

5° ENCUENTRO DE EXPERIENCIAS INSTRUMENTALES

Procesos avanzados de diseño
generativo en arquitectura.

Edición en línea: ISSN 3028-3256 (en línea) | Volumen 1 | No. 1 – 2023 | Publicación Anual

Conferencia

FabLab Colombia

20
23

5to. Encuentro
de Experiencias
Instrumentales

Explorando Nuevas Fronteras en el Diseño Computacional

Arq. José Enrique Hernández Díaz

Lab. Arquitectura + Diseño y Tecnología Experimental
Unidad de Posgrado en Arquitectura



LATF

NN



LAF



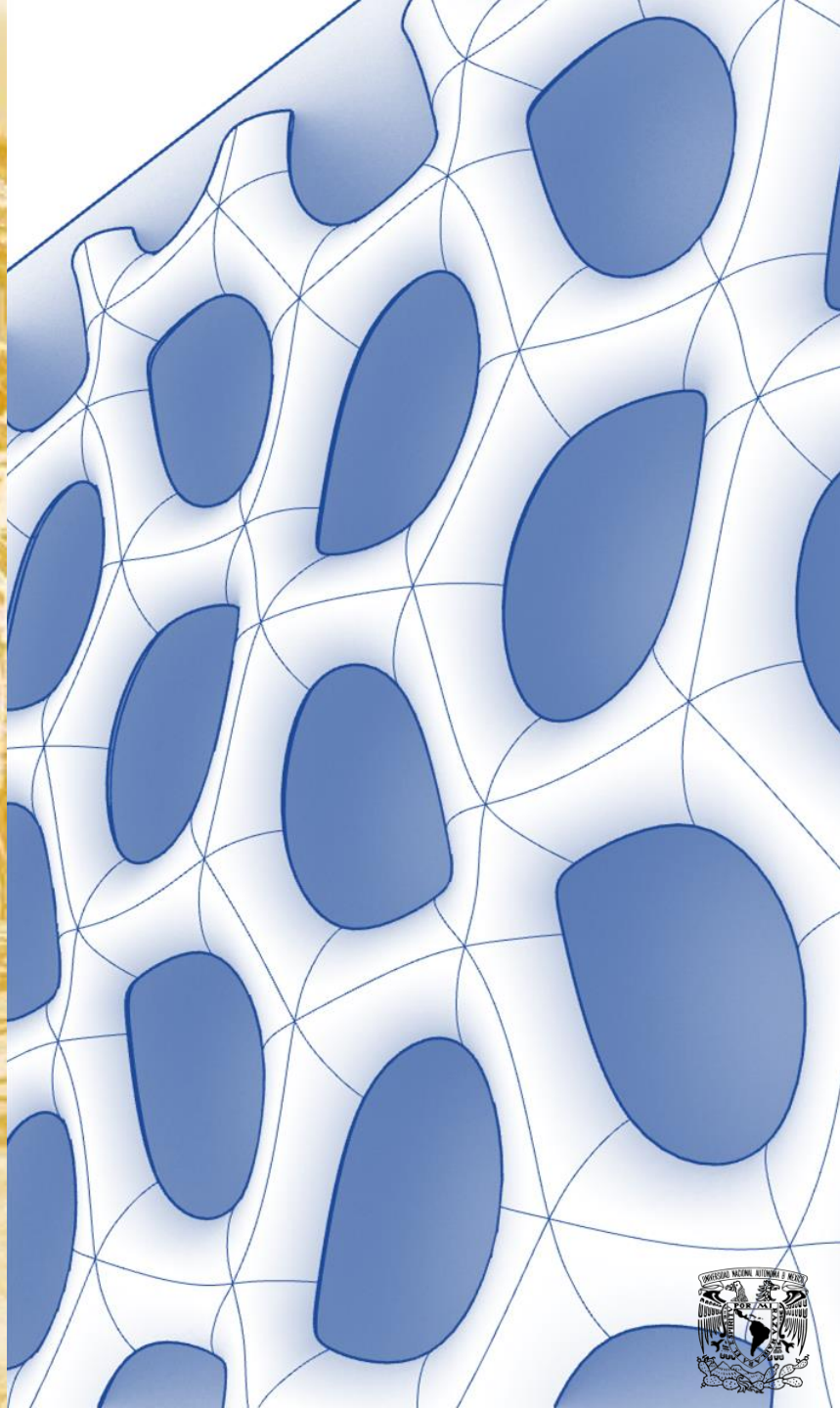


Arquitectura + Diseño y Tecnología Experimental · LATE

- **Dr. en Arq. Ronan Bolaños Linares**
 - **Mtro. José Luis Encarnación**
 - **Mtro Esp. Rodrigo Shiordia**

