

JIDA'25  
INTERNACIONALES

XIII JORNADAS  
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE  
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION  
IN ARCHITECTURE JIDA'25

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ  
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'25

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA Y  
EDIFICACIÓN DE CARTAGENA (ETSAE-UPCT)

13 Y 14 DE NOVIEMBRE DE 2025



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH



f SéNeCa<sup>(+)</sup>  
Agencia de Ciencia y Tecnología  
Región de Murcia

Organiza e impulsa **Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC)**

*El Congreso (22893/OC/25) ha sido financiado por la Consejería de Medio Ambiente, Universidades, Investigación y Mar Menor, a través de la **Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia** (<http://www.fseneca.es>) con cargo al Programa Regional de Movilidad, Colaboración internacional e Intercambio de Conocimiento “Jiménez de la Espada” en el marco de la convocatoria de ayudas a la organización de congresos y reuniones científico-técnicas (plan de actuación 2025).*

### Editores

Berta Bardí-Milà, Daniel García-Escudero

### Edita

Iniciativa Digital Politècnica, Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

**ISBN** 979-13-87613-89-1 (IDP-UPC)

**eISSN** 2462-571X

© de los textos y las imágenes: los autores

© de la presente edición: Iniciativa Digital Politècnica, Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:

Reconocimiento - No comercial - SinObraDerivada (cc-by-nc-nd):

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

La inclusión de imágenes y gráficos provenientes de fuentes distintas al autor de la ponencia, están realizadas a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico; siempre indicando su fuente y, si se dispone de él, el nombre del autor.



## **Comité Organizador JIDA'25**

### ***Dirección y edición***

#### **Berta Bardí-Milà (UPC)**

Dra. Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAB-UPC

#### **Daniel García-Escudero (UPC)**

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAB-UPC

### ***Organización***

#### **Pedro García Martínez (ETSAE-UPCT)**

Dr. Arquitecto, Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación.  
Área de Proyectos Arquitectónicos

#### **Pedro Jiménez Vicario (ETSAE-UPCT)**

Dr. Arquitecto, Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación. Área de  
Expresión Gráfica Arquitectónica

#### **Joan Moreno Sanz (UPC)**

Dr. Arquitecto, Departamento de Urbanismo, Territorio y Paisaje, ETSAB-UPC

#### **David Navarro Moreno (ETSAE-UPCT)**

Dr. Ingeniero de Edificación, Departamento de Arquitectura y Tecnología de la  
Edificación. Área de Construcciones Arquitectónicas

#### **Raffaele Pérez (ETSAE-UPCT)**

Dr. Arquitecto. Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación. Personal  
Técnico de Administración y Servicios

#### **Manuel Alejandro Ródenas López (ETSAE-UPCT)**

Dr. Arquitecto. Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación. Área de  
Expresión Gráfica Arquitectónica

#### **Judit Taberna Torres (UPC)**

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

### ***Coordinación***

#### **Alba Arboix Alió (UB)**

Dra. Arquitecta, Departamento de Artes Visuales y Diseño, UB

## **Comité Científico JIDA'25**

### **Francisco Javier Abarca Álvarez**

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, ETSAG-UGR

### **Luisa Alarcón González**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

### **Lara Alcaina Pozo**

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EAR-URV

### **Alberto Álvarez Agea**

Dr. Arquitecto, Expresión Gráfica Arquitectónica, EIF-URJC

### **Irma Arribas Pérez**

Dra. Arquitecta, Diseño, IED

### **Raimundo Bambó Naya**

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, EINA-UNIZAR

### **Macarena Paz Barrientos Díaz**

Dra. Arquitecta, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile

### **Teresita Paz Bustamante Bustamante**

Arquitecta, Magister en Arquitectura del Paisaje, Universidad San Sebastián, sede Valdivia, Chile

### **Belén Butragueño Diaz-Guerra**

Dra. Arquitecta, CAPP, UTA, School of Architecture, USA

### **Francisco Javier Castellano-Pulido**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, eAM-UMA

### **Raúl Castellanos Gómez**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

### **Nuria Castilla Cabanes**

Dra. Arquitecta, Construcciones arquitectónicas, ETSA-UPV

### **David Caralt**

Arquitecto, Universidad San Sebastián, sede Concepción, Chile

### **Rafael Córdoba Hernández**

Dr. Arquitecto, Urbanística y Ordenación del Territorio, ETSAM-UPM

### **Rafael de Lacour Jiménez**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSAG-UGR

### **Eduardo Delgado Orusco**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

### **Débora Domingo Calabuig**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

**Jose María Echarte Ramos**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EIF-URJC

**Elena Escudero López**

Dra. Arquitecta, Urbanística y Ordenación del Territorio, Escuela de Arquitectura - UAH

**Antonio Estepa Rubio**

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, USJ

**Sagrario Fernández Raga**

Dra. Arquitecta, Composición Arquitectónica, ETSAVA-Uva

**Nieves Fernández Villalobos**

Dra. Arquitecta, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-Uva

**Maritza Carolina Fonseca Alvarado**

Dra.(c) en Desarrollo Sostenible, Arquitecta, Universidad San Sebastián, sede De la Patagonia, Chile

**Arturo Frediani Sarfati**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-URV

**David García-Asenjo Llana**

Dr. Arquitecto, Composición Arquitectónica, EIF-URJC

**Sergio García-Pérez**

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, EINA-UNIZAR

**Arianna Guardiola Villora**

Dra. Arquitecta, Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, ETSA-UPV

**Ula Iruretagoiena Busturia**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA UPV/EHU

**Ana Eugenia Jara Venegas**

Arquitecta, Universidad San Sebastián, sede Concepción, Chile

**Laura Jeschke**

Dra. Paisajista, Urbanística y Ordenación del Territorio, EIF-URJC

**José M<sup>a</sup> Jové Sandoval**

Dr. Arquitecto, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UVA

**Juan Carlos Lobato Valdespino**

Dr. Arquitecto, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

**Emma López Bahut**

Dra. Arquitecta, Proyectos, Urbanismo y Composición, ETSAC-UdC

**Ignacio Javier Loyola Lizama**

Arquitecto, Máster Estudios Avanzados, Universidad Católica del Maule, Chile

**Íñigo Lizundia Uranga**

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSA UPV/EHU

**Carlos Marmolejo Duarte**

Dr. Arquitecto, Gestión y Valoración Urbana, ETSAB-UPC

**Raquel Martínez Gutiérrez**

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EIF-URJC

**Ana Patricia Minguito García**

Arquitecta, Composición Arquitectónica, ETSAM-UPM

**María Pura Moreno Moreno**

Dra. Arquitecta y Socióloga, Composición Arquitectónica, EIF-URJC

**Isidro Navarro Delgado**

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

**Olatz Ocerin Ibáñez**

Arquitecta, Dra. en Filosofía, Construcciones Arquitectónicas, ETSA UPV/EHU

**Ana Belén Onecha Pérez**

Dra. Arquitecta, Tecnología de la Arquitectura, ETSAB-UPC

**Daniel Ovalle Costal**

Arquitecto, The Bartlett School of Architecture, UCL

**Iñigo Peñalba Arribas**

Dr. Arquitecto, Urbanismo y Ordenación del Territorio, ETSA UPV/EHU

**Oriol Pons Valladares**

Dr. Arquitecto, Tecnología de la Arquitectura, ETSAB-UPC

**Antonio S. Río Vázquez**

Dr. Arquitecto, Proyectos, Urbanismo y Composición, ETSAC-UdC

**Carlos Rodríguez Fernández**

Dr. Arquitecto, Composición Arquitectónica, ETSAVA-Uva

**Emilia Román López**

Dra. Arquitecta, Urbanística y Ordenación del Territorio, ETSAM-UPM

**Irene Ros Martín**

Dra. Arquitecta Técnica e Ingeniera de Edificación, Construcciones Arquitectónicas, EIF-URJC

**Borja Ruiz-Apiláñez Corrochano**

Dr. Arquitecto, UyOT, Ingeniería Civil y de la Edificación, EAT-UCLM

**Mara Sánchez Llorens**

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

**Mario Sangalli**

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA UPV/EHU

**Marta Serra Permanyer**

Dra. Arquitecta, Teoría e Historia de la Arquitectura, ETSAV-UPC

**Koldo Telleria Andueza**

Dr. Arquitecto, Urbanismo y Ordenación del Territorio, ETSA UPV/EHU

**Ramon Torres Herrera**

Dr. Físico, Departamento de Física, ETSAB-UPC

**Francesc Valls Dalmau**

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

**José Vela Castillo**

Dr. Arquitecto, IE School of Architecture and Design, IE University, Segovia and Madrid

**Ferran Ventura Blanch**

Dr. Arquitecto, Arte y Arquitectura, eAM'-UMA

**Ignacio Vicente-Sandoval González**

Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, EIF-URJC

**Isabel Zaragoza**

Dra. Arquitecta, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

## ÍNDICE

1. **La integración del Análisis del Ciclo de Vida en la enseñanza proyectual transversal. *The integration of Life Cycle Assessment into cross-disciplinary project design teaching.*** Rey-Álvarez, Belén.
2. **El dibujo a línea como proceso iterativo en el proyecto de arquitectura. *Line drawing as an iterative process in architectural design.*** Rodríguez-Aguilera, Ana Isabel; Infantes-Pérez, Alejandro; Muñoz-Godino, Javier.
3. **Graphic references: collaborative dynamics for learning architectural communication. *Referentes gráficos: dinámicas colaborativas para aprender a comunicar la arquitectura.*** Roca-Musach, Marc.
4. **Viviendas resilientes: estrategias evolutivas frente al cambio y la incertidumbre. *Resilient housing: evolutionary strategies in the face of change and uncertainty.*** Breton, Fèlix.
5. **Atravesar el plano: aprender arquitectura desde la performatividad. *Crossing the Plane: Learning Architecture through Performativity.*** Machado-Penso, María Verónica.
6. **Transferencias gráficas: procesos mixtos de análisis arquitectónico. *Graphic transfers: mixed processes of architectural analysis.*** Prieto Castro, Salvador; Mena Vega, Pedro.
7. **Digitalización en la enseñanza de arquitectura: aprendizaje activo, reflexión y colaboración con herramientas digitales. *Digitalizing architectural education: active learning, reflection, and collaboration with digital tools.*** Ramos-Martín, M.; García-Ríos, I.; González-Uriel, A.; Aliberti, L.
8. **Aprendizaje activo en asignaturas tecnológicas de máster a través del diseño integrado. *Active learning in technological subjects of master through integrated design.*** Pérez-Egea, Adolfo; Vázquez-Arenas, Gemma.
9. **Narrativas: una herramienta para el diseño de visualizaciones emancipadas de la vivienda. *Storytelling: a tool for designing emancipated housing visualizations.*** López-Ujaque, José Manuel; Navarro-Jover, Luis.
10. **La Emblemática como género y herramienta para la investigación. *The Emblematic as a genre and tool for research.*** Trovato, Graziella.
11. **Exponer para investigar: revisión crítica de un caso de la Escuela de Valparaíso [1982]. *Research by Exhibiting: A Critical Review of a case of the Valparaíso School [1982].*** Coutand-Talarico, Olivia.
12. **Investigación y desarrollo de proyectos arquitectónicos a través de entornos inmersivos. *Research and development of architectural projects through immersive environments.*** Ortiz Martínez de Carnero, Rafael.
13. **Pedagogía de la biodiversidad en Arquitectura: aprender a cohabitar con lo vivo. *Biodiversity Pedagogy in Architecture: Learning to Cohabit with the Living.*** Luque-García, Eva; Fernández-Valderrama, Luz.
14. **Du connu à l'inconnu: aprendiendo Geometría Descriptiva a través del diseño. *Du connu à l'inconnu: Learning Descriptive Geometry by the design.*** Moya-Olmedo, Pilar; Núñez-González, María.
15. **Aprender dibujo a través del patrimonio sevillano: una experiencia de diseño. *Learning Drawing through Sevillian Heritage: A Design-Based Experience.*** Núñez-González, María; Moya-Olmedo, Pilar.

