

# TESIS UNO:UNO

**Autores:** Arqs. Pablo Lista, Maximiliano Torchio, Diego Veglio y Marcos Vega Ojeda.

**Cátedra Arquitectura VIA-FAUD-UNC:** Prof. Titular Arq. Alejandro Cohen, Prof. Adjuntos Arqs. Alberto Baulina y Cristian Nanzer; Prof. Adjunta Especialidad Estructuras: Arq. María del C. Fernández Saiz; Prof. Asistente: Arq. Javier Giorgis.

## TESIS 1 EN 1

Autora: María del Carmen Fernández Saiz, directora del Taller de Investigación de Diseño Estructural, FAUD - UNC

El presente trabajo describe una experiencia realizada en la FAUD, en la que se ha participado activamente desde la etapa de gestación de la idea y conceptualización, hasta su concreción, asesorando a los estudiantes durante todo el proceso, en los temas específicos de estructuras. Este ejercicio persigue, desde lo pedagógico, la síntesis de conocimientos teóricos y prácticos adquiridos previamente y aplicados a una construcción real con recursos y tiempos definidos. Es lo que denominamos la PRAXIS del aprendizaje, como culminación del proceso, o punto de partida de nuevas experiencias.

### Contexto

El Taller de Investigación de Diseño Estructural (TIDE) se dedica, desde 1992, a la investigación en el diseño de estructuras, al dictado de materias en el grado y en el posgrado y a tareas de extensión, consultorías y asesoramientos técnicos. Desde este espacio académico se prioriza la constante

relación entre los contenidos básicos del diseño estructural y su transferencia al diseño arquitectónico, intentando siempre contextualizar cualquier ejercicio de resolución práctica. Se pretende formar al alumno en la disciplina “estructuras” en relación al diseño arquitectónico integral, capacitándolo fundamentalmente en el diseño conceptual de la estructura.

En consecuencia, las experiencias de construcción 1 en 1 se presentan como una oportunidad para ensayar procedimientos proyectuales que permiten la verificación del manejo de los aspectos tecnológicos desde la misma génesis del proceso proyectual, sobre la base de un conocimiento conceptual del diseño estructural y de las lógicas constructivas que posibiliten su materialización.

Incentivar exploraciones de estas características surge como metodología alternativa para transferir conocimientos teóricos disciplinares.



### TESIS 1 EN 1

Se relata la experiencia de un equipo de estudiantes de la carrera de arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la UNC que, con el aval de la Cátedra de Arquitectura 6A (Tesis), propusieron la realización de un proyecto construido en escala real, como trabajo final de carrera.

La idea encuentra su inspiración en el Workshop Torres de Papel que se dictó en la misma facultad (2015). En esa oportunidad, a partir de un material singular (tubos de cartón) se ensayaron prototipos estructurales para lograr modelos que dieran soporte a módulos espaciales.

Se puede citar como referencia más próxima la modalidad de Trabajo Final de Carrera que se ha implementado, desde el año 2004, en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Talca, Chile. Con el nombre “Obra de Titulación”, los alumnos deben desarrollar e implementar su trabajo de titulación como una Obra Construida, lo que permite verificar que las competencias respectivas estén debidamente instaladas en el estudiante que obtiene el título de arquitecto y para lo cual la obra construida ha demostrado ser el indicador preciso.

Este formato presenta para los futuros profesionales, y también para los profesores, el desafío académico de abordar métodos alternativos para transferir y verificar los contenidos teóricos de la disciplina, considerando el perfil profesional que deben tener nuestros egresados.

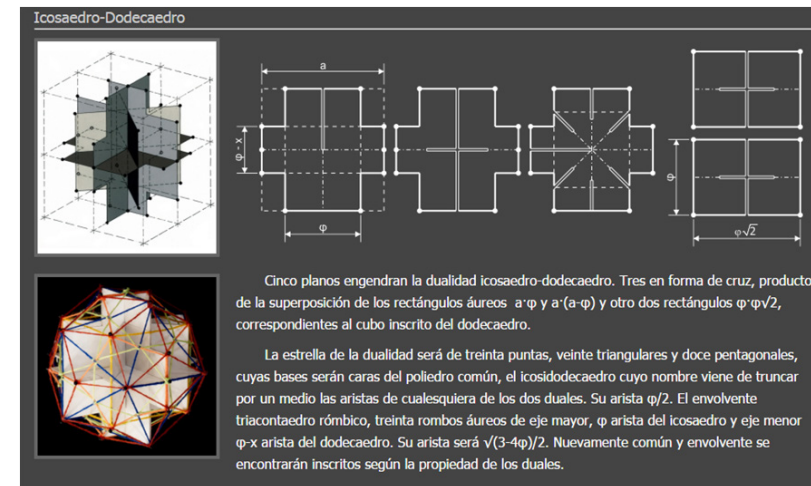
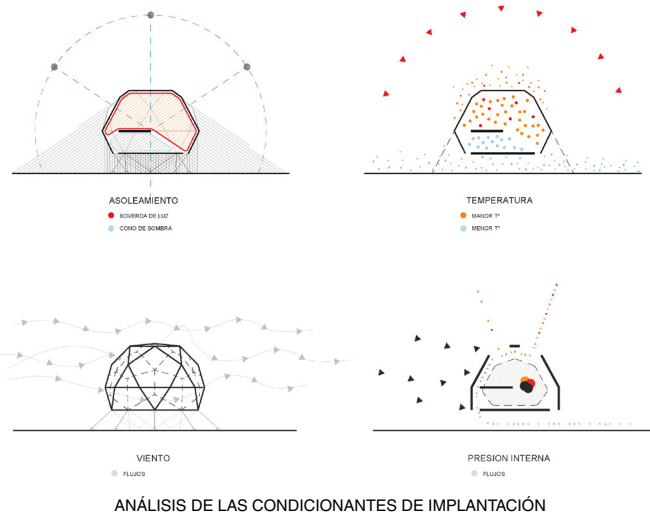
RENDER