Laboratorio de Estructuras Ligeras. LEL

- **Dr. Arq. Juan Gerardo Oliva**
 - **Arq. Esp. Marco Ontiveros**





Pabellón UNAM Mextrópoli 2022

Alameda Central,
Ciudad de México, México

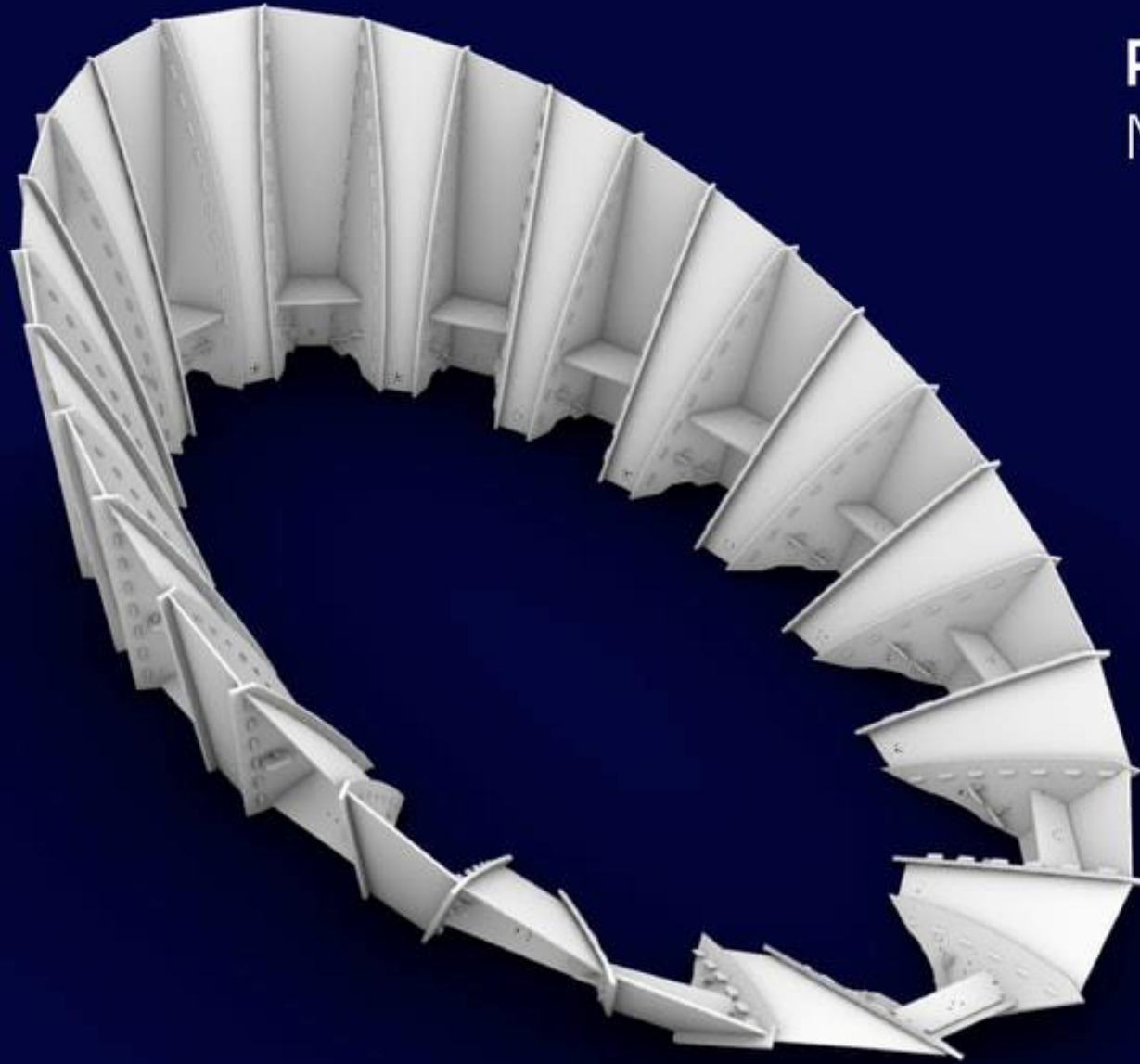
Arquitectura + Diseño y
Tecnología Experimental -
LATE

Laboratorio de Estructuras
Ligeras.
L.E.L.