16. **Diseño participativo para el Bienestar Social: experiencias para la innovación educativa. *Participatory Design for Social Well-Being: Experiences for Educational Innovation.*** Esmerado Martí, Anaïs; Martínez-Marcos, Amaya.
17. **Research by Design y Crisis Migratoria en Canarias: contra-cartografía y contra-diseño. *RbD and Migration Crisis in the Canary Islands: Counter-cartography & Counter-design.*** Cano-Ciborro, Víctor.
18. **Post-Occupancy Representation: Drawing Buildings in Use for Adaptive Architecture. *Representación post-ocupacional: dibujar edificios en uso para una arquitectura adaptativa.*** Cantero-Vinuesa, Antonio; Corbo, Stefano.
19. **Barrios habitables: reflexionando sobre la vivienda pública en poblaciones rurales vascas. *Livable neighborhoods: reflecting on public housing in basque countryside villages.*** Collantes Gabella, Ezequiel; Díez Oronoz, Aritz; Sagarna Aramburu, Ainara.
20. **Tentativa de agotamiento de un edificio. *An attempt at exhausting a building.*** González-Jiménez, Beatriz S.; Enia, Marco; Gil-Donoso, Eva.
21. **Antropometrías dibujadas: una aproximación gráfica a cuerpo, objeto y espacio interconectados. *Drawn anthropometries: a graphic approach to the interconnected body, object and space.*** De Jorge-Huertas Virginia; López Rodríguez, Begoña; Zarza-Arribas, Alba.
22. **Apropiaciones: una metodología para proyectar mediante fragmentos gráficos y materiales. *Appropriations: a methodology for designing through graphic fragments and materials.*** Casino-Rubio, David; Pizarro-Juanas, María José; Rueda-Jiménez, Óscar.
23. **Arquitectura en la coproducción ecosistémica, desafío disciplinar y didáctica proyectual. *Architecture in ecosystemic co-production, disciplinary challenge and design didactics.*** Reyes-Busch, Marcelo; Saavedra-Valenzuela, Ignacio; Vodanovic-Undurraga, Drago.
24. **Turism\_igration: Infraesculturas para una espacialidad compartida. *Turism\_igration: Infrasculptures for a shared spatiality.*** Vallespín-Toro, Nuria.
25. **Pedagogías nómadas: arquitectura como experiencia vivencial en viajes y talleres interdisciplinarios. *Nomadic Pedagogies: Architecture as a Lived Experience in Travel and Interdisciplinary Workshops.*** Galleguillos-Negróni, Valentina; Mazzarini-Watts, Piero; Mackenney-Poblete, Óscar; Ulriksen-Ojeda, Karen.
26. **Abstracción y materia: Investigación proyectual a partir de arquitectura de fortificación. *Abstraction and matter: Design-Based research from fortification architecture.*** Chandía- Arriagada, Valentina; Prado-Lamas, Tomás.
27. **Estudio de caso y Research by Design en historia y teoría de arquitectura, diseño y artes. *Case Study and Research by Design in History and Theory of Architecture, Design and Arts.*** Monard-Arciniegas, Shayarina; Ortiz-Sánchez, Ivonne.
28. **Cartografías y procesos: acciones creativas para la enseñanza de Proyectos Arquitectónicos. *Cartographies and Processes: Creative Approaches to Teaching the Architectural Design.*** Canterla Rufino, María del Pilar; Fernández-Trucios, Sara; García García, Tomás.
29. **Cajón de sastre: una metodología de análisis proyectual. *Grab bag: a methodology for project analysis.*** Muñoz-Calderón, José Manuel; Aquino-Cavero, María Carolina.
30. **Miradas cruzadas: estudio de casos sobre hábitat colectivo como método de investigación. *Crossed perspectives: case studies on collective habitat as a research method.*** Sentieri-Omarrementeria, Carla; van den Heuvel, Dirk; Mann, Eytan.

31. **Espacio Sentido: exploraciones perceptuales con envolventes dinámicas.**  
*Perceived Space: Sensory Explorations through Dynamic Envelopes.* Aguayo-Muñoz, Amaro Antonio; Alvarez-Delgadillo, Anny Cárolay; Cruz-Cuentas, Ricardo Luis; Villanueva-Paredes, Karen Soledad.
32. **Taller de celosías. Truss workshop.** Llorente Álvarez, Alfredo; Arias Madero, Javier.
33. **SPACE STORIES: sistematización del proyecto a través de la experimentación gráfica.** *SPACE STORIES: systematization of the project through graphic experimentation.* Pérez-Tembleque, Laura; Barahona-García, Miguel.
34. **LEÑO: taller de construcción en grupo tras un análisis de indicadores de la enseñanza.** *LEÑO: group construction workshop following an analysis of teaching indicators.* Santalla-Blanco, Luis Manuel.
35. **Dibujar para construir; dibujar para proyectar: una metodología integrada en la enseñanza del dibujo arquitectónico.** *Drawing to Build; Drawing to Design: An Integrated Methodology in Architectural Drawing Education.* Girón Sierra, F.J.; Landínez González-Valcárcel, D.; Ramos Martín, M.
36. **Insectario: estructuras artrópodas para un diseño morfogenético interespecie.** *Insectario: Arthropod Structures for a Morphogenetic Interespecies Design.* Salvatierra-Meza, Belén.
37. **Del análisis al aprendizaje: investigación a través de estructuras de acero reales.** *From analysis to learning: research through real steel structures.* Calabuig-Soler, Mariano; Parra, Carlos; Martínez-Conesa, Eusebio José; Miñano-Belmonte, Isabel de la Paz.
38. **Hashtag Mnemosyne: una herramienta para el aprendizaje relacional de la Historia del Arte.** *Hashtag Mnemosyne: A tool for relational learning of Art History.* García-García, Alejandro.
39. **Investigación material para el diseño: desde lo virtual a lo físico y de regreso.** *Material research for design: moving from virtual to physical and back.* Muñoz-Díaz, Cristian; Opazo-Castro, Victoria; Albayay-Tapia, María Ignacia.
40. **Más allá del objeto: análisis y pensamiento crítico para el diseño de interiores.** *Beyond the Object: Analysis and Critical Thinking for Interior Design.* Gilabert-Sansalvador, Laura; Hernández-Navarro, Yolanda; García-Soriano, Lidia.
41. **Prospección del paisaje como referencia del proyecto arquitectónico.** *Landscape prospection as a reference for the architectural project.* Arcaraz Puntonet, Jon.
42. **Lo importante es participar: urbanismo ecosocial con los pies en el barrio.** *The important thing is to participate: neighbourhood-based eco-social urbanism.* López-Medina, Jose María; Díaz García, Vicente Javier.
43. **Arquitectura post-humana: crea tu bestia “exquisita” y diseña su hogar.** *Post-human architecture: create your “exquisite” beast and design its home.* Vallespín-Toro, Nuria; Servando-Carrillo, Rubén; Cano-Ciborro, Víctor; Gutiérrez-Rodríguez, Orlando.
44. **Proyectar desde el tren: un proyecto colaborativo interuniversitario en el Eixo Atlántico.** *Desing from the train: a collaborative inter-university Project in the Eixo Atlántico.* Sabín-Díaz, Patricia; Blanco-Lorenzo, Enrique M.; Fuertes-Dopico, Oscar; García-Requejo, Zaida.
45. **Reensamblar el pasado: un archivo abierto e interseccional.** *Reassembling the Past: An Open Intersectional Archive.* Lacomba-Montes, Paula; Campos-Uribe, Alejandro; Martínez-Millana, Elena; van den Heuvel, Dirk.

46. **Reflexiones sobre el umbral arquitectónico según un enfoque RbD. *Reflections on the architectural threshold according to an RbD approach.*** Pirina, Claudia; Ramos-Jular, Jorge; Ruiz-Iñigo, Miriam.
47. **Disfraces y fiestas: proyectar desde el juego, la representación y el pensamiento crítico. *Costumes & parties: designing through play, representation, and critical thinking.*** Montoro Coso, Ricardo; Sonntag, Franca Alexandra.
48. **Entrenar la mirada: una experiencia COIL entre arquitectura y diseño de moda. *Training the eye: a COIL experience between Architecture and Fashion Design.*** García-Requejo, Zaida; Sabín-Díaz, Patricia; Blanco-Lorenzo, Enrique M.
49. **Research by Design en arquitectura: criterios, taxonomía y validación científica. *Research by Design in Architecture: Criteria, Taxonomy and Scientific Validation.*** Sádaba, Juan; Arratíbel, Álvaro.
50. **Explorando la materia: aprendiendo a pensar con las manos. *Exploring matter: Learning to think with the hands.*** Alba-Dorado, María Isabel; Andrade-Marques, María José; Sánchez-De la Chica, Juan Manuel; Del Castillo-Armas, Carla.
51. **Las Lagunas de Rabasa: un lugar; dos cursos; una experiencia docente de investigación. *The Rabasa Lagoons: one site, two courses, a research-based teaching experience.*** Castro-Domínguez, Juan Carlos.
52. **Living Labs as tools and places for RbD in Sustainability: transformative education in Architecture. *Living Labs como herramientas y lugares para la RbD en Sostenibilidad: educación transformadora en Arquitectura.*** Masseck, Torsten.
53. **Propuesta (in)docente: repensar la sostenibilidad en arquitectura desde el cuidado. *(Un)teaching Proposal: Rethinking Sustainability in Architecture through care.*** Amoroso, Serafina; Hornillos-Cárdenas, Ignacio, Fernández-Nieto, María Antonia.
54. **Teoría y praxis en proyectos: una metodología basada en la fenomenología del espacio. *Theory and Praxis in Design Projects: A Methodology Based on the Phenomenology of Space.*** Aluja-Olesti, Anton.
55. **Aprendiendo de los maestros: el RbD en la enseñanza del proyecto para no iniciados. *Learning from the Masters: Research by Design in Architectural Education for non-architects.*** Álvarez-Barrena, Sete; De-Marco, Paolo; Margagliotta, Antonino.
56. **Interfases: superposición sistémica para el diagnóstico urbano. *Interfaces: Systemic Overlap for Urban Diagnosis.*** Flores-Gutiérrez, Roberto; Aguayo-Muñoz, Amaro; Retamoso-Abarca, Candy; Zegarra-Cuadros, Daniela.
57. **Del componente a la conexión: taxonomía de los juegos de construcción. *From component to connection: Taxonomy of construction games.*** González-Cruz, Alejandro Jesús; De Teresa-Fernandez Casas, Ignacio.
58. **El *waterfront* como escenario de aprendizaje transversal al servicio de la sociedad. *The Waterfront as a framework for cross-curricular learning at the service of society.*** Andrade-Marqués, Maria Jose; García-Marín, Alberto.
59. **Pedagogías situadas: el bordado como herramienta crítica de representación arquitectónica. *Situated Pedagogies: Embroidery as a critical tool of architectural representation.*** Fuentealba-Quilodrán, Jessica.
60. **Reordenación de un frente fluvial: ejercicio de integración de la enseñanza de arquitectura. *Reorganization of a riverfront: exercise in integration in architectural teaching.*** Coronado-Sánchez, Ana; Fernández Díaz-Fierros, Pablo.

