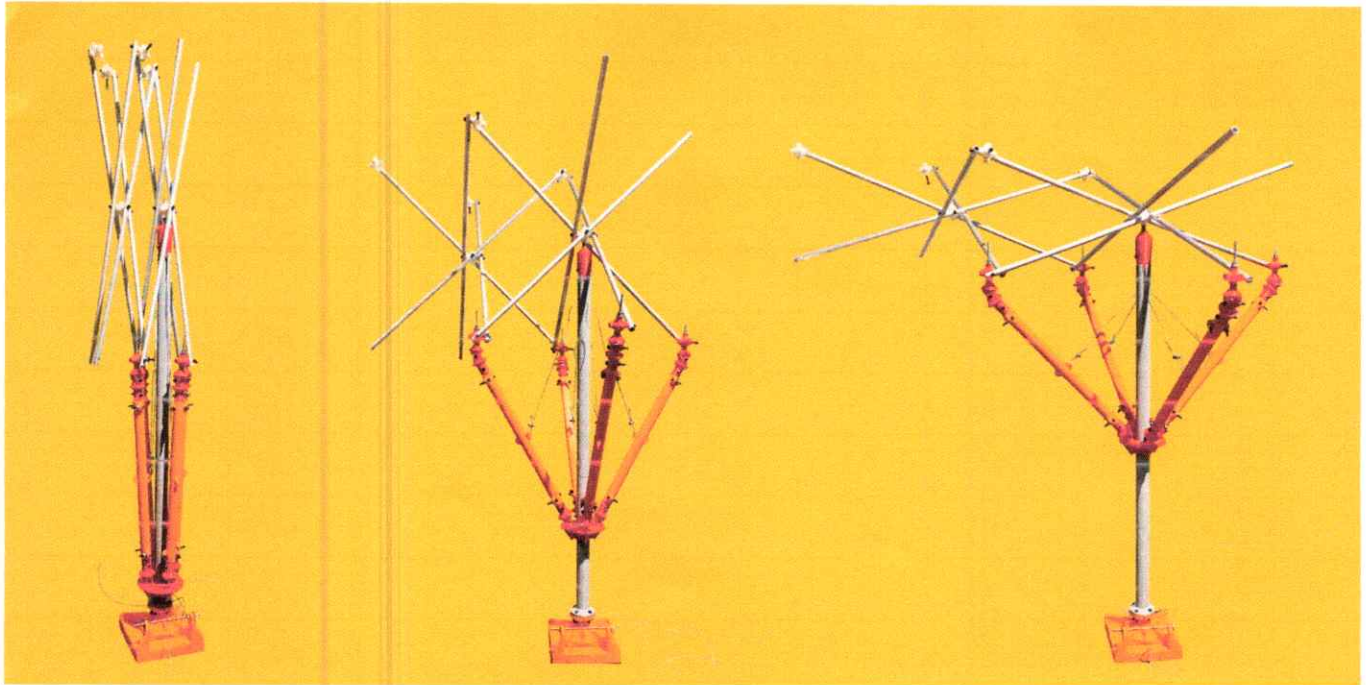


Figure 1.0. Etapas de plegadura del prototipo de estructura desplegable de tetrapos en escala 1 en 10
Fuente: Elaborado por el autor

3) Del prototipo escala 1 en 10

3.1) Introducción.

El diseño paramétrico, como metodología aplicada a la arquitectura móvil, ha permitido una transformación significativa en la forma de concebir y materializar estructuras capaces de adaptarse a contextos y dinámicas cambiantes. Este enfoque se basa en la generación de soluciones arquitectónicas que, a través de principios matemáticos y geométricos, permiten el desarrollo de módulos flexibles y ajustables en respuesta a condiciones externas, lo que introduce una capacidad de adaptación previamente difícil de alcanzar en la arquitectura tradicional.

La implementación de plataformas digitales avanzadas, como Grasshopper y Rhinoceros, ha sido fundamental en la evolución de esta práctica. Estas herramientas no solo permiten modelar con precisión geometrías complejas, sino que también ofrecen la posibilidad de simular comportamientos estructurales en un entorno virtual antes de llevar a cabo su materialización. De esta manera, se pueden prever y ajustar factores críticos como el desplazamiento, las tensiones y el rendimiento de los componentes en situaciones reales.

La transición del diseño digital a la construcción física se facilita mediante el uso de tecnologías de fabricación digital, como la impresión 3D, que permite la producción personalizada de componentes estructurales. Además, la selección de materiales,

como los tubos de aluminio y sistemas de anclaje, juega un rol crucial en asegurar que los prototipos resulten viables en términos de resistencia y estabilidad. El proceso de desarrollo del prototipo implica ajustes iterativos que optimizan su comportamiento estructural y funcional, destacándose la incorporación de cables de tensión, los cuales proporcionan la movilidad necesaria para que la estructura pueda desplegarse y estabilizarse adecuadamente.

Este enfoque progresivo, basado en la optimización continua, resalta la importancia de la retroalimentación constante entre el modelo digital y la construcción física, lo que permite una mayor precisión y eficiencia en el diseño final.