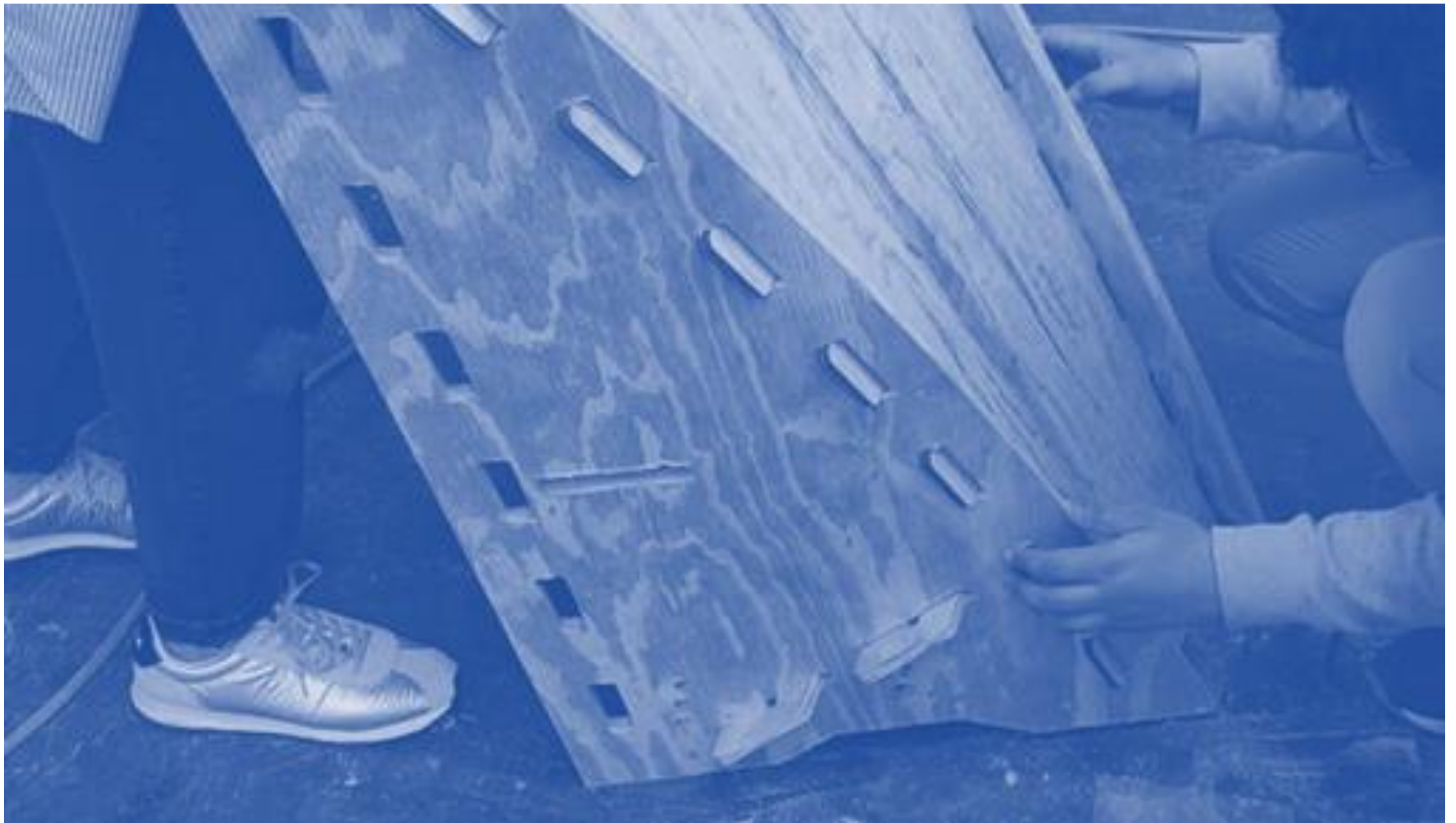
- **Diseñado de forma paramétrica y fabricado digitalmente, tiene una planta elíptica de 6.60 x 3.60 metros y una altura de 2.30 metros.**
- **Sus dimensiones, cualidades estructurales y constructivas se deben a la laminar plegada de triplay prefabricada mediante fresado con cortes perpendiculares en el laboratorio con un brazo robótico programado y maquinaria CNC.**