La construcción en escala real incorpora un vasto campo de investigación tecnológica y material y es a partir de la experiencia previa de construcción 1 en 1 que se definieron las herramientas, instrumentos y metodologías necesarias para comenzar el nuevo proceso.

Como parte de un proceso de investigación de arquitectura alternativa, el equipo propuso un módulo de emergencia a emplearse como refugio temporal en caso de desastres naturales, pensado en función a variables económicas, climáticas y tecnológicas características de nuestro medio.

Se diseñó un módulo arquitectónico-estructural que, en colaboración con una cobertura tensada de material impermeable y aislante, resolviera las necesidades de cobijo y privacidad en situaciones extremas.

Algunos de los supuestos previstos para el proyecto fueron: ligereza, resistencia, facilidad de traslado y montaje, de bajo impacto ambiental, el uso de tecnologías accesibles y la sustentabilidad de los procesos de producción. Todas estas facultades, bajo el propósito principal de permitir responder con inmediatez ante la necesidad de albergue provisorio en situación de crisis.

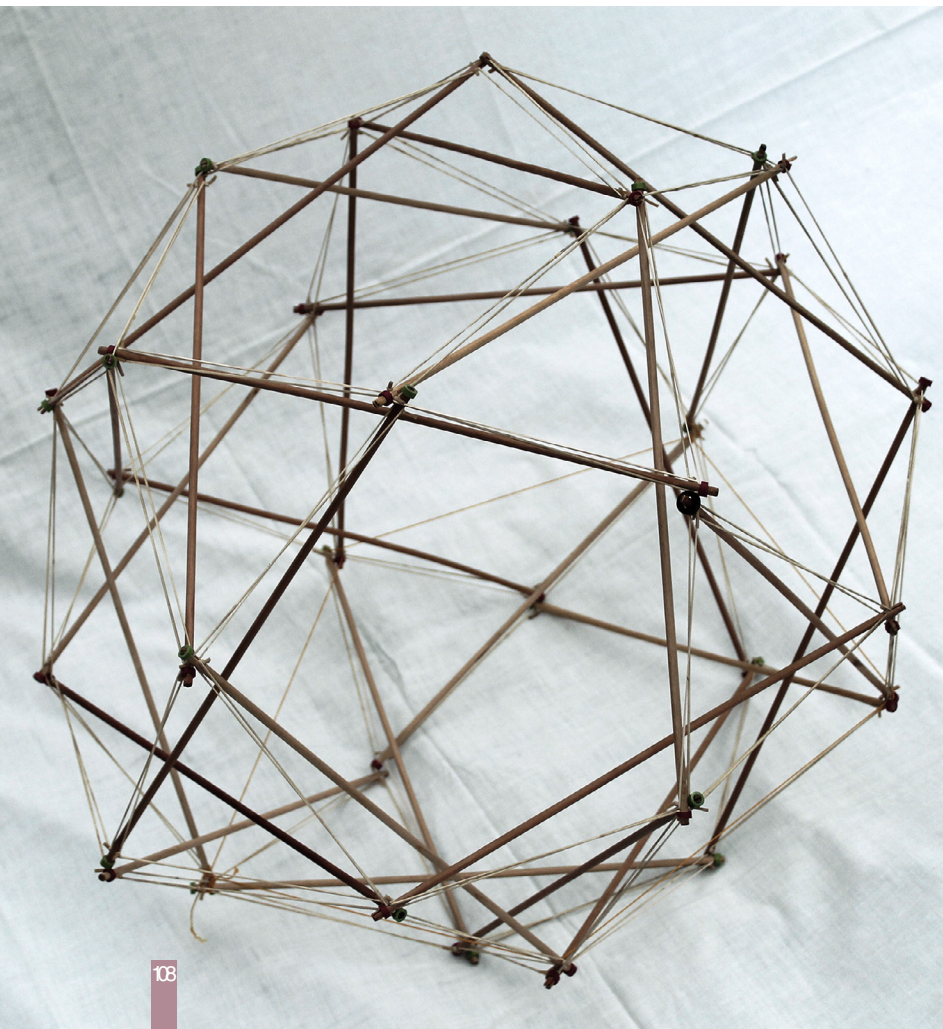


### La búsqueda de la forma estructural

Para la definición de la estructura se profundizó en la investigación sobre las "Tensegrity", estructuras reticuladas conformadas por componentes aislados comprimidos, unidos únicamente por medio de componentes traccionados (cables) que son los que delimitan espacialmente dicho sistema.

Se comenzó a diseñar a partir de maquetas a escala, definiendo entramados estructurales complejos conformados por elementos filares a tracción y compresión, que se vinculaban entre sí, de manera de asegurar la estabilidad espacial del conjunto. Cada módulo fue definido con pequeñas variaciones de la geometría.