3.2) Desarrollo en software

El diseño paramétrico ha adquirido una relevancia fundamental en el desarrollo de arquitecturas móviles, permitiendo la creación de módulos de dimensiones uniformes que pueden adaptarse dinámicamente a los movimientos generados. Esta metodología de diseño ofrece una flexibilidad sin precedentes en la construcción de estructuras que requieren movilidad y adaptabilidad.

Uno de los programas más destacados en el ámbito del diseño paramétrico es Grasshopper, una herramienta ampliamente utilizada en arquitectura, ingeniería, diseño industrial, entre otros campos. Cuando se integra con el software de modelado tridimensional Rhinoceros, es posible desarrollar prototipos estructurales complejos de manera eficiente y precisa. Esta sinergia permite no solo el modelado geométrico, sino también la simulación del comportamiento estructural en un entorno virtual, donde se pueden prever factores como el movimiento, las longitudes, y los desplazamientos de cada componente.

En el presente caso, se ha utilizado esta combinación de software para diseñar y visualizar digitalmente un prototipo de estructura móvil. A través de estas herramientas, se han generado las simulaciones necesarias para obtener referencias sobre el comportamiento de la estructura en movimiento, lo que permite ajustar y perfeccionar su diseño antes de su implementación física.

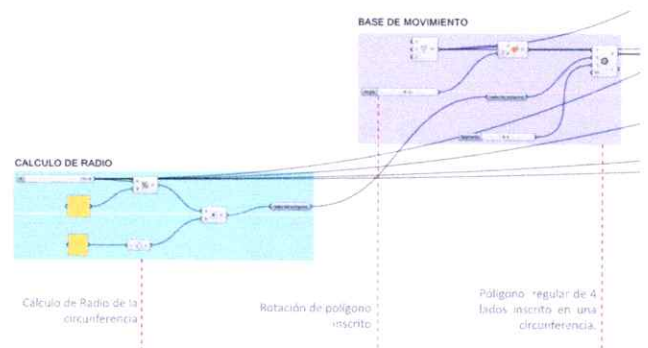


Figura 2.1. Interpretación de fabricación digital de creación de polígono base. Fuente: Elaborado por el autor.

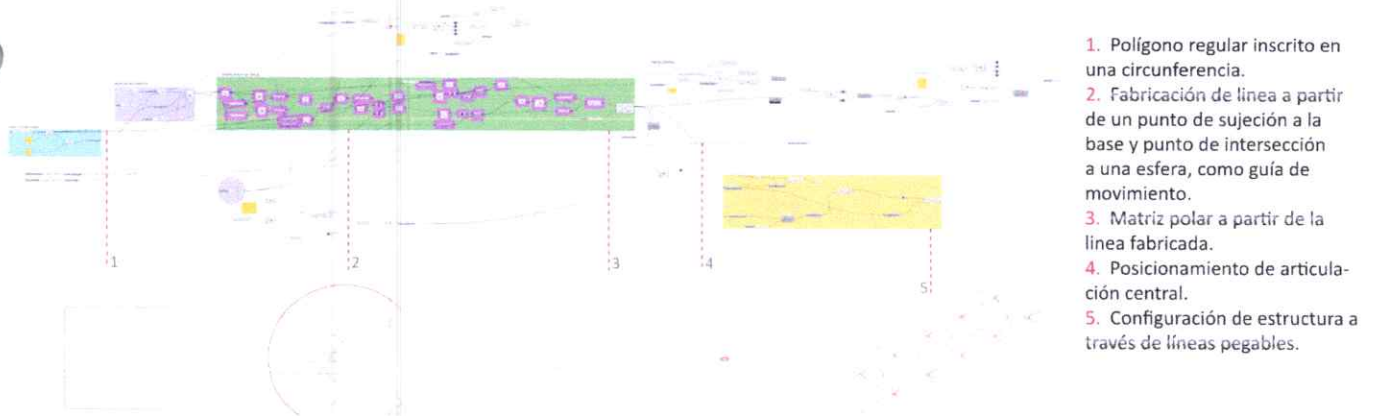
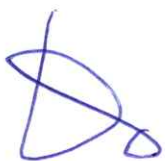


Figura 2.2. Interpretación de fabricación digital de módulo despegable. Fuente: Elaborado por el autor.



1. Designación dos segmentos del polígono
2. De los puntos medios se genera un nuevo segmento
3. Desfase de segmento (diametros de tub.)
4. División de segmento
- 5.1 Evaluación de punto en longitud del segmento
- 6.1 Desfase de punto evaluado en eje z y unión con el punto evaluado