Pabellón UNAM Mextrópolis 2022



fa

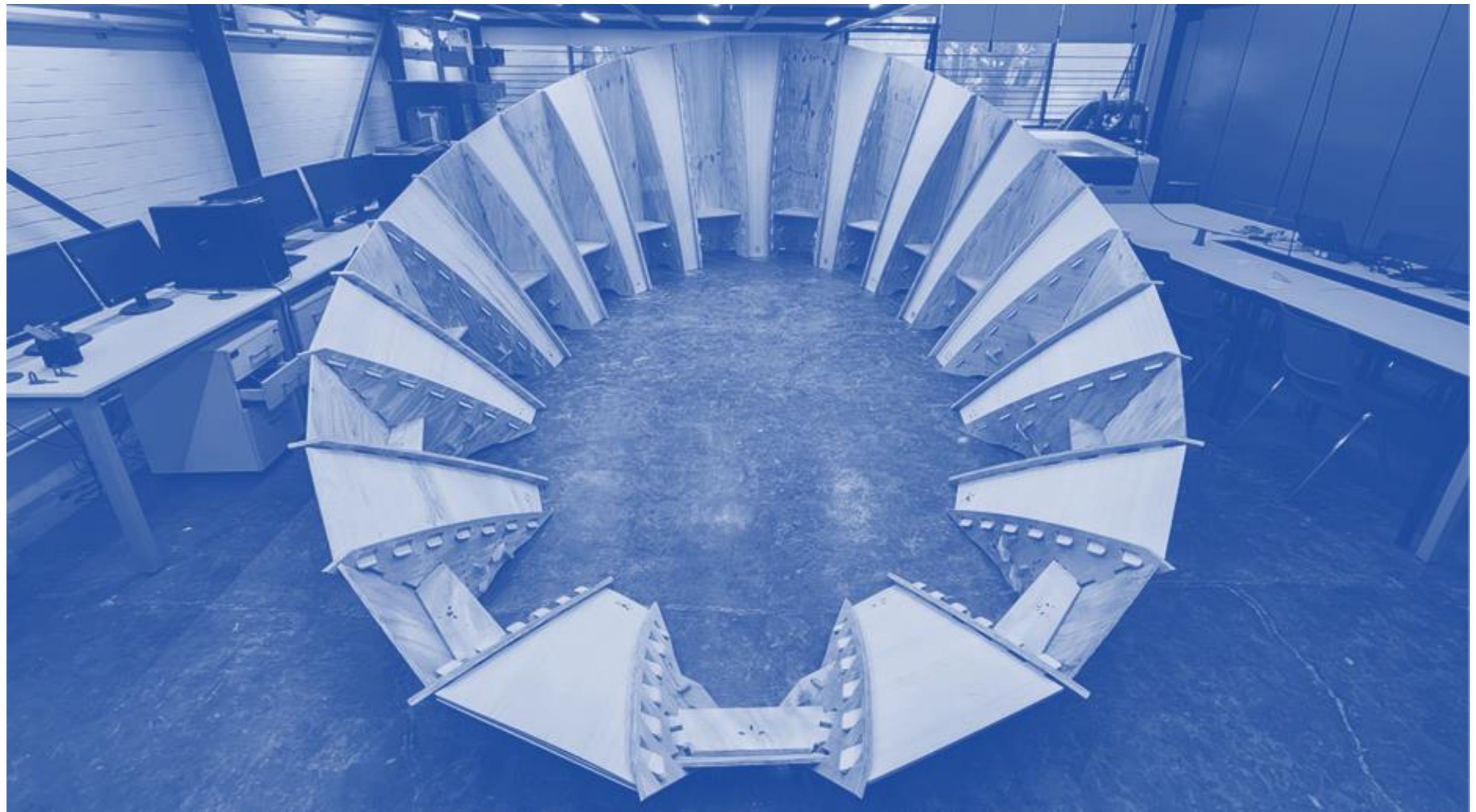






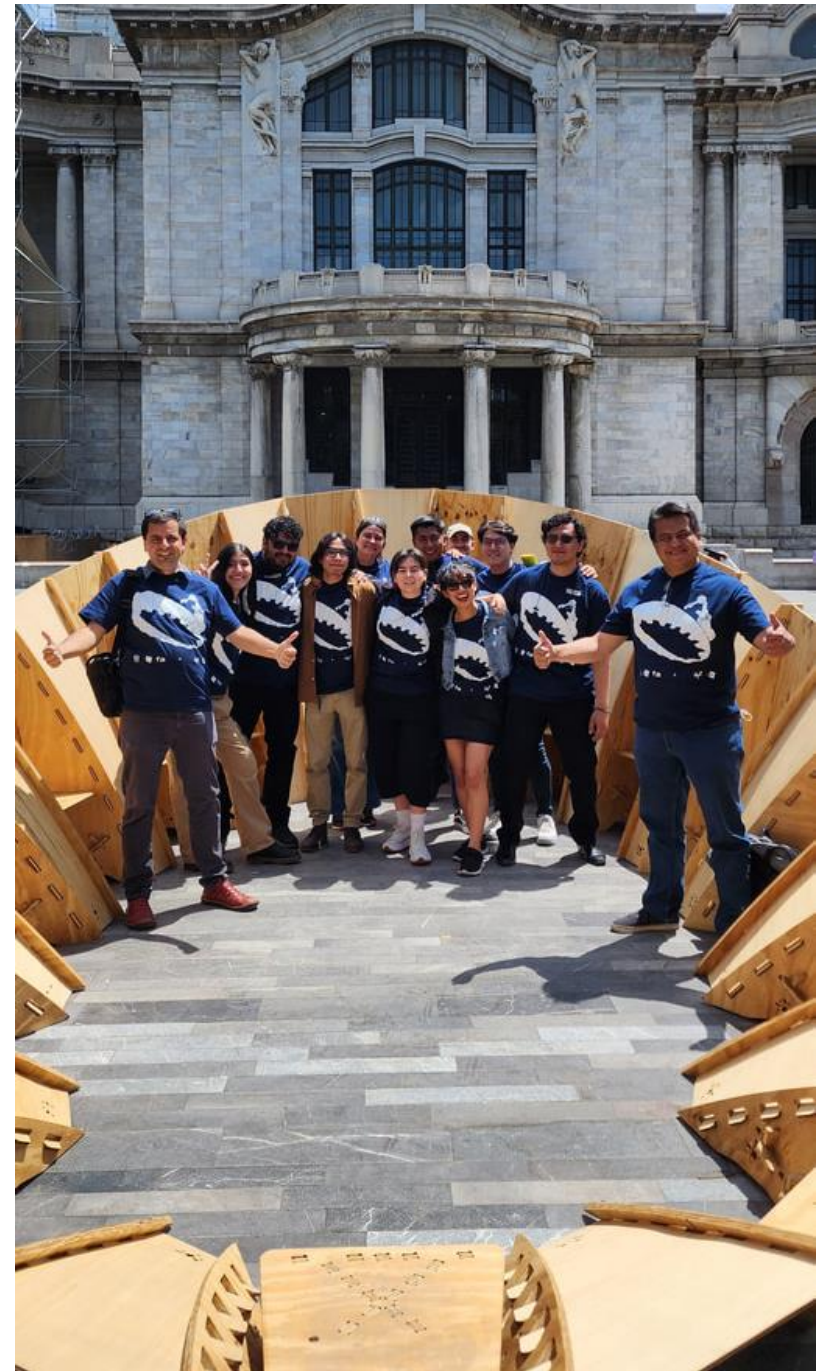
















PabUNAM 2023

**Laboratorio de
Estructuras Ligeras. L.E.L.**

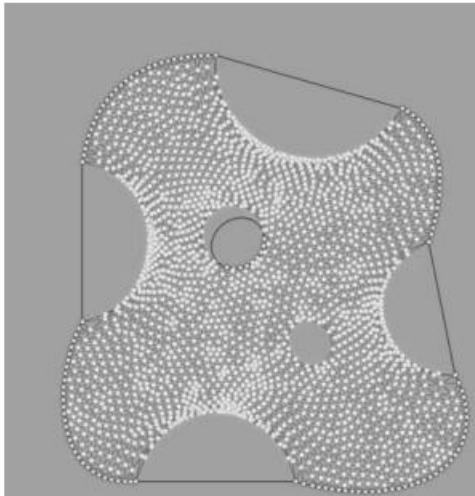