61. **Aprendizaje en arquitectura y paisaje: experiencias docentes en los Andes y la Amazonia. *Architecture and Cultural Landscapes: Learning Experiences in the Andes and Amazon.*** Sáez, Elia; Canziani, José.
62. **Laboratorio común: investigación proyectual desde prácticas de apropiación cultural. *Common Lab: design-based research through cultural appropriation practices.*** Oliva-Saavedra, Claudia; Silva-Raso, Ernesto.
63. **TFMs proyectuales como estrategia de investigación mediante diseño: una taxonomía. *Projectual Master's Theses as Research by Design: A Taxonomy.*** Agurto-Venegas, Leonardo; Espinosa-Rojas, Paulina.
64. **Un Campo de Acción para el entrenamiento del diseño arquitectónico. *A Field of Action for Training in Architectural Design.*** Martínez-Reyes, Federico.
65. **Paisaje y arquitectura en el Geoparque: diseño en red y aprendizaje interdisciplinar. *Landscape and Architecture in the Geopark: Networked Design and Interdisciplinary Learning.*** Vergara-Muñoz, Jaime.
66. **Cosmologías del diseño participativo: curso de verano PlaYInn. *Cosmologies of participatory design: PlaYInn summer course.*** Urda-Peña, Lucila; Garrido-López, Fermina; Azahara, Narjis.
67. **Metamorfosis como aproximación plástica al proceso didáctico proyectual. *Metamorphosis as a sculptural approach to the didactic process of design education.*** Araneda Gutiérrez, Claudio; Ortega Torres, Patricio.
68. **Aprendiendo a diseñar con la naturaleza: proyectando conexiones eco-sociales. *Learning to design with nature: Projecting eco-social connections.*** Mayorga-Cárdenas, Miguel; Pérez-Cambra, María del Mar.
69. **Lagunas, oasis y meandros: espacios para la reflexión en el aprendizaje alternativo de la arquitectura. *Lagoons, oases, and meanders: spaces for reflection in alternative learning about Architecture.*** Solís-Figueroa, Raúl Alejandro.
70. **Juegos de niñez: un modelo pedagógico para el primer semestre de arquitectura. *Child's Play: a pedagogical model for the first semester of architecture.*** Sáez-Gutiérrez, Nicolás; Pérez-Delacruz, Elisa.
71. **Innovación gráfica y programa arquitectónico: diálogos entre Tedeschi y Koolhaas. *Graphic Innovation and Architectural Program: Dialogues Between Tedeschi and Koolhaas.*** Butrón- Revilla, Cinthya; Manchego-Huaquipaco, Edith Gabriela.
72. **Pradoscopio: una pedagogía en torno a la huella digital en el Museo del Prado. *Pradoscope: a pedagogy around the digital footprint in the Prado Museum.*** Roig-Segovia, Eduardo; García-García, Alejandro.
73. **IA en la enseñanza de arquitectura: límites y potencial desde el Research by Design. *AI in Architectural Education: Limits and Potential through Research by Design.*** Simina, Nicoleta Alexandra.
74. **La democracia empieza en la cocina: diseño interdisciplinar para una cocina colaborativa. *Democracy starts at kitchen: interdisciplinary design for a collaborative kitchen.*** Pelegrín-Rodríguez, Marta.

# Investigación material para el diseño: desde lo virtual a lo físico y de regreso

## *Material research for design: moving from virtual to physical and back*

Muñoz-Díaz, Cristian; Opazo-Castro, Victoria; Albayay-Tapia, María Ignacia

Escuela de Arquitectura sede Los Leones, Universidad San Sebastián, Chile. [cristian.munoz@uss.cl](mailto:cristian.munoz@uss.cl); [victoria.opazo@uss.cl](mailto:victoria.opazo@uss.cl); [mignaciaat@gmail.com](mailto:mignaciaat@gmail.com)

---

### Abstract

*This article presents the teaching experience in the course Materials and Structural Systems II at Universidad San Sebastián, aimed at integrating theory and practice in architectural education within the technology line, through an iterative process between the physical and virtual worlds. The methodology combines formal design, structural analysis using software, material experimentation through fabrication processes, and the construction of a full-scale pavilion. The approach seeks to overcome the traditional divide between theory and practice, fostering a critical and experimental understanding of constructive-structural systems. Through collaborative work, moving between virtual simulations and physical prototyping, the process encourages reflection on informed design decisions, recognizing both achievements and mistakes as essential components of the learning process.*

**Keywords:** *technology-based teaching, material system, structural analysis software, theoretical evaluation, empirical exploration.*

**Thematic areas:** *the changing role of architecture, pedagogy, architectural technology, cooperative learning, design/build.*

---

### Resumen

*Este artículo presenta la experiencia docente en el curso Materiales y Sistemas Estructurales II de la Universidad San Sebastián, orientada a integrar teoría y práctica en la enseñanza de la línea de tecnología de la arquitectura, a través de un proceso iterativo entre el mundo físico y virtual. La metodología articula diseño formal, análisis estructuras con software, experimentación material a través de procesos de fabricación y la construcción de un pabellón. El enfoque busca superar la tradicional separación entre teoría y práctica, promoviendo la comprensión crítica y experiencial de los sistemas constructivos-estructurales. A través del trabajo colaborativo, transitando entre simulaciones virtuales y prototipos físicos, se fomenta la reflexión sobre decisiones proyectuales informadas, reconociendo tanto los aciertos como errores como parte esencial del aprendizaje.*

**Palabras clave:** *enseñanza tecnológica, sistema material, software de cálculo, evaluación teórica, exploración empírica.*

**Bloques temáticos:** *el cambiante rol de la arquitectura, pedagogía, tecnología de la arquitectura, aprendizaje cooperativo (AC), design/build.*

---

**Resumen datos académicos**

**Titulación:** Arquitecto/a. Grado

**Nivel/curso dentro de la titulación:** 2º año

**Denominación oficial asignatura, experiencia docente, acción:** Materiales y Sistemas Estructurales II

**Departamento/s o área/s de conocimiento:** Tecnología de la arquitectura, construcción, estructuras, materiales

**Número profesorado:** 2 a 3 profesores, 2 a 3 ayudantes

**Número estudiantes:** de 60 a 90 estudiantes

**Número de cursos impartidos:** 3

**Página web o red social:** no

**Publicaciones derivadas:** no

## Introducción

Teoría y práctica, saber y técnica: la *École des Beaux-Arts* y la *Bauhaus* representan dos modelos educativos en la formación del arquitecto, a partir de estos resulta posible categorizar fácilmente gran parte de las experiencias pedagógicas más emblemáticas de la segunda mitad del siglo XX. La dinámica entre estos -supuestos- polos pareciera describir un constante e infinito movimiento pendular que oscila entre ellos, inclinando la enseñanza de la arquitectura hacia uno u otro enfoque según el momento histórico o el contexto pedagógico.

En los cursos iniciales de la línea de tecnología, esta realidad enfrenta la falta de conocimiento experiencial y vivencia directa (Barbero Barrera et al., 2022), la que se constituye como una de las principales barreras para comprender los sistemas constructivos y su relación con aspectos como la configuración espacial o la materialización. A ello se suma que las asignaturas técnicas con mayor carga teórica suelen apoyarse en metodologías tradicionales -como la clase magistral o la resolución de ejercicios-, lo que dificulta que los estudiantes establezcan conexiones significativas entre los contenidos y su aplicación práctica (Bertol y Álvarez, 2022). Este panorama refuerza la necesidad de generar estrategias pedagógicas que integren teoría y práctica, posibilitando una experiencia tangible y crítica de los sistemas materiales y estructurales que fundamentan la arquitectura.

Ante este panorama, y con el objetivo de superar la supuesta dualidad entre teoría y práctica, el curso *Materiales y Sistemas Estructurales II*<sup>1</sup> propone a los estudiantes discutir y ejecutar procesos de aprendizaje que surgen de la natural oscilación entre teoría y práctica durante el proceso de diseño, interpelando así las experiencias tradicionales y reductivas que han dominado la enseñanza de la arquitectura del siglo pasado, desde las lógicas y herramientas del siglo XXI.

Para el sociólogo Richard Sennett (2013) la distinción y separación entre la praxis y la teoría, es decir, entre la actividad práctica y la intelectual, provoca un perjuicio a esta última, particularmente en lo que respecta al ámbito del análisis y la comprensión de procesos complejos. Por ello, se busca que los estudiantes sean activos en el descubrimiento y la reflexión crítica de las decisiones obtenidas entre la aproximación teórica y la empírica, así el producto final no es el resultado objetual por sí solo sino la materialización de un proceso investigativo e iterativo de diseño. Comprendiendo el oficio del arquitecto para las futuras tecnologías, demandas y modos de trabajo.

En cada iteración (u oscilación) el estudiante toma decisiones proyectuales informadas desde los diversos recursos puestos a disposición, estas evaluaciones ajustan y mejoran el elemento diseñado, siempre bajo una aproximación simultánea entre construcción y estructura. Esta metodología les entrega a los estudiantes un amplio espectro de herramientas de investigación. Como dice Simondon (Sobre la técnica. P. 208) solo con la integración de todas las variables del proceso metodológico de la técnica es posible obtener el máximo beneficio del conocimiento de esta -en este caso- para el proceso de diseño.