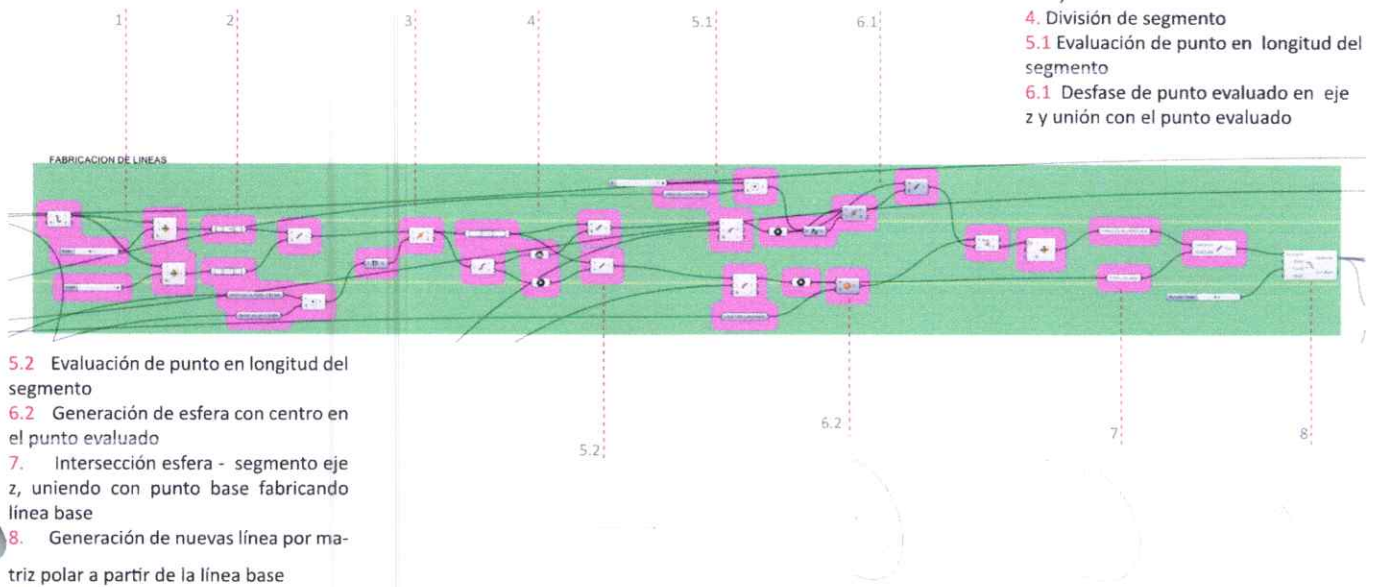


Figura 2.3 Interpretación de fabricación de líneas.
Fuente: Elaborado por el autor.

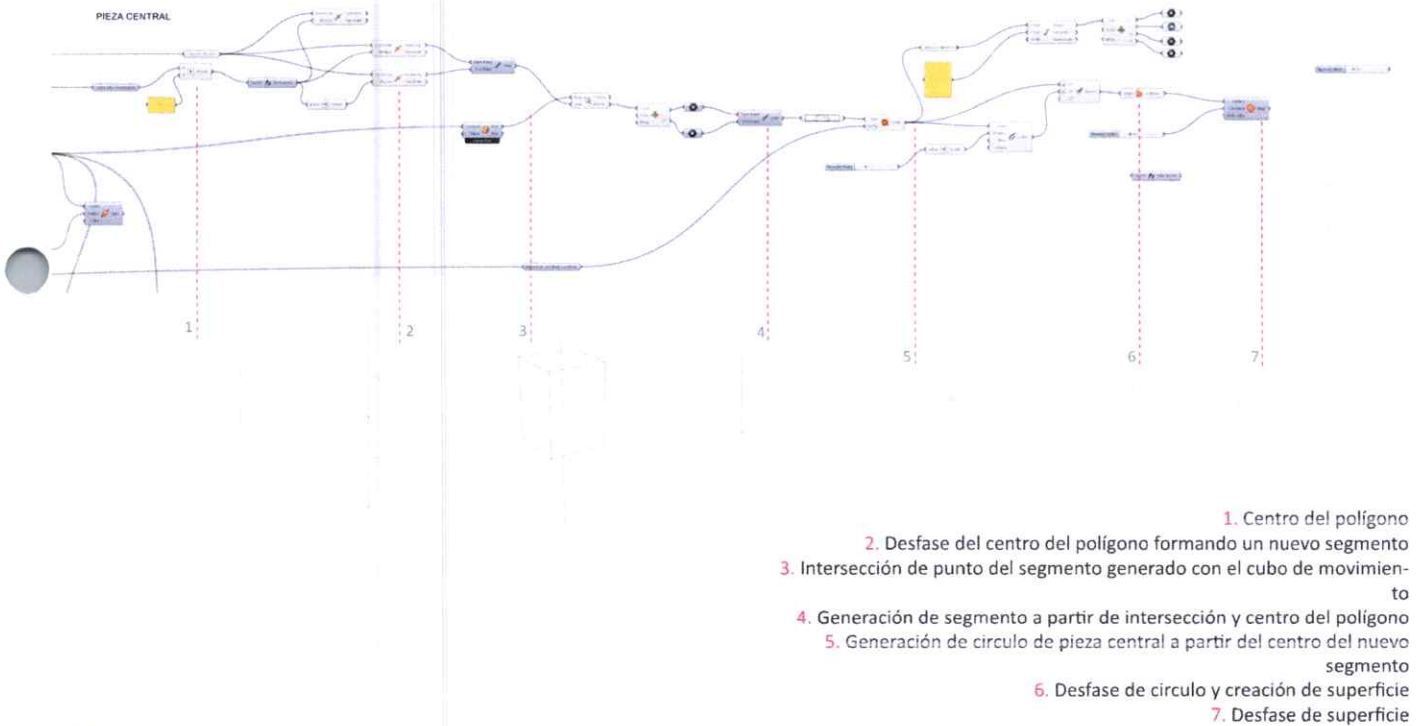


Figura 2.4 Interpretación de fabricación de la pieza central.
Fuente: Elaborado por el autor.