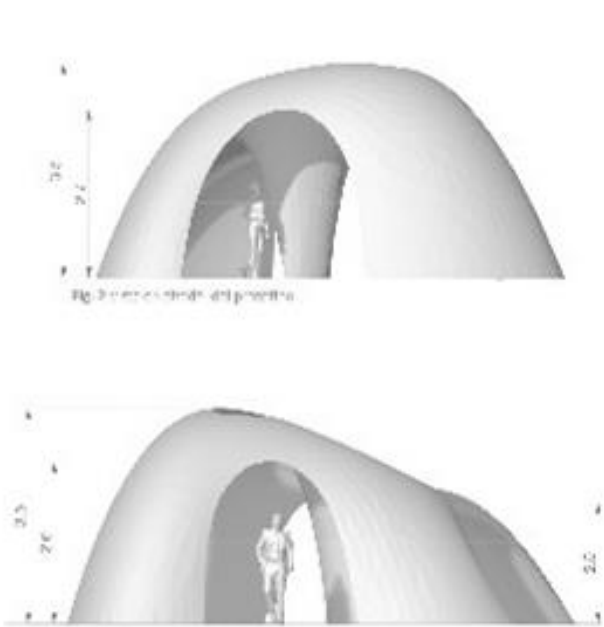
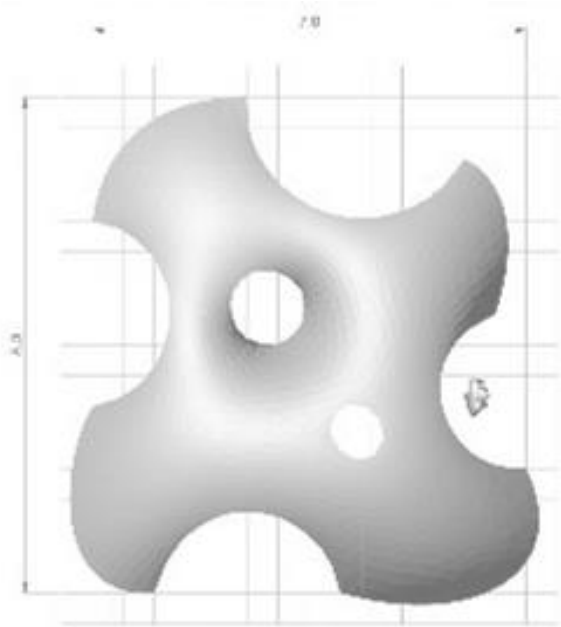
**Ciudad Universitaria,
Ciudad de México, México**



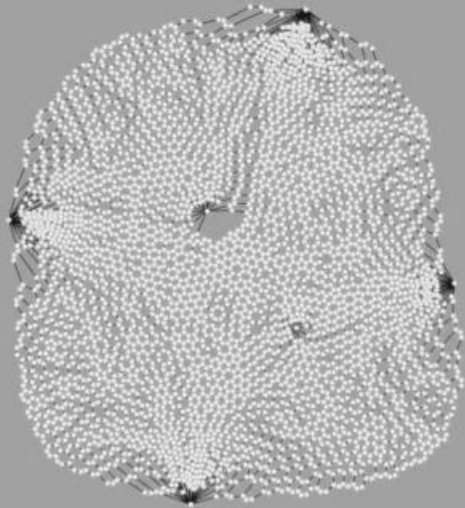
Es Prototipo construido con bóvedas esferoidales de ladrillo y bordes curvos metálicos.