---

<sup>1</sup> Curso de 4to semestre de la carrera de arquitectura, correspondiente a la línea de tecnología, en el cual se integran los contenidos del área de construcción y del área de estructuras aplicados al proyecto.

## 1. Contexto: experimentación física-virtual en el proceso formativo

En los últimos años, diversos trabajos presentados en el marco de estas jornadas, así como en publicaciones afines, han destacado la incorporación de tecnologías digitales y de fabricación robótica en asignaturas de carácter técnico -particularmente en el ámbito constructivo-estructural- dentro de la enseñanza de la arquitectura. Entre los ejemplos revisados se identifican propuestas orientadas a la exploración de la fabricación digital y robótica a través de modelos escala 1:1 (Dubor et al., 2019; Mayor, 2022; Fernández et al., 2024; Peña, 2024), uso de softwares de análisis y dimensionamiento estructural (Bertol y Álvarez, 2022), incluso dentro de entornos BIM con un énfasis en criterios de sustentabilidad (González et al., 2022), metodologías que buscan facilitar la complementariedad digital-análoga enfocada en la productividad mediante la identificación temprana de riesgos proyectuales y errores de diseño a través de prototipos (Kim, 2019) o innovación en el proceso de diseño (Aalto University, 2019; Cornell University, 2015). Este último caso, el prototipado en las etapas iniciales del diseño de *Smart Building Envelopes* (SBE) se fundamenta en la complementariedad entre modelos físicos y digitales. El uso del modelo digital se explica a través de cuatro funciones: diseño paramétrico, simulación, BIM y fabricación digital, mientras que el modelo físico permite evaluar el desempeño del diseño a través de la incorporación de procesadores de información, controles, sensores y herramientas de escaneo. De este modo, el uso combinado de ambos modelos, junto con la dinámica de implementación y evaluación, se orienta en reforzar y validar la propuesta de diseño, incrementar su fiabilidad y afinar detalles.

Si bien existe una clara apuesta por la incorporación de medios y herramientas digitales, estas se enfocan principalmente en la aplicación en la fabricación -impresión 3D, corte láser, corte CNC, robot de múltiples ejes (tipo Kuka)- por sobre una integración con tecnologías análogas de uso corriente en la industria de la construcción. En esta misma línea, Arias Madero (2024) señala que “la implementación de herramientas digitales en la enseñanza de la construcción plantea un problema: tiende a reducir la importancia del aprendizaje físico y tangible de los materiales y las técnicas de construcción. La construcción es una disciplina intrínsecamente física, y aunque las herramientas digitales pueden facilitar el aprendizaje de ciertos aspectos del diseño y la planificación, no pueden reemplazar la experiencia práctica de trabajar con materiales reales y comprender cómo se comportan bajo ciertas condiciones”, siendo esta un desafío relevante y urgente que permita volver a vincular la docencia con la realidad contemporánea y futura.

Respecto a experiencias constructivas basadas en prototipos previamente diseñados, donde el énfasis se sitúa en la fabricación y montaje de los elementos que materializaron la propuesta, destaca la *Estación de tren de Kohta* del programa de Madera de la Aalto University (2019). En este proyecto, el encargo consistió en construir un pabellón destinado a brindar refugio frente a las condiciones climáticas adversas de la ciudad. El proyecto fue diseñado conjunto a profesores y estudiantes, estos últimos se dedicaron exclusivamente en el proceso de armado y fabricación de las piezas, utilizando softwares especializados, como el corte CNC, lo que permitió materializar una obra de alta complejidad.

Por último, es de interés el uso de materiales alternativos, como el plástico. Tal es el caso del *The Jello Pavilion* de Cornell University (2015), en el que se emplean grandes cantidades de este material para conformar la envolvente del pabellón, proponiendo un nuevo uso para un recurso contaminante. Este ejercicio, sin embargo, no consideró un análisis estructural en términos de nudos, cargas o esfuerzos.

En definitiva, aunque las experiencias descritas responden a metodologías diferentes -una centrada en la construcción a partir de un diseño previamente definido y otra orientado a la

exploración con materiales alternativos-, todas comparten el propósito de vincular el aprendizaje académico con la experiencia constructiva real, ya sea mediante la precisión en la fabricación de piezas para un sistema de gran escala o través de la experimentación con recursos poco convencionales que amplían el campo de posibilidades materiales.

## 2. El proceso formativo en el curso Materiales y Sistemas Estructurales II

El curso Materiales y Sistemas Estructurales II (MySE II) forma parte del ciclo de formación inicial y corresponde a una asignatura de la línea de tecnología, impartida en el cuarto semestre de la carrera de arquitectura de la Universidad San Sebastián.

Su estructura combina módulos teóricos y prácticos. Los primeros se desarrollan bajo el modelo de cátedra tradicional, durante los dos tercios iniciales del semestre, abarcan desde la definición del sistema estructural, las propiedades mecánicas de los materiales, a los tipos de unión y las tecnologías de la construcción, coordinado con los desafíos desarrollados en el ejercicio práctico.

En tanto, los módulos prácticos -que ocupan los módulos 3 y 4 de cada semana- se enfocan en el trabajo de taller, donde los estudiantes adquieren un aprendizaje experimental mediante el contacto directo con materiales reales y el uso de herramientas e instrumentos disponibles en el Laboratorio de Fabricación análogo (FabArq Análogo) de la escuela, así como con las herramientas de modelado digital y de análisis estructural digital. La siguiente descripción se enfoca principalmente en el trabajo práctico por ser el promotor de la integración de los diversos conocimientos adquiridos.

### 2.1. Encargo

A lo largo del semestre los estudiantes diseñan y construyen un pabellón modular compuesto por un sistema de retícula tridimensional autoportante a escala real, se trabaja sobre este tipo de estructuras tanto por la presencia exclusiva de elementos traccionados o comprimidos, como por el uso de piezas de baja sección, facilitando su construcción. Cada grupo de estudiante es responsable del diseño de un módulo autoportante, de la propuesta de unión estructural y del sistema reticulado, aplicando los conocimientos adquiridos en la cátedra. El proceso se desarrolla de manera iterativa, como un péndulo que oscila entre lo empírico y lo teórico, con el objetivo de integrar la teoría estructural con la experiencia empírica del material. De este modo, las etapas de trabajo permiten reflexionar sobre las decisiones previas y perfeccionar progresivamente el diseño mediante un proceso proyectual dirigido por el equipo docente.

Si bien el curso ha sido dictado desde el año 2016 por miembros de este equipo de trabajo, la presente exposición se enfoca en lo realizado durante el año 2024 cuando se realizaron dos versiones del curso -una en cada semestre- en las que, aplicando la misma metodología, se materializaron dos obras distintas.

En el primer semestre, el trabajo se basó en el proyecto no construido de la destacada arquitecta Anne Griswold Tyng, llamado *Escuela Primaria de Bucks County*, en Pensilvania. Los estudiantes, organizados en tres grupos, diseñaron y fabricaron cada uno un tercio de la cubierta triangular de la propuesta, utilizando tubos de PVC 20mm (ver Figura 1).

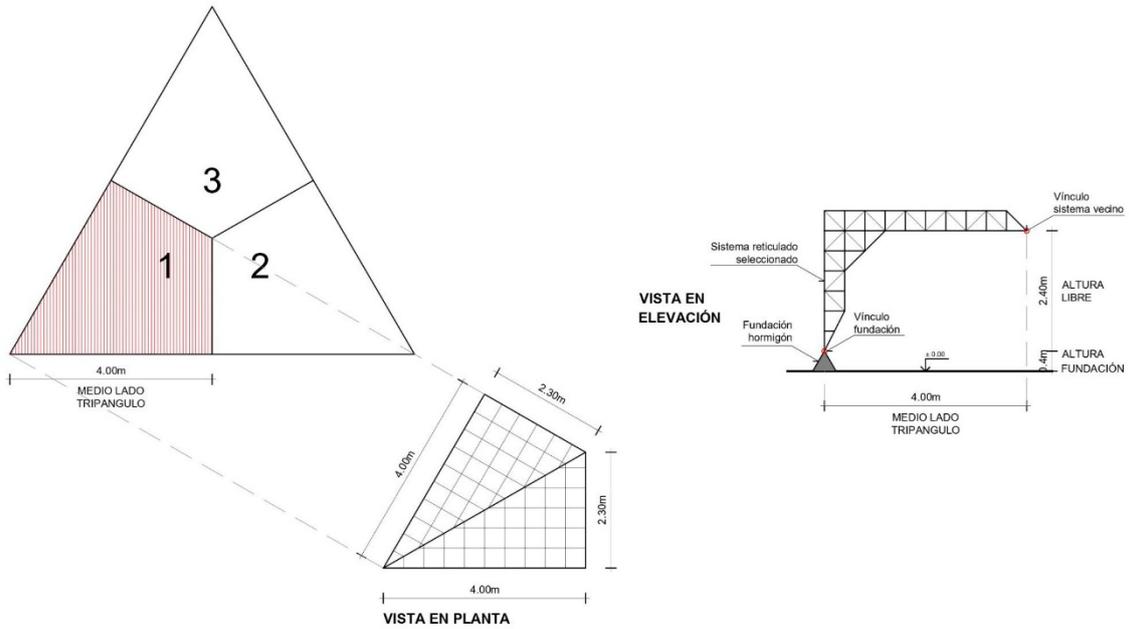


Fig. 1 Encargo del primer semestre 2024 donde se especifican las dimensiones y geometría de cada sección o tercio de cubierta que debe proponerse en el sistema reticulado. Fuente: Elaboración propia

En el segundo semestre, un nuevo grupo de estudiantes fue desafiado a diseñar y construir una estructura vertical tipo cubierta cuyos principios se basan en el sistema reticulado. Esta estructura se compone de tres elementos: una cubierta reticulada superior construida con barras de madera de pino cepillado seco de sección 1"x1", un pilar central de polín impregnado de 100mm de diámetro, estabilizado mediante cables de tracción de piola de poliéster de 3mm, y empotrado a un bloque de hormigón. Si bien cada cubierta constituye una estructura autónoma, en el montaje final se dispusieron de manera continua, uno junto a otro, conformando un pabellón único compuesto por módulos independientes (ver Figura 2).