3.3) Construcción de prototipo 1 en 10

Tras el diseño y desarrollo del proyecto utilizando los software mencionados anteriormente, se procede a la fase de validación en el mundo real, donde se verifica si los mecanismos utilizados en el entorno digital funcionan conforme a lo previsto en las simulaciones. Este paso es crucial, ya que permite contrastar el comportamiento virtual con el físico y ajustar cualquier posible discrepancia entre ambos.

La construcción del prototipo se llevará a cabo en paralelo con técnicas de fabricación digital avanzadas. Las uniones estructurales serán fabricadas mediante impresión 3D, lo que garantiza precisión y personalización en la creación de cada componente. Para el esqueleto de la estructura, se emplearán tubos de aluminio que funcionarán como barras, aportando ligereza y resistencia. Estas barras serán fijadas mediante pernos, que servirán como anclajes para asegurar la correcta conexión entre las uniones impresas y las partes metálicas.

Este proceso no solo garantiza la precisión en la manufactura del prototipo, sino que también permite optimizar el tiempo de construcción y asegurar que el diseño paramétrico concebido inicialmente se materialice con exactitud en el entorno físico.



Figura 3. Impresión 3D de unión para prototipo (Fabricación digital).
Fuente: Elaborado por el autor



Figure 4. Proceso de ensamble de prototipo escala 1 en 10
Fuente: Elaborado por el autor



Figure 5. Prototipo de estructura desplegable escala 1 en 1
Fuente: Elaborado por el autor

El prototipo ha sido perfeccionado a lo largo de su proceso de desarrollo, mediante un enfoque iterativo que ha permitido optimizar tanto las uniones como la estructura general. Las uniones, en particular, han sido refinadas para no solo cumplir con sus funciones primarias de movimiento y anclaje, sino también para ser lo suficientemente robustas como para soportar las fuerzas internas y externas que actúan sobre la estructura. Todo esto se ha logrado sin aumentar innecesariamente el volumen de las uniones, manteniendo un equilibrio adecuado en el uso de materiales y evitando desperdicios en zonas donde no se requiere una resistencia adicional.

Con este enfoque, se han introducido nuevas configuraciones y formas para las uniones, adaptándose a las necesidades específicas del prototipo. Cada ajuste ha permitido mejorar la funcionalidad de la estructura, asegurando que las uniones cumplan su rol sin comprometer la eficiencia material ni la estabilidad. Uno de los avances en este proceso ha sido la implementación de cables de tensión, los cuales son esenciales para proporcionar el movimiento desplegable de la estructura y garantizar su estabilidad una vez expandida. Aunque esta fase ha sido exitosa en gran medida, la optimización de los cables de tensión continúa, buscando perfeccionar su integración en el prototipo para lograr un rendimiento óptimo en cada despliegue.

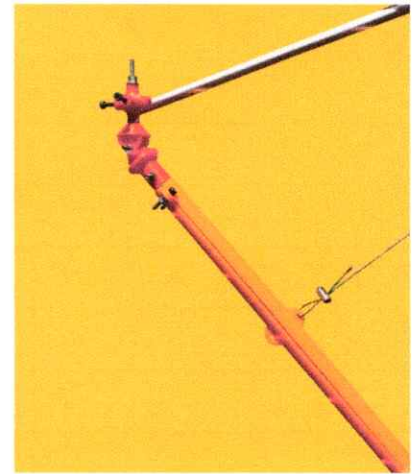


Figure 5.1 Prototipo de estructura desplegable escala 1 en 1. Fuente: Elaborado por el autor

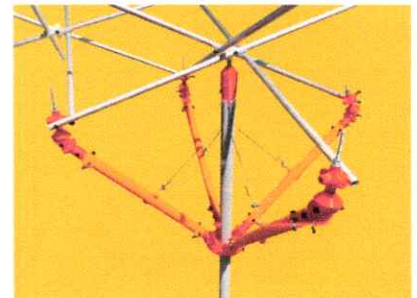


Figure 5.2 Prototipo de estructura desplegable escala 1 en 1. Fuente: Elaborado por el autor

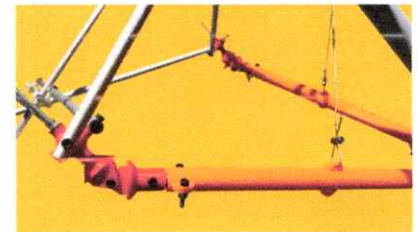


Figure 5.3 Prototipo de estructura desplegable escala 1 en 1. Fuente: Elaborado por el autor

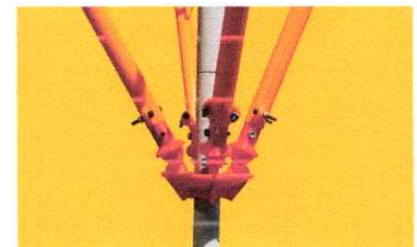


Figure 5.4 Prototipo de estructura desplegable escala 1 en 1. Fuente: Elaborado por el autor