El PabUNAM se concibió como la combinación de bóvedas con diversas geometrías complejas de dentro del método de Form Finding con ladrillo recargado

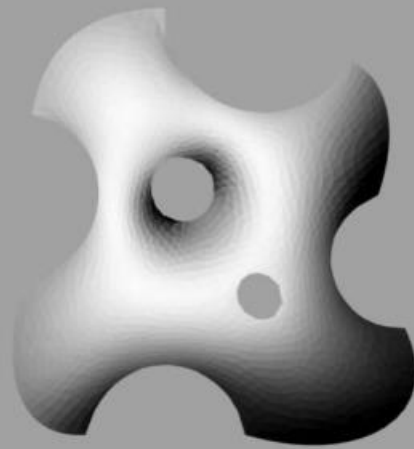




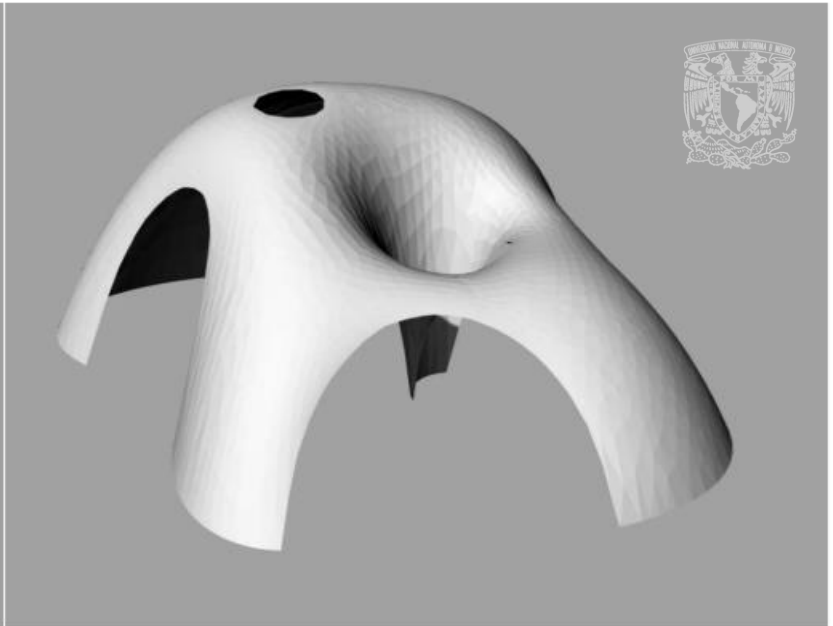