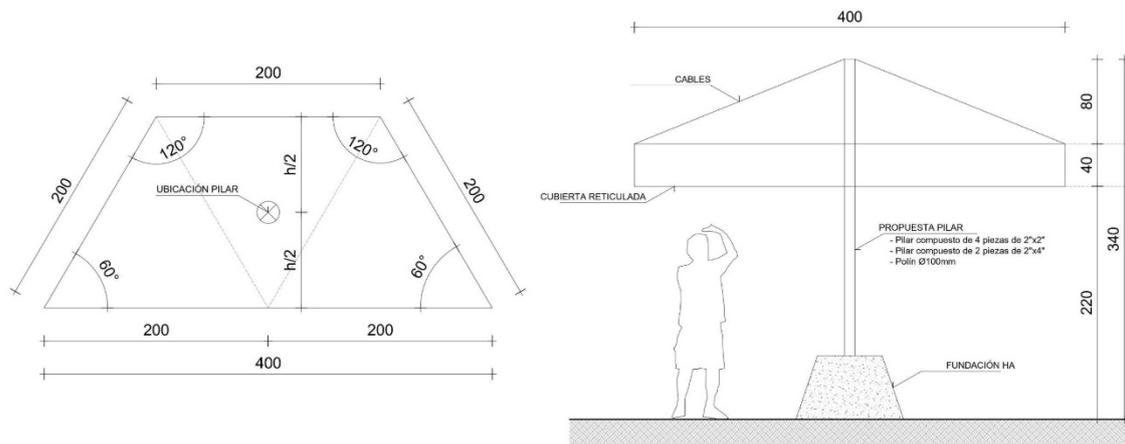


Fig. 2 Encargo del segundo semestre 2024 donde se especifican las dimensiones y geometría de la estructura vertical tipo cubierta. Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Metodología: Desde lo físico a lo virtual y de regreso

El curso se desarrolla a lo largo de cuatro etapas principales, alternando entre modelos físicos y virtuales, permitiendo a los estudiantes experimentar de forma integrativa el diseño y la construcción de un sistema estructural.

### 2.2.1. Propuesta formal

La primera fase del curso se centra en una exploración formal a través de ejercicios físicos introductorios -mediante plegados en papel y estructuras de repetición- con el objetivo de comprender las propiedades estructurales del triángulo. Con esto, se definen módulos geométricos que dan origen a un potencial sistema constructivo (ver Figura 3). Este módulo será la base para las etapas siguientes.

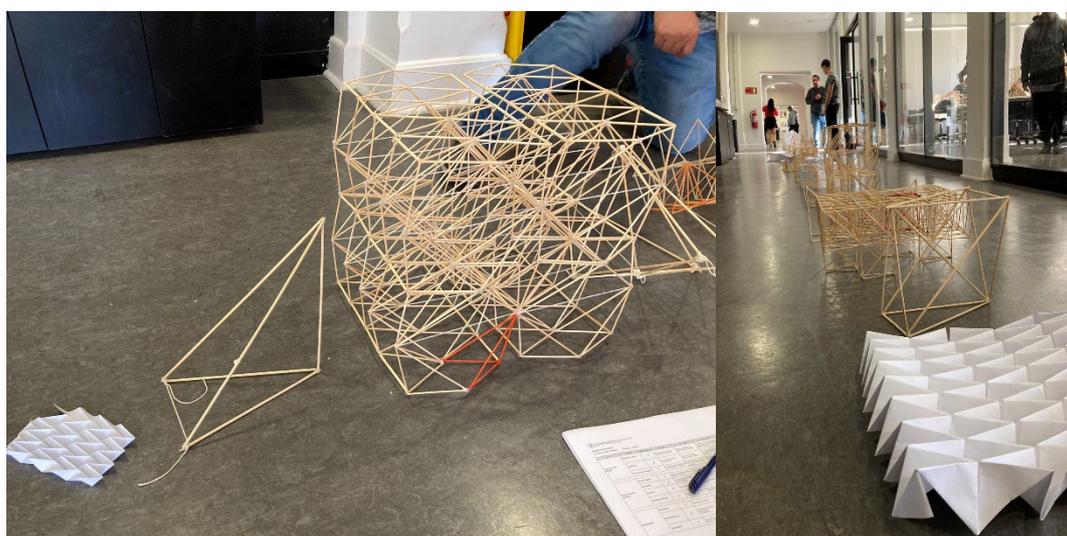


Fig. 3 Montaje entrega Certamen 1 semestre 202410: traspaso de la geometría del modelo de plegado a unidad autoportante y estructura de repetición. Fuente: Fotografía propia

### 2.2.2. Propuesta estructural

En la segunda etapa, el foco se traslada a un proceso de diseño estructural basado en el análisis desde un entorno virtual. Utilizando el software Autodesk® Robot Structural Analysis Professional<sup>2</sup> (de ahora en adelante Robot), los estudiantes modelan un sistema estructural basado en la repetición del módulo previamente diseñado, permitiéndoles simular y analizar el comportamiento de los elementos en deformación y resistencia (ver Figura 4 y 5). Con ello, las estructuras reticuladas tridimensionales permiten incorporar la triangulación como unidad base del sistema. Donde se posibilita la formación de patrones estéticamente atractivos, configurando un sistema compuesto por barras interconectadas en nudos.

<sup>2</sup> [autodesk.com/products/robot-structural-analysis/overview](https://autodesk.com/products/robot-structural-analysis/overview) de uso gratuito para estudiantes.

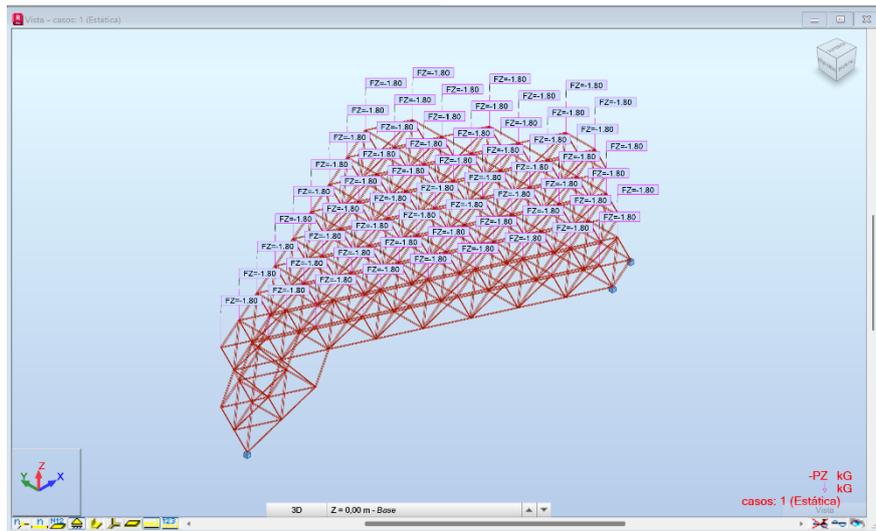


Fig. 4 D.C.L. en software Robot de la propuesta estructural sometido a cargas estáticas, vista tridimensional. Fuente: Elaborado por estudiantes MySE II 202410

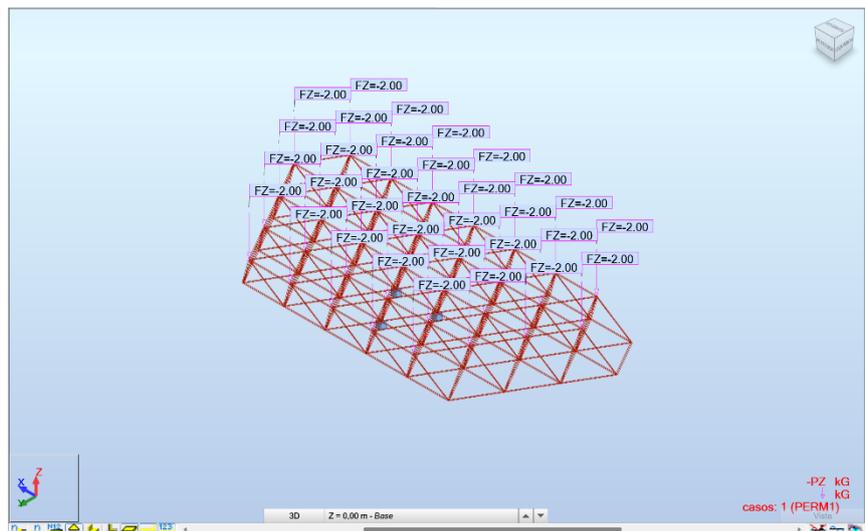


Fig. 5 D.C.L. en software Robot de la propuesta estructural sometido a cargas estáticas, vista tridimensional. Fuente: Elaborado por estudiantes MySE II 202420

Cabe destacar aquí el uso del software *Robot*, el autor Clear (2014) afirmaba que “El asunto respecto al software no es que los estudiantes simplemente lo utilicen para representar sus proyectos, sino que lo comprendan como parte de un sistema que les permite desarrollar un conjunto de habilidades transferibles a una amplia gama de disciplinas, aprovechando al máximo sus capacidades espaciales”, este desafío es abordado en esta etapa del curso, incorporándolo como una herramienta que no solo facilita la representación gráfica de los sistemas y elementos estructurales, sino que se integra al proceso formativo en torno al análisis, la comprensión y la toma de decisiones en contextos constructivo-estructurales.

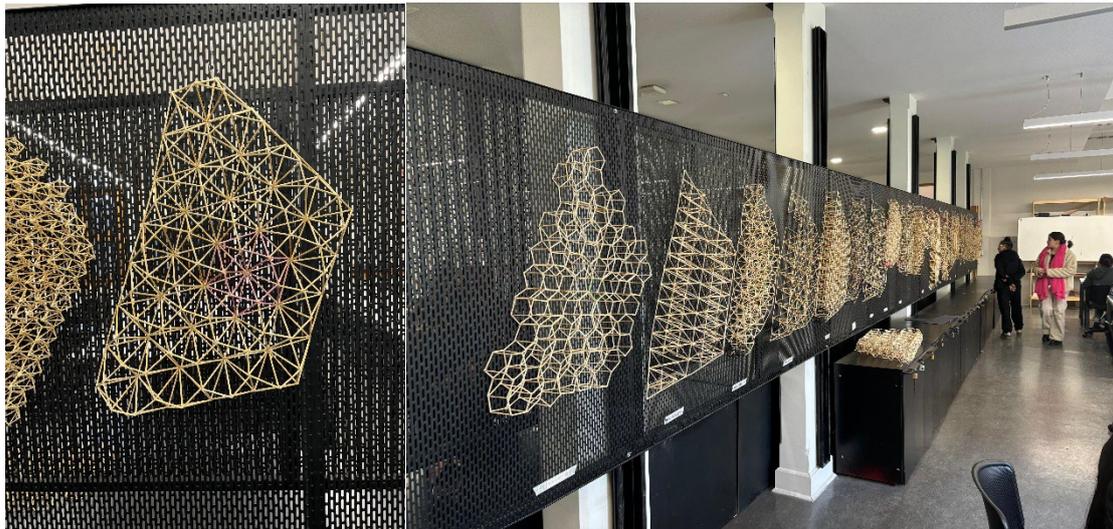
Un aspecto clave para utilizar el programa es la necesidad de construir previamente el Diagrama de Cuerpo Libre (D.C.L.), ya que este se traspasa o modela directamente en el software. Esto implica que los estudiantes deben definir de manera temprana y clara qué elemento están evaluando, cuáles son sus dimensiones, las cargas que recibe y la ubicación de sus apoyos, reforzando así el análisis crítico de la realidad antes de trasladarlo al entorno digital. De esta

forma, el uso del software no se reduce a una operación mecánica, sino que se convierte en una herramienta para aprender a modelar y analizar un elemento o sistema estructural.