Una maqueta real, que permite al estudiante experimentar geometrías y tipologías estructurales con elementos y materiales diferentes, conjuga funcionamiento y forma de una manera empírica-experimental, probando distintas alternativas, hasta lograr el correcto criterio de estabilización y rigidización del sistema estructural.

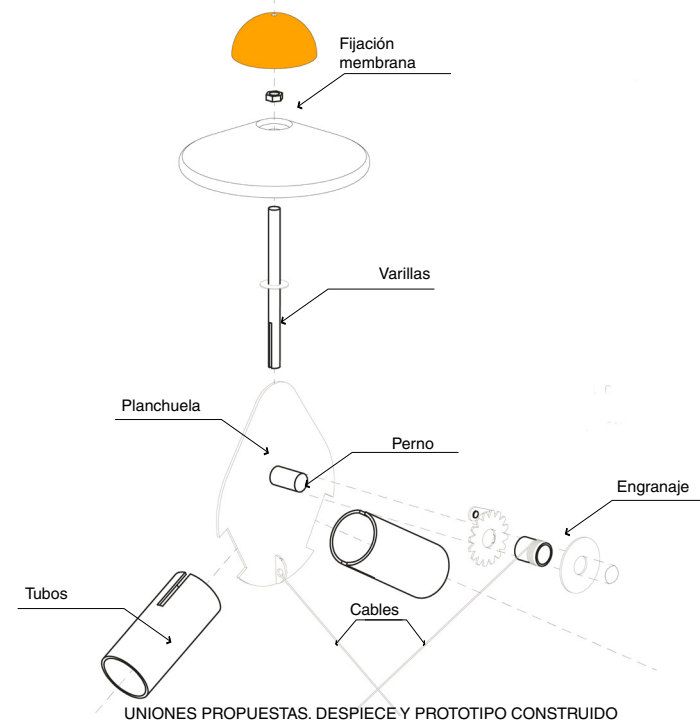
El análisis del comportamiento estructural de los modelos físicos permitió inferir sobre el tipo de solicitaciones que actúan sobre cada componente estructural y reconocer los puntos críticos que deben resolverse para garantizar la factibilidad constructiva.

El mecanismo finalmente se conformó por un sistema tridimensional complejo de marcos rígidos vinculados a través de una red de tensores que le proporcionó estabilidad espacial a la estructura. Los marcos de figura pentagonal estaban conformados por barras tubulares de 3 metros de longitud, vinculadas entre sí por chapas nodales especialmente diseñadas para garantizar la continuidad entre barras.

#### Definición material

Considerando las posibilidades de obtener financiamiento para la construcción del proyecto, y su posterior traslado y montaje en otros espacios, se resolvió trabajar con tubos de acero, para las piezas sometidas a compresión y flexión, y cables estructurales galvanizados para los elementos de tracción.

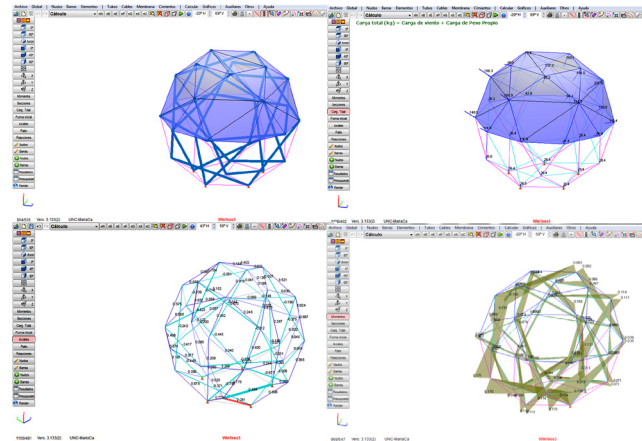
Para el diseño de las uniones se utilizó también acero. La pieza, diseño original del equipo, consistía en una chapa nodal fabricada de manera artesanal que vinculaba las barras rígidas del sistema entre sí con los cables pretensados. Estos nudos, conformados por planchuelas soldadas con varillas y terminales, generan una unión rígida entre los tubos que conforman los marcos estructurales, permitiendo enhebrar los tensores pasantes y pretensar los terminales, mediante un sistema de perno y engranaje giratorio, y fijar la membrana de cubierta.