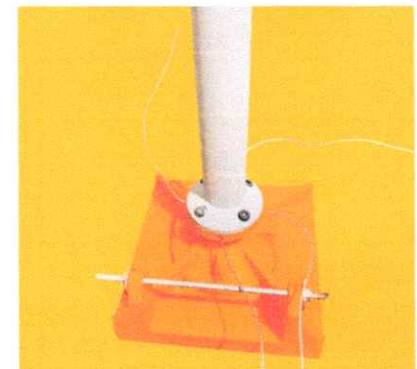


Figure 5.5. Prototipo de estructura desplegable escala 1 en 1. Fuente: Elaborado por el autor

Desarrollo de unión ideal

Este capítulo explora la evolución de las uniones en el prototipo de una estructura desplegable, desde sus primeras versiones fabricadas con materiales adaptados para cumplir funciones específicas, aunque con limitaciones inherentes. Inicialmente, las uniones eran primitivas y requerían ajustes para satisfacer los requisitos funcionales, presentando falencias que comprometían su desempeño.

La implementación de la impresión 3D facilitó la creación de uniones más precisas y adaptadas a las necesidades específicas del prototipo, superando las limitaciones de las uniones primitivas y estableciendo una base sólida para el desarrollo de estructuras desplegables más eficientes y funcionales.

A continuación, se presenta la evolución de las uniones en el prototipo de estructura desplegable. Inicialmente, se utilizaron materiales que, aunque adaptables a las funciones requeridas, presentaban limitaciones inherentes debido a su naturaleza primitiva. Con el avance del prototipo, se incorporó la fabricación mediante impresión 3D, utilizando PLA como material. Esta transición permitió perfeccionar las uniones existentes y experimentar con nuevas

configuraciones. A través de un proceso iterativo de prueba y error, se lograron mejoras significativas, resultando en uniones más robustas y eficientes que optimizaron el desempeño general del prototipo.

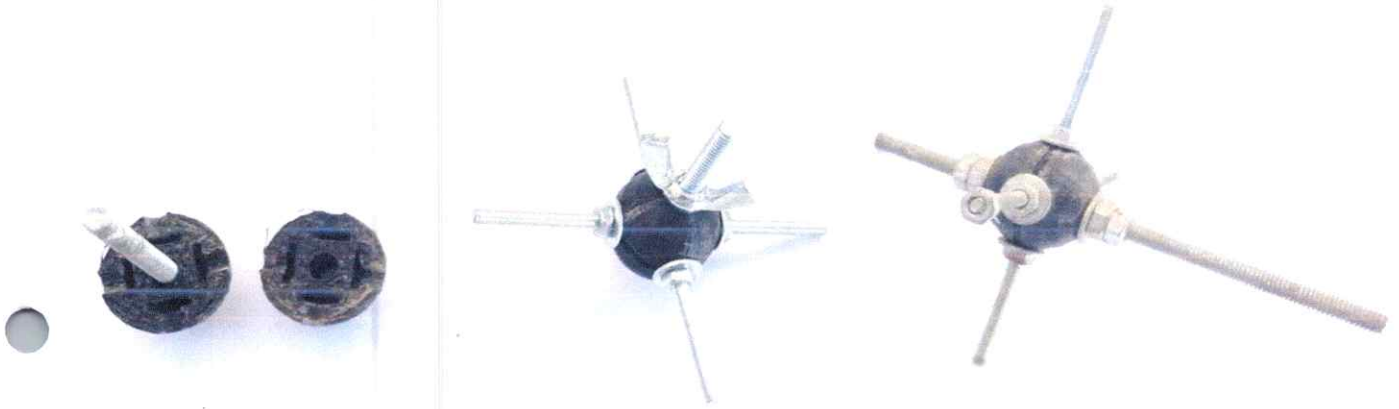


Figure 6.1 Evolución de uniones de prototipo de estructura desplegable.
Fuente: Elaborado por el autor

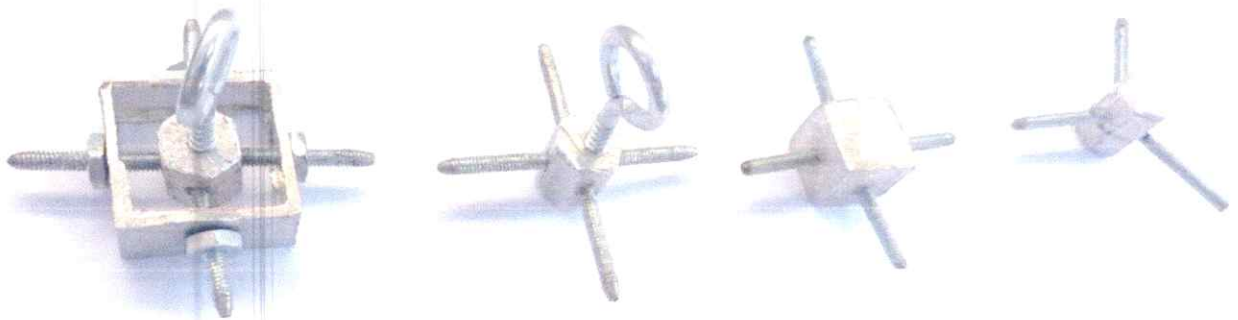


Figure 6.2 Evolución de uniones de prototipo de estructura desplegable.
Fuente: Elaborado por el autor