Form Diagram



Force Diagram



Thrust Diagram

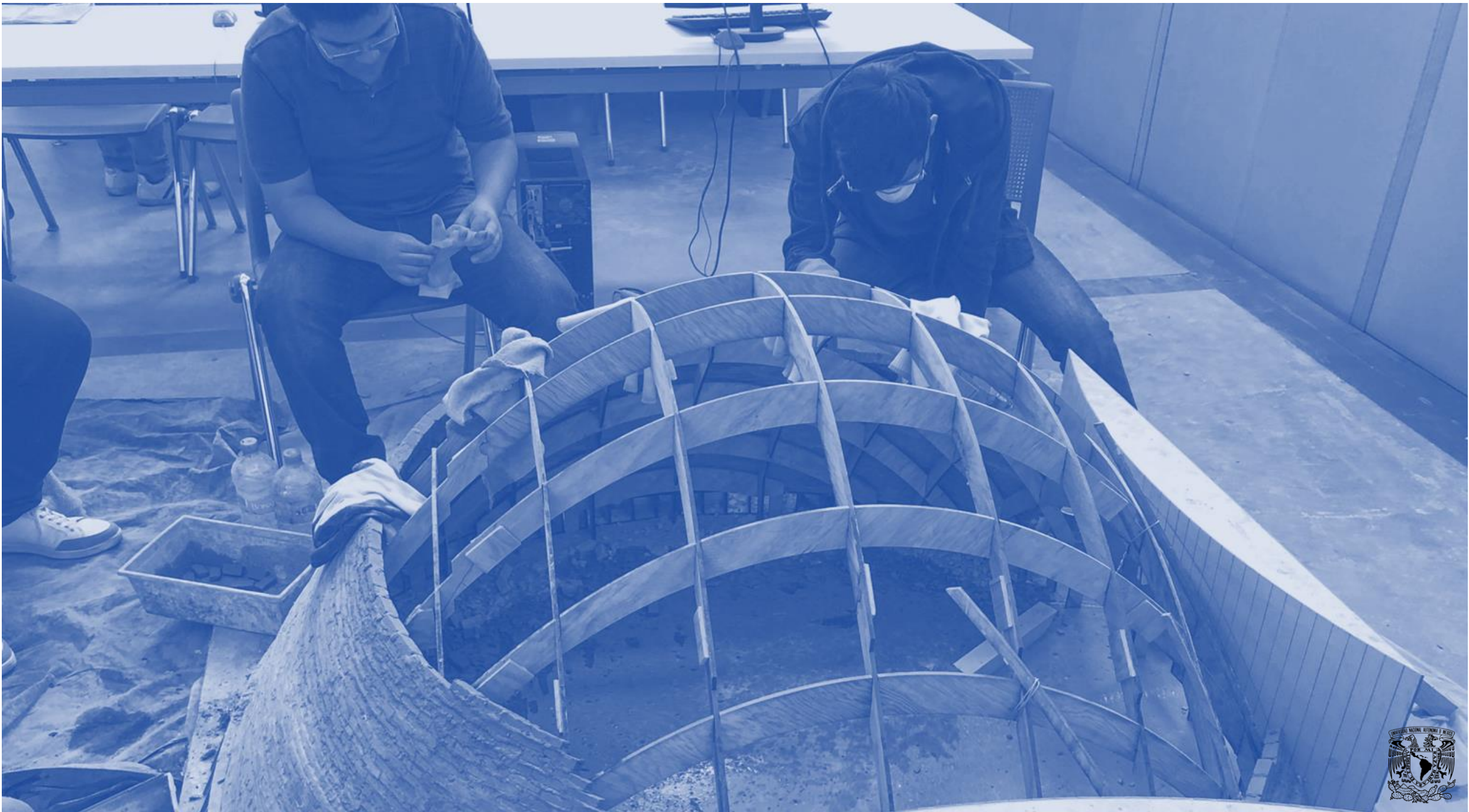


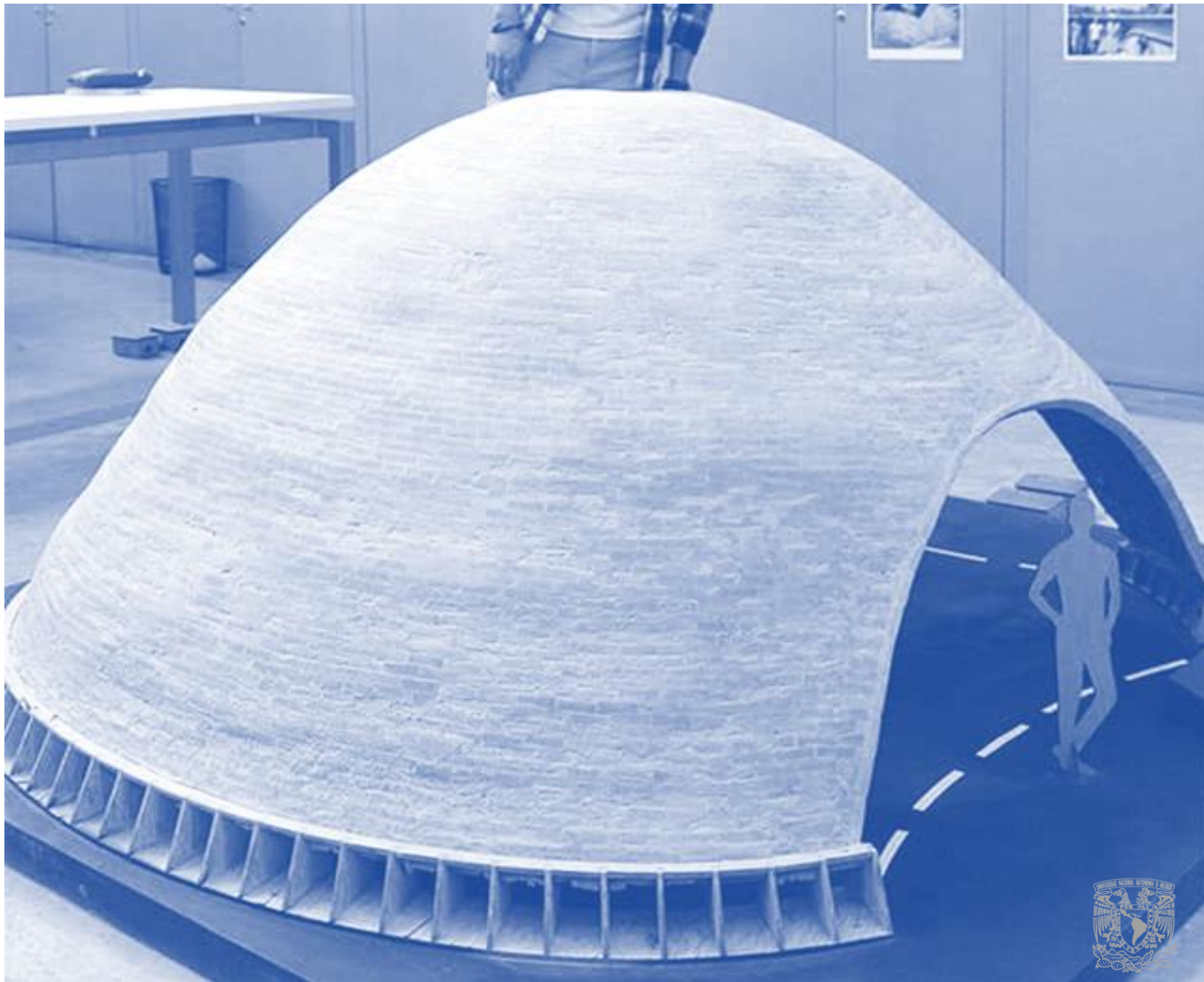




El proceso de determinación de la forma se hizo a través del *Plug-In