Otra ventaja es la posibilidad de evaluar distintos escenarios de carga -nieve, gravitacional o sísmica- y combinaciones entre ellos, permitiendo aplicar la normativa chilena NCh3171 Diseño Estructural - Disposiciones generales y combinaciones de cargas.

El análisis de resultados puede realizarse a nivel global del sistema o de manera detallada sobre elementos específicos. Además, el programa entrega resultados tanto en forma visual -gráficos interactivos de esfuerzos y deformaciones- como numérica, diferenciando entre los distintos tipos de esfuerzos a los que están trabajando cada uno de los elementos que forman parte de sistema estudiado.

Luego de este proceso de modelamiento virtual, los estudiantes regresan al trabajo físico con la fabricación de una maqueta de lo determinado en Robot, en la que cada componente cumple un rol específico y conocido -comprimido o traccionado-. Esta instancia permite a los estudiantes enfrentar los desafíos materiales y constructivos asociados a la traducción del modelo virtual a un objeto físico y les facilita un acercamiento empírico del objeto en proceso de diseño (ver Figura 6).



*Fig. 6 Montaje entrega Certamen 1 semestre 202420: propuesta diseño de la cubierta reticulada a partir de replicación módulo autoportante. Fuente: Fotografía propia*

Finalmente, se realiza un retorno al entorno virtual mediante la elaboración de planimetría técnica, que incluye cotas, dimensiones, distancias y ubicación de los elementos del sistema propuesto (ver Figura 7 y 8).

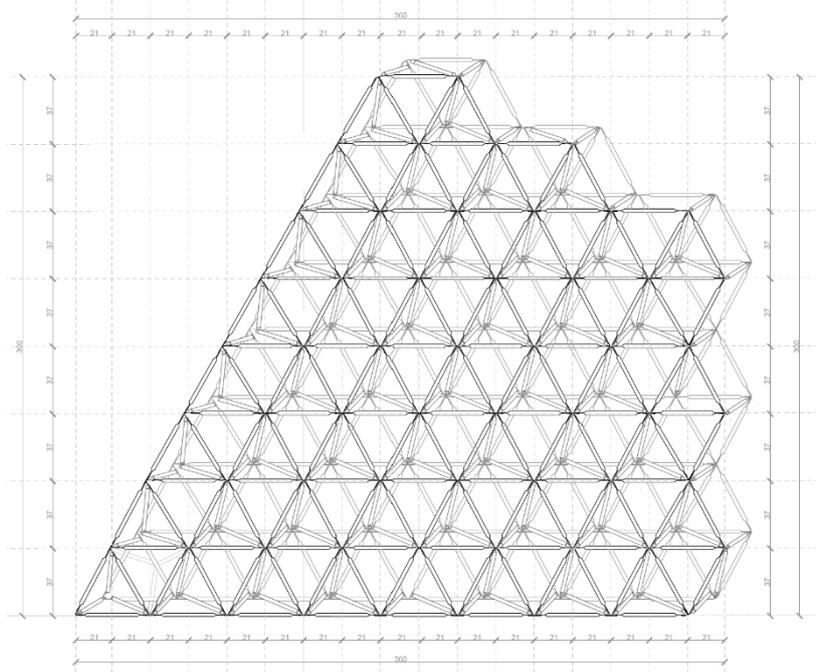


Fig. 7 Planta cubierta reticulada. Fuente: Elaborado por estudiantes MySE II 202410

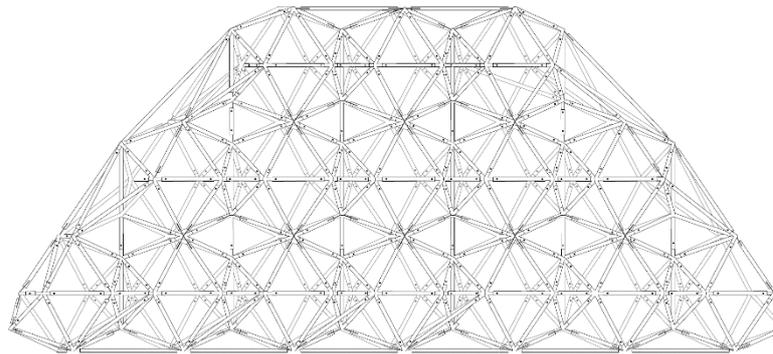


Fig. 8 Planta cubierta reticulada. Fuente: Elaborado por estudiantes MySE II 202420

### 2.2.3. Diseño de elementos y conectores

Una vez diseñado el sistema y comprendidos los esfuerzos y requerimientos mecánicos de sus elementos, la tercera etapa del proceso proyectual se orienta al diseño específico de los elementos que componen el sistema estructural, con especial atención en los conectores y uniones. Nuevamente, el proceso inicia con una exploración física, donde los estudiantes analizan los distintos tipos de conexión posibles según los materiales seleccionados. Este trabajo incluye la comprensión de las dificultades de fabricación, sistematización, serialización y montaje, aspectos fundamentales para una construcción eficaz de este ejercicio (ver Figura 9).

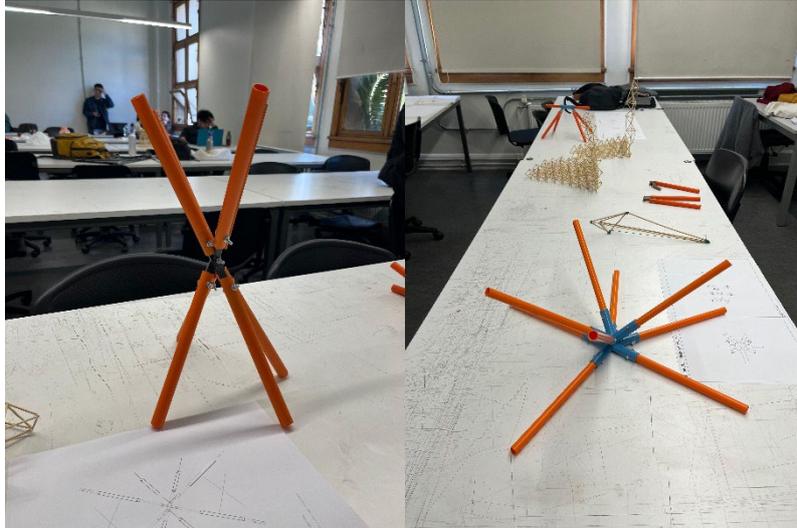


Fig. 9 Montaje entrega parcial Unidad 2: propuesta uniones y conectores, semestre 202410. Fuente: Fotografía propia

Luego, en un nuevo ciclo de trabajo virtual, los estudiantes modelan en Robot el sistema completo incluyendo las uniones, definiendo dimensiones de los elementos, secciones, materiales y sus propiedades, cantidades, largos, y comportamiento estructural de cada pieza. Gracias a esta etapa, los estudiantes analizan resistencia (ver Figura 10 y 12) y deformación de los elementos (ver Figura 11 y 13). Esta etapa finaliza con un ajuste del diseño para responder de manera adecuada a los esfuerzos y deformaciones críticos.

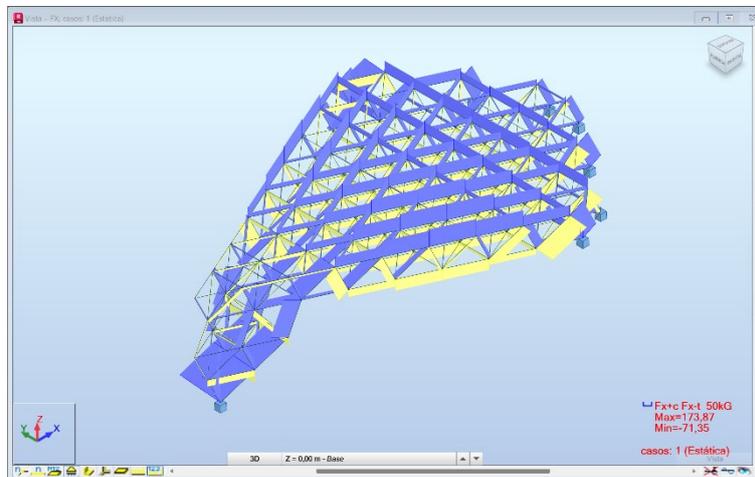


Fig. 10 Gráfico de esfuerzos entregado por el software Robot, vista tridimensional. Fuente: Elaborado por estudiantes MySE II 202410

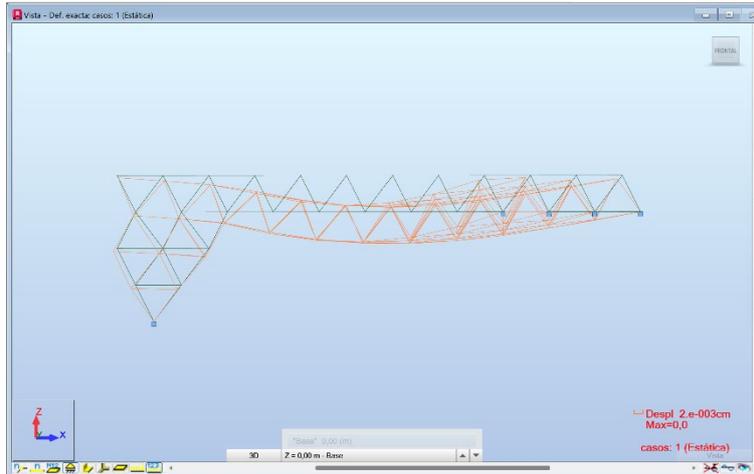


Fig. 11 Gráfico de deformación entregado por el software Robot, vista frontal. Fuente: Elaborado por estudiantes MySE II 202410

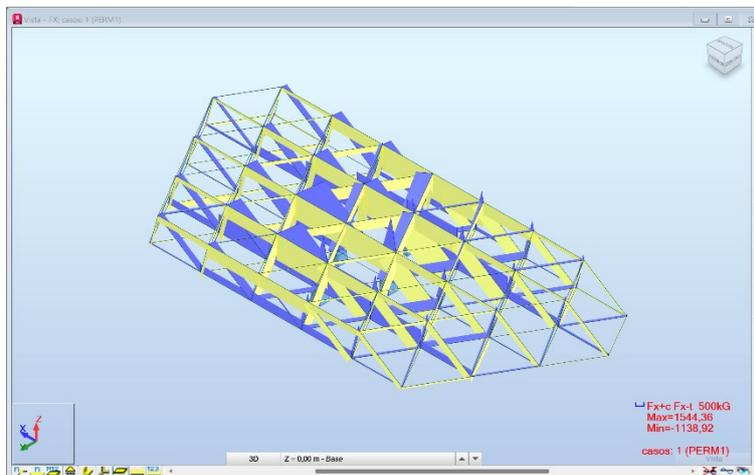


Fig. 12 Gráfico de esfuerzos entregado por el software Robot, vista tridimensional. Fuente: Elaborado por estudiantes MySE II 202420