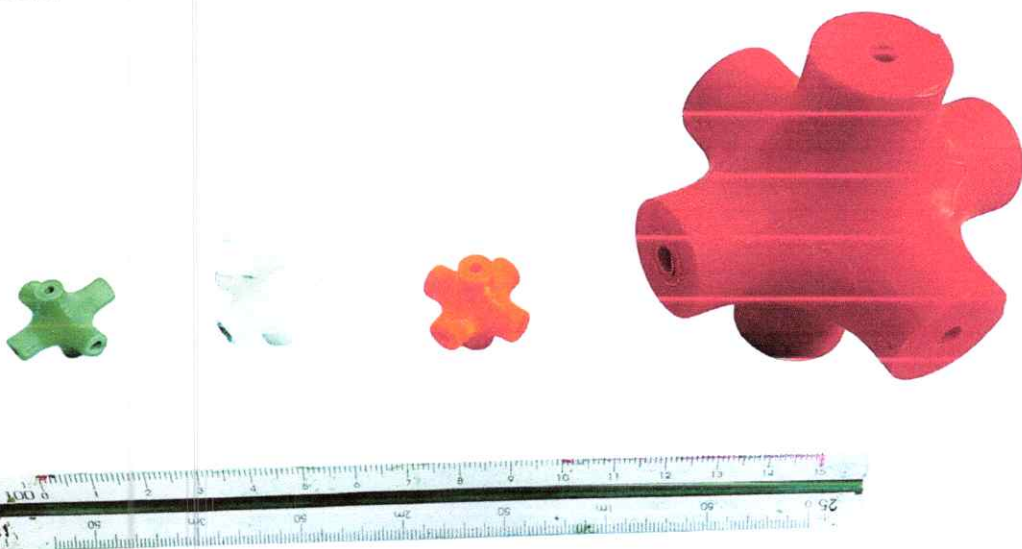


Figure 6.3 Evolución de uniones de prototipo de estructura desplegable con asistencia de la impresión en 3D
Fuente: Elaborado por el autor

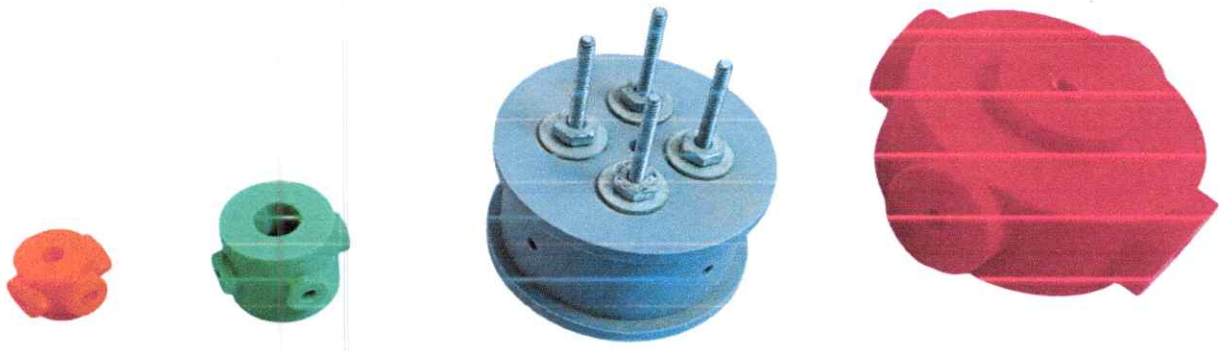


Figure 6.4 Evolución de uniones de prototipo de estructura desplegable con asistencia de la impresión en 3D
Fuente: Elaborado por el autor

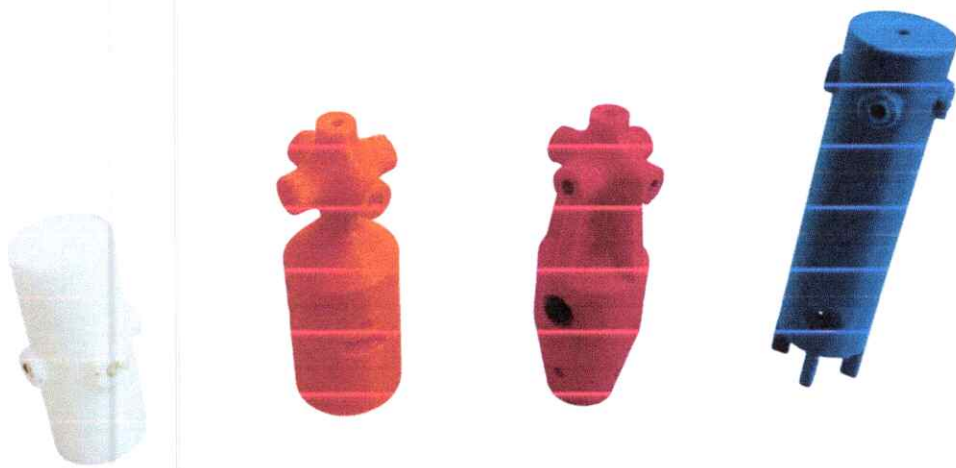


Figure 6.5 Evolución de uniones de prototipo de estructura desplegable con asistencia de la impresión en 3D
Fuente: Elaborado por el autor



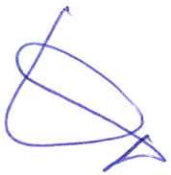
Figure 6.6 Pruebas de uniones con asistencia de la impresión 3D
Fuente: Elaborado por el autor