RhinoVAULT*, desarrollado por Philippe Block y su grupo de investigación en la ETH-Zúrich. El diseño comprende de cinco arcos de acceso, cinco apoyos y dos óculos.



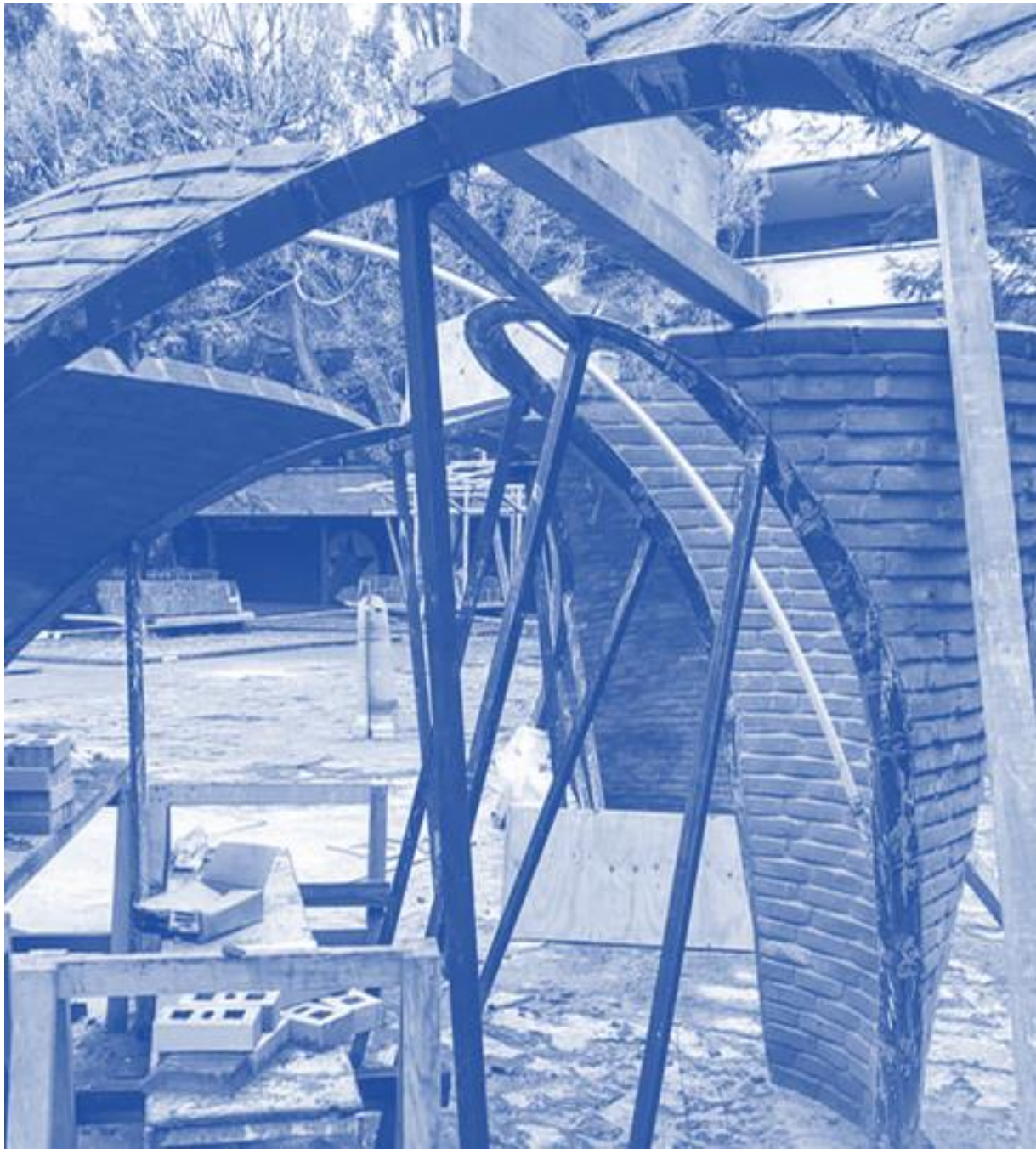
