### Modelado con software para la evaluación de deformaciones y verificación seccional

En paralelo, se construyó el modelo digital de la propuesta con el programa Win Tess<sup>1</sup>, específico para diseño y cálculo de tensoestructuras, para realizar la evaluación de deformaciones y la verificación seccional de los componentes de la estructura para las diferentes combinaciones de cargas fijadas por el reglamento. Este modelado sirvió también para la representación precisa de la geometría de la estructura, que permitiría el replanteo en obra y el patronaje y confección de la cubierta.



MODELADO CON SOFTWARE WIN TESS. ESTRUCTURA, ACCIONES DE VIENTO Y SOLICITACIONES EN BARRAS.



UNIONES Y MARCOS RÍGIDOS.

### El problema del montaje

Para el montaje debía considerarse la inclinación de los elementos principales, por lo que se decidió construir previamente los marcos rígidos al pie de obra, lo que permitió reducir la demanda de trabajo aéreo.

Se construyó una estructura provisoria de andamios para el trabajo en el aire y para el izado manual de los marcos.

Las longitudes de las barras componentes resultaron finalmente de 2 metros (originariamente eran 3 metros), ya que se modificaron en función de la altura de los andamios disponibles.

Durante todo el proceso de construcción se contó con elementos de apuntalamiento transitorios que fueron retirados luego de enlazar los cables y aplicarles la tensión de diseño.

Con la ayuda de elementos auxiliares se replantearon las coordenadas para el izado del primer marco que daba origen al montaje del sistema completo y que, debido a su geometría, complejizó la tarea, demandando más tiempo y mano de obra de lo previsto por el equipo y generando dudas sobre su factibilidad para ser utilizado como sistema de fácil montaje.

El corte de las piezas, así como la manufactura de todos los elementos de unión, se realizó de modo artesanal, al igual que la confección de la cubierta de tela tensada. Esta condición generó errores en las dimensiones de las piezas, complicando el proceso de montaje, obligando al equipo a rehacer algunas de ellas y a efectuar ajustes en obra, los que se percibieron como detalles mal resueltos.



PROCESO DE MONTAJE. ESTRUCTURA AUXILIAR



MONTAJE EN OBRA. MAQUETA DE ESTUDIO Y ANDAMIO AUXILIAR CONSTRUIDO





Como retroalimentación sobre esa experiencia, se considera deseable incorporar el modelado digital, articulando con un software de control numérico, que permita mayor exactitud en las medidas y en la producción de detalles, con la posibilidad de realizar los ajustes necesarios a partir de sucesivos replanteos durante el montaje y que incluya la mejora de los vínculos entre elementos estructurales, tendientes a optimizar la estructura y facilitar el proceso de montaje. En este sentido, el sistema de construcción propuesto, abre la posibilidad de ensayar trabajos interdisciplinarios, entre los campos del Diseño Industrial y la Arquitectura, y la problemática de la producción industrial vinculada al medio.

### CONCLUSIONES Y OPORTUNIDADES

Como estrategia pedagógica, la construcción de prototipos en escala real, incorpora la investigación tecnológica y material en el proceso de aprendizaje y permite la puesta en práctica de los conocimientos teóricos e instrumentales aprendidos en la carrera, al tiempo de incorporar, como parte de la pertinencia de la disciplina, la complejidad de la programación y logística de llevar adelante la concreción de un proyecto. Este tipo de experiencias capacita a los estudiantes para ejercitar un juicio crítico y comprender las instancias no resueltas en la etapa de proyecto, y posibilita que operen como verdaderos agentes de la construcción de sus saberes, responsables de sus propios procesos de aprendizaje. En este proceso de formación, los docentes reconocemos el principio de integración del conocimiento como un método de enseñanza adecuado para la consecución de los objetivos didácticos y pedagógicos formulados. Incentivar exploraciones de estas características surge como metodología alternativa para transferir conocimientos teóricos disciplinares. Los modos y los espacios de aprendizaje pueden replantearse y evolucionar como respuesta a los nuevos paradigmas que tienden a poner en valor los aspectos técnicos de la arquitectura contemporánea. Este trabajo final de carrera obtuvo el Primer Premio BIAAR 2016 en la categoría Prácticas Académicas, Área técnica, artesanía e industria.