Figure 6.7 Unión ideal fabricada con impresión 3D
Fuente: Elaborado por el autor

Prototipo 1 en 1

Este capítulo describe el desarrollo integral de un prototipo arquitectónico, desde su diseño inicial a escala reducida hasta su construcción en tamaño real. Se destacan las herramientas digitales y la fabricación avanzada en cada etapa del proyecto. El diseño a escala 1:10, basado en simulaciones paramétricas, permitió evaluar y optimizar las uniones impresas en 3D, mejoradas tras identificar problemas de resistencia. En la fase de construcción a escala 1:1, se usaron los mismos materiales adaptados, y la fabricación digital aseguró precisión y optimización del tiempo. El éxito del prototipo validó su estabilidad estructural y el enfoque iterativo adoptado.



3.4) Introducción

El proceso de desarrollo y construcción de un prototipo arquitectónico comprende diversas etapas clave, comenzando con la creación de una versión a escala reducida y culminando en la construcción a tamaño real. En este caso, la fabricación del prototipo a escala 1:10 permitió perfeccionar tanto el diseño estructural como las soluciones tecnológicas necesarias antes de proceder a la versión final a escala 1:1. La implementación de herramientas digitales avanzadas resultó fundamental para realizar simulaciones precisas del comportamiento estructural, permitiendo identificar puntos críticos y optimizar tanto las uniones como la distribución de fuerzas en la estructura.

Uno de los desafíos más importantes fue el diseño de las uniones, que fueron producidas mediante impresión 3D. Durante la fase de pruebas en el comienzo del ensamblaje del prototipo 1:1, se detectaron problemas de resistencia en las uniones debido a un relleno insuficiente, lo que llevó a una serie de ajustes en el diseño. Estos cambios implicaron la impresión de las piezas con un relleno completamente sólido, mejorando significativamente su durabilidad y capacidad para soportar las fuerzas de compresión, tensión y torsión a las que estaría sometida la estructura en su versión final.

La construcción del prototipo a escala 1:1 se llevó a cabo utilizando los mismos materiales empleados en la versión reducida, pero adaptados a las dimensiones reales de la estructura. En este proceso, la fabricación digital continuó siendo una herramienta esencial, garantizando precisión en la creación de las uniones y facilitando la optimización del tiempo de construcción. El ensamblaje de los módulos de tetrapas cubriendo un área de 3x3 metros demostró el éxito del prototipo, validando tanto el proceso de fabricación como la eficiencia del diseño estructural.

Este enfoque iterativo, desde el prototipo a escala hasta la construcción final, no solo asegura la viabilidad técnica del proyecto, sino que también resalta la importancia de la fabricación digital y el diseño paramétrico en la arquitectura móvil moderna, garantizando un producto final que cumple con las exigencias de estabilidad, funcionalidad y seguridad.



Figure 7. Investigadores con prototipo escala 1 en 1
Fuente: Elaborado por el autor

3.5) Construcción de prototipo 1 en 1

Tras el desarrollo y perfeccionamiento del prototipo a escala 1:10, se procede a la construcción del prototipo en su tamaño real, a escala 1:1. En esta fase, se mantienen los mismos materiales utilizados en la versión reducida, pero con las dimensiones correspondientes a la magnitud real. La fabricación digital sigue desempeñando un papel fundamental en el proceso, especialmente en la producción de las uniones impresas en 3D, que son responsables del mecanismo de plegado de la estructura.

A lo largo del desarrollo, estas uniones han sido optimizadas para resolver los problemas surgidos durante el ensamblaje, como las fisuras generadas por una densidad insuficiente en el relleno. Debido a estos inconvenientes, se optó por imprimir las piezas con un relleno sólido al 100%, lo que ha mejorado significativamente su resistencia y funcionalidad. Esta decisión ha cambiado la percepción inicial de que las uniones impresas solo se utilizarían en el prototipo a pequeña escala para luego ser reemplazadas por moldes en la versión a tamaño real. En lugar de eso, han demostrado ser lo suficientemente robustas para ser implementadas en la construcción definitiva del prototipo.

En este ejercicio de construcción, se ensamblaron cuatro módulos de tetrapas, cubriendo un área de 3 x 3 metros. El resultado ha confirmado el éxito del prototipo, desde su diseño digital hasta su materialización física. La estructura ha cumplido con las expectativas, validando el proceso de fabricación digital y garantizando un óptimo rendimiento en su aplicación práctica.