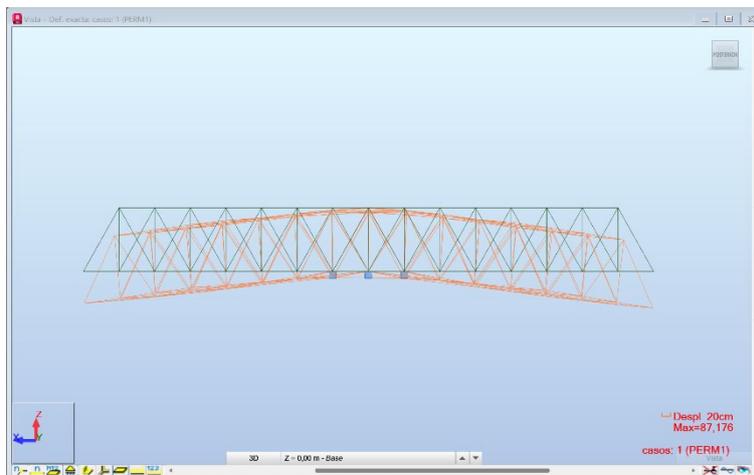


Fig. 13 Gráfico de deformación entregado por el software Robot, vista posterior. Fuente: Elaborado por estudiantes MySE II 202420

#### 2.2.4. Construcción del pabellón

La última etapa está dedicada a la fabricación a escala real del pabellón, concebido como ejercicio integrador de todas las etapas anteriores, donde lo proyectado será testeado. En este proceso los estudiantes deben desplegar los distintos conocimientos adquiridos: desde la definición formal, el diseño estructural, la producción de elementos y conectores, el dibujo técnico, proceso de fabricación, sistema de montaje, hasta el modelado estructural final.

Esta etapa se lleva a cabo principalmente en el taller de carpintería, donde el equipo docente asume el rol de tutor, orientando a los estudiantes en el uso eficiente de la maquinaria y herramientas disponibles. Bajo la premisa de la producción en serie -entendida como la fabricación en volumen de productos estandarizados-, los estudiantes son guiados en el diseño y construcción de *machinas*, *jigs* y *fixtures*, artefactos que permiten elaborar piezas repetitivas con mayor precisión y eficiencia en el proceso constructivo (ver Figura 14).



Fig. 14 Estudiantes fabricando el pabellón en FabArq Análogo, semestre 202410. Fuente: Fotografía propia

La organización del trabajo también refuerza este proceso, respecto a rol y complejidad: el curso comienza con trabajo individual en la definición del módulo, seguido de equipos de tres estudiantes en la etapa estructural. De estos equipos, se seleccionan las mejores propuestas, las cuales se consolidan en 3 grupos de doce estudiantes que se encargan de la construcción final del pabellón. En esta etapa, el horario del curso (jueves de 8:00 a 13:50 horas) está totalmente dedicado a la fabricación durante las 5 semanas finales del semestre. Los grupos de estudiantes se organizan internamente en labores, con un representante que coordina con el equipo docente y su equipo de trabajo, con encargados de fabricación, encargados de montaje, encargados de modelado 3D y encargados de diseño gráfico, el proceso de montaje se ilustra en las figuras 15 y 16. El montaje final está compuesto por el pabellón construido, planimetría y material gráfico. El pabellón se mantiene expuesto en el campus durante un mes, siendo parte de las celebraciones finales del cierre de semestre en el Patio de las Rosas del Campus Los Leones de la Universidad San Sebastián (ver Figura 17 y 18).



Fig. 15 Estudiantes en proceso de montaje del pabellón, semestre 202410. Fuente: Fotografía propia



Fig. 16 Estudiantes en proceso de montaje del pabellón, semestre 202420. Fuente: Fotografía propia

En esta instancia, el sistema de evaluación cobra importancia. Al ser un trabajo desarrollado por un grupo amplio de estudiantes, se utilizan una serie de recursos que permiten una observación detallada del aprendizaje y compromiso de los estudiantes. Por ello, la calificación final considera lo siguiente: evaluación del montaje final por parte del equipo docente; evaluación semana a semana de las actividades que cada estudiante realiza en el período de la clase por parte del equipo de ayudantes, incluyendo comprensión de lo que el estudiante está realizando; y evaluación de pares, donde los estudiantes integrantes del grupo de trabajo deben evaluar a cada uno de sus compañeros respecto al rol asumido y su compromiso con el desafío.



Fig. 17 Pabellón finalizado, semestre 202410. Fuente: Fotografía propia



Fig. 18 Pabellón finalizado, semestre 202420. Fuente: Fotografía propia

Finalmente, este curso propone una metodología activa, integrada y colaborativa, la alternancia entre lo físico y lo virtual no solo permite una comprensión técnica más profunda, sino que también potencia la capacidad de los estudiantes para abordar el diseño arquitectónico desde una perspectiva material y estructural, favoreciendo una formación completa y situada en las exigencias contemporáneas de la disciplina.

### 3. Resultados

El curso permite a los estudiantes comprender que el valor de la experiencia no radica en alcanzar un resultado perfecto, sino en enfrentar los desafíos propios del diseño y la construcción. En este proceso, los desaciertos se transforman en oportunidades de mejora dentro del proceso proyectual y formativo, fomentando la reflexiones críticas y trabajo colaborativo en torno al proyecto. Siendo un curso de cuarto semestre, las instancias de evaluación y corrección se convierten en aprendizajes fundamentales que permiten prepararlos para su práctica futura, al tiempo que refuerzan la importancia de incorporar las múltiples complejidades inherentes en la materialización de una obra.

El curso se orienta hacia la toma de decisiones proyectuales informadas mediante la iteración constante entre el mundo físico y virtual, ampliando progresivamente la complejidad del trabajo.

En este sentido, los procesos tangibles -como el desarrollo de maquetas, la construcción de prototipos de uniones o fabricación a escala real -se complementan con los procesos virtuales- como la representación planimétrica o análisis estructural en software-, conformando un ciclo de retroalimentación que termina en la construcción de un diseño constructivo estructural.

Cada unidad introduce nuevas variables que actúan como planos de conocimiento superpuestos que enriquecen la experiencia. Desde los ejercicios iniciales hasta un trabajo colectivo a gran escala, el curso transita de lo puntual a lo integral. Así, el proceso de diseño se amplía en cada etapa, en nuevas posibilidades y desafíos, adquiriendo complejidad en cada paso (ver Figura 19).

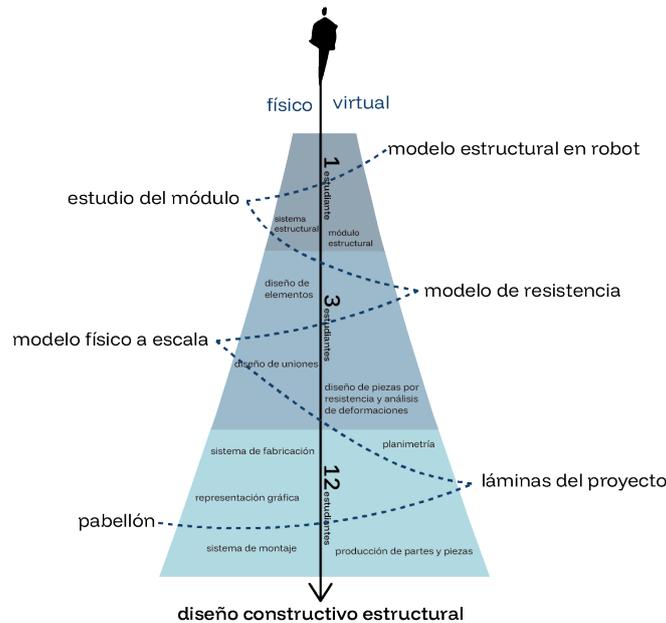
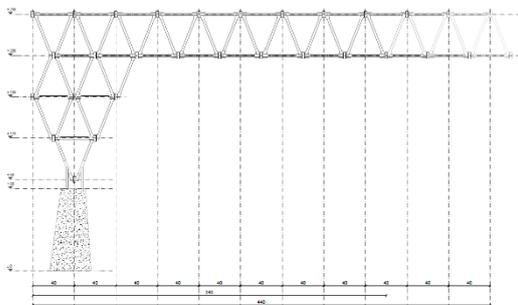


Fig. 19 Metodología aplicada en el curso MySE II. Fuente: Elaboración propia

Este enfoque promueve una comprensión integral de los asuntos materiales, lo que permite a los estudiantes transitar fluidamente de problemas estructurales a constructivos, reconociendo cómo estos inciden directamente en las decisiones de diseño. Un aspecto relevante es que se enfrentan por primera vez al desafío de articular teoría y práctica en un proyecto de construcción real, sin contar aún con conocimientos acabados en los aspectos técnicos. En este sentido, el curso se configura como un espacio formativo inicial en el que los contenidos teóricos se ponen a prueba en una experiencia vivencial, donde la simulación virtual y la experimentación material se entrelazan hasta concretar un sistema constructivo-estructural (ver Figura 20 y 21).