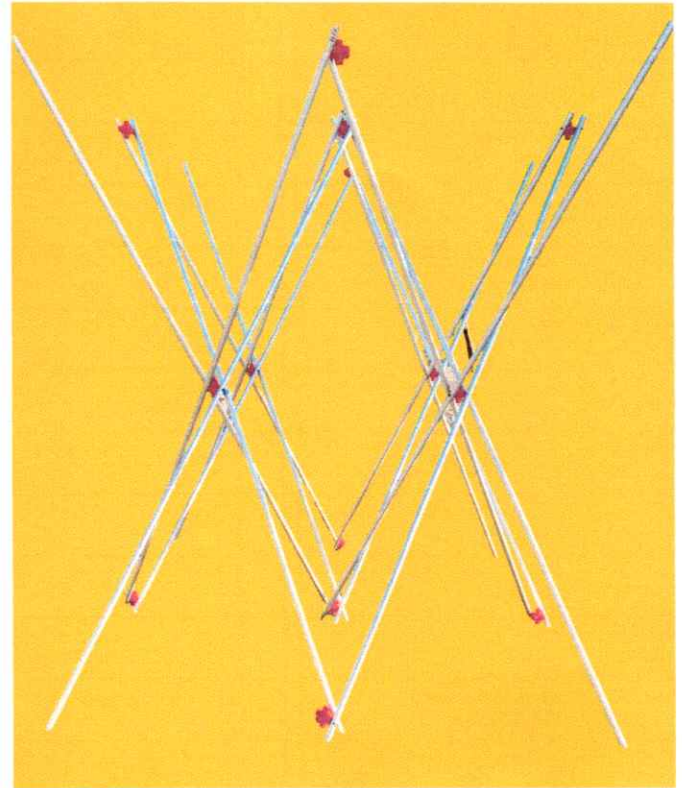


Figure 8. Prototipo de estructura desplegable con impresión 3D escala 1 en 1
Fuente: Elaborado por el autor

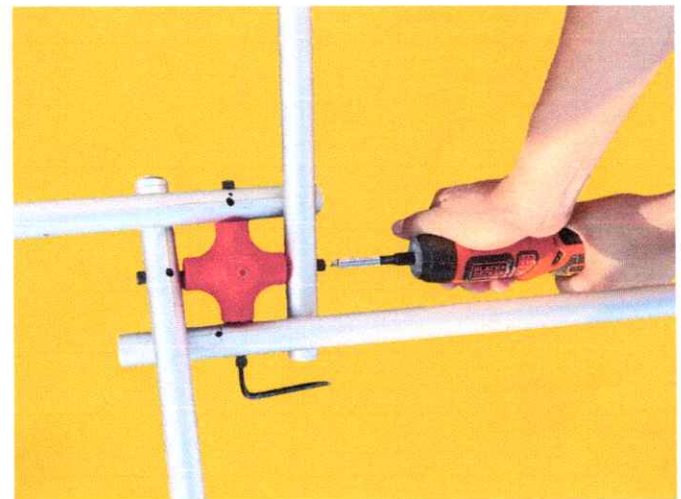


Figure 9. Ensamblaje de prototipo de estructura desplegable con impresión 3D escala 1 en 1. Fuente: Elaborado por el autor



Figure 10.1. Abertura máxima de módulos de prototipo de estructura desplegable con impresión 3d escala 1 en 1. Fuente: Elaborado por el autor



Figure 10.2. Encogimiento máximo de módulos de prototipo de estructura desplegable con impresión 3d escala 1 en 1. Fuente: Elaborado por el autor

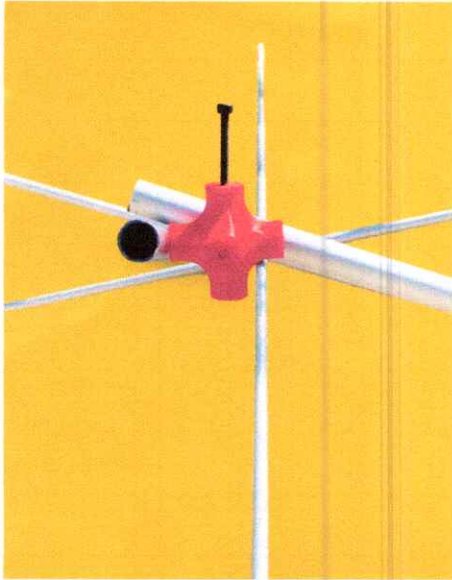


Figure 11.1. Prototipo de estructura desplegable con impresión 3D escala 1 en 1
Fuente: Elaborado por el autor

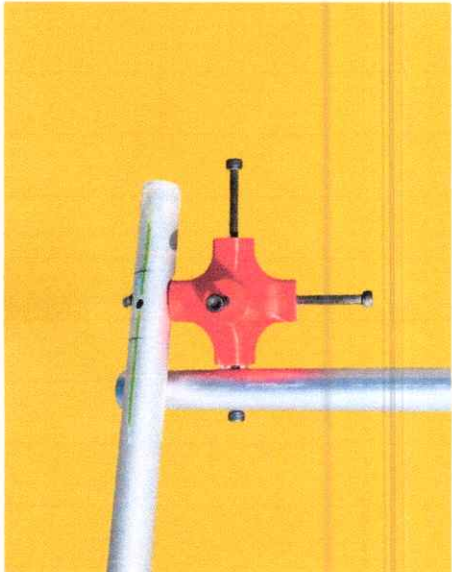


Figure 11.2. Prototipo de estructura desplegable con impresión 3D escala 1 en 1
Fuente: Elaborado por el autor



Figure 11.3 Prototipo de estructura desplegable con impresión 3D escala 1 en 1
Fuente: Elaborado por el autor



Figure 12. Prototipo de estructura desplegable con impresión 3D escala 1 en 1
Fuente: Elaborado por el autor



Figure 13. Prototipo de estructura desplegable con impresión 3D escala 1 en 1
Fuente: Elaborado por el autor