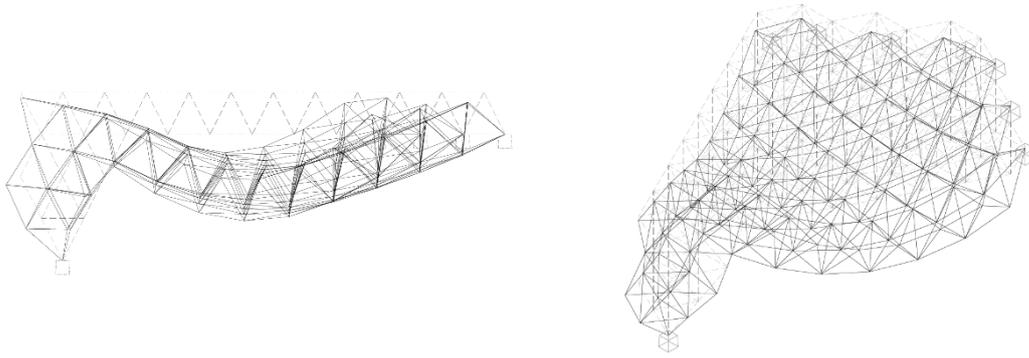


Fig. 20 Certamen 3 semestre 202410: material gráfico final y pabellón construido, semestre 202410. Fuente: Fotografía propia y material gráfico elaborado por estudiantes MySE II 202410

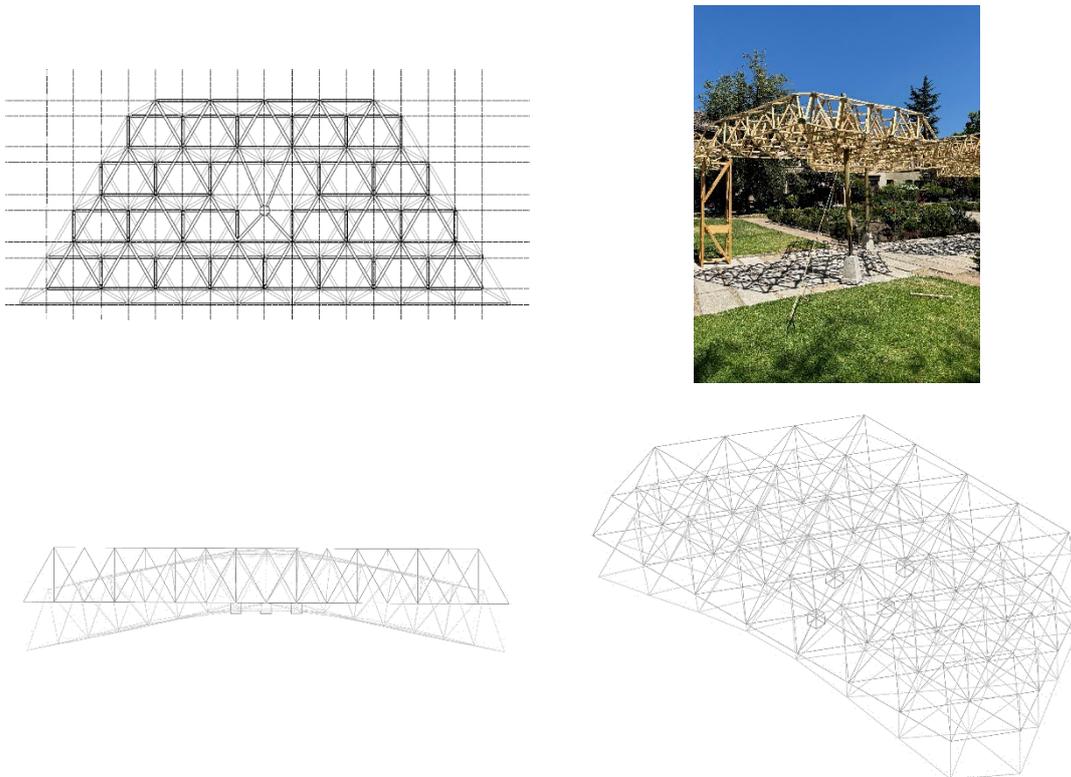


Fig. 21 Certamen 3 semestre 202420: material gráfico final y pabellón construido, semestre 202420. Fuente: Fotografía propia y material gráfico elaborado por estudiantes MySE II 202420

No obstante, se reconoce como una limitación que el curso aún no aborda la verificación del dimensionamiento de las piezas propuestas en función del material propuesto. En este contexto, el uso del software Robot para el análisis estructural se orienta a la comprensión preliminar del comportamiento del sistema, permitiendo identificar los esfuerzos de los elementos y visualizar sus deformaciones, sin llegar a comprobar de manera efectiva la seguridad ni el cumplimiento normativo. Este nivel de revisión corresponde a cursos posteriores de la línea de tecnología - Análisis de Estructuras I y II-, mientras que en esta etapa se privilegia la comprensión de la complejidad asociada al proceso de materialización.

En resumen, los resultados muestran que la propuesta metodológica favorece la integración de teoría y práctica mediante un proceso iterativo entre lo virtual y lo físico, consolidando aprendizajes significativos en torno a la experimentación, la reflexión crítica y la colaboración, al

mismo tiempo que sienta las bases para la profundización en aspectos técnicos en etapas posteriores de la formación.

Esto último se refuerza a nivel de resultados de los estudiantes en el curso, donde es destacable el descenso en la tasa de reprobación del curso, desde 21% en el año 2023 a solo 2% en las dos versiones del año 2024, y manteniendo estable el promedio general del curso. Esto se puede ver en gráfico de la figura 22. Cabe destacar que históricamente este curso ha comenzado con trabajos individuales y finalizado con trabajos de grupos sobre 8 personas.

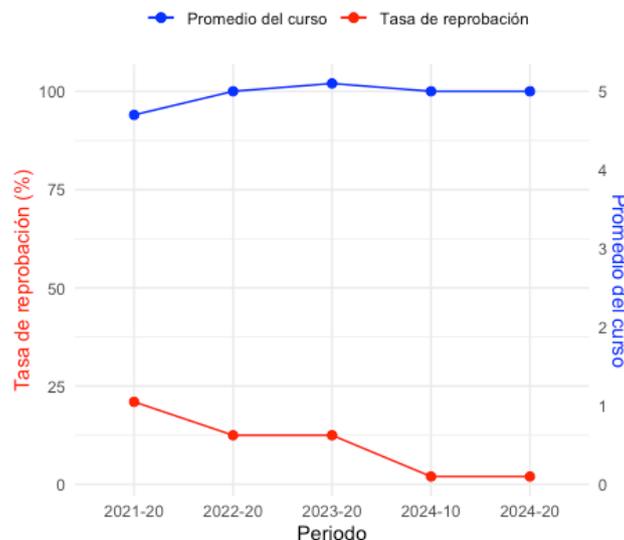


Fig. 22 Gráfico comparativo entre Porcentaje de reprobación (entre 35 y 50 es el total de estudiantes cada semestre) y promedio final del curso (donde la nota máxima es 7,0 y la mínima de aprobación es 4,0). Cada semestre está indicado por el año, seguido de 10 para primer semestre del año y 20 para el segundo semestre. Fuente: Elaboración propia

#### 4. Conclusiones

Si bien se reconoce la esencia física de la construcción en arquitectura, ante un contexto tecnológico en constante cambio, la discusión sobre lo real ya no se limita únicamente a lo material. Hoy se exige que el diseñador sea capaz de transitar entre diversas realidades -física y virtual-, en beneficio de una arquitectura pertinente al presente. Esto implica valorar la experiencia del trabajo colaborativo, aceptar el error, el volver a comenzar y el diálogo constante entre pares, utilizando herramientas tanto en el ámbito físico como en el virtual e integrándose de manera significativa en el quehacer reflexivo del ejercicio proyectual, dando lugar a una arquitectura coherente a los desafíos del siglo XXI.

El curso ha permitido formar a los estudiantes en una comprensión más compleja del proceso de diseño arquitectónico desde la perspectiva tecnológica. Sin embargo, es necesario que esta perspectiva se complemente en otras asignaturas como taller y análisis de estructuras, para lograr una efectiva integración al proceso proyectual de los estudiantes.

#### 5. Agradecimientos

A todos los estudiantes que participaron del curso Materiales y Sistemas Estructurales II en los semestres 202410 y 202420, junto con el equipo docente: Fernando Guerra, Fernando Contreras y Constanza Díaz.

## 6. Bibliografía

- Aalto University-Wood Program. «Estación de tren de Kohta», 2019. Accedido 5 de agosto de 2025. <https://www.archdaily.com/924780/kohta-train-station-aalto-university-wood-program>.
- Arias Madero, Javier. 2024. «Los ladrillos no son digitales: la experiencia táctil en la docencia de construcción». En *XII Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'24)* Aranjuez, coordinado por Bardí Milà, Berta; García-Escudero, Daniel, p. 168-180. <https://hdl.handle.net/2117/417241>.
- Barbero Barrera, María del Mar; Sánchez Aparicio, Luis Javier y Gayoso Heredia, Marta. 2022. «Pedagogía de la construcción: combinación de técnicas de aprendizaje». En *X Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'22)* Reus, coordinado por Bardí Milà, Berta; García-Escudero, Daniel, p. 163-171. <https://hdl.handle.net/2117/375623>.
- Bertol Gros, Ana y Álvarez Atarés, Francisco Javier. 2022. «A(t)BP: aprendizaje técnico basado en proyectos». En *X Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'22)* Reus, coordinado por Bardí Milà, Berta; García-Escudero, Daniel, p. 97-108. <https://hdl.handle.net/2117/375618>.
- Clear, Nic. 2014. «Convergence: Architecture as Integrated Spatial Design». En *Educating Architects: How Tomorrow's Practitioners Will Learn Today*, editado por Neil Spiller y Nic Clear, 92-101. Londres Nueva York: Thames & Hudson.
- Cornell University. Architecture, Art and Planning. «The Jello Pavilion», 2025. Accedido el 5 de agosto de 2025. <https://aap.cornell.edu/student-work/jello-pavilion>.
- Dubor, Alexandre; Marengo, Mathilde y Ros Fernández, Pablo. 2019. «Experimentation, Prototyping and Digital Technologies towards 1:1 in architectural education». En *VII Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'19)* Madrid, coordinado por Bardí Milà, Berta; García-Escudero, Daniel, p. 606-615. <https://hdl.handle.net/2117/171560>.
- Fernández Rodríguez, Juan Francisco; Aguilar Alejandro, María y Martín-Mariscal, Amanda. 2024. «Maquetas y prototipos en diseño: del trabajo manual a la fabricación digital». En *XII Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'24)* Aranjuez, coordinado por Bardí Milà, Berta; García-Escudero, Daniel, p. 675-692. <https://hdl.handle.net/2117/417278>.
- González Alfaro, P. H. et al. 2022. «BIM methods and CDE in professional education for sustainable Design and Production». En *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 1123: 012025. doi: 10.1088/1755-1315/1123/1/012025
- Kim, Do Young. 2019. «A Design Methodology Using Prototyping Based on the Digital-Physical Models in the Architectural Design Process». *Sustainability*, vol. 11, núm. 16: 4416. <https://doi.org/10.3390/su11164416>.
- Mayor Luque, Ricardo. 2022. «Sympoiesis method for robotic fabrication: collectively prototyping in architecture education». En *X Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'22)*, Reus, coordinado por Bardí Milà, Berta; García-Escudero, Daniel, p. 644-661. <https://hdl.handle.net/2117/375662>.
- Peña Fernández Serrano, Martino. 2024. «Del paradigma mecánico al digital: diseño de prototipos desplegables». En *XII Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'24)* Madrid, coordinado por Bardí Milà, Berta; García-Escudero, Daniel, p. 289-305. <https://hdl.handle.net/2117/417244>.
- Sennett, Robert. 2013. Artesanía, tecnología y nuevas formas de trabajo + "Hemos perdido el arte de hacer ciudades" (entrevista de Magda Anglès): Katz.
- Simondon, Gilbert. 2017. Sobre la técnica (1953-1983). Buenos Aires: Editorial Cactus. p. 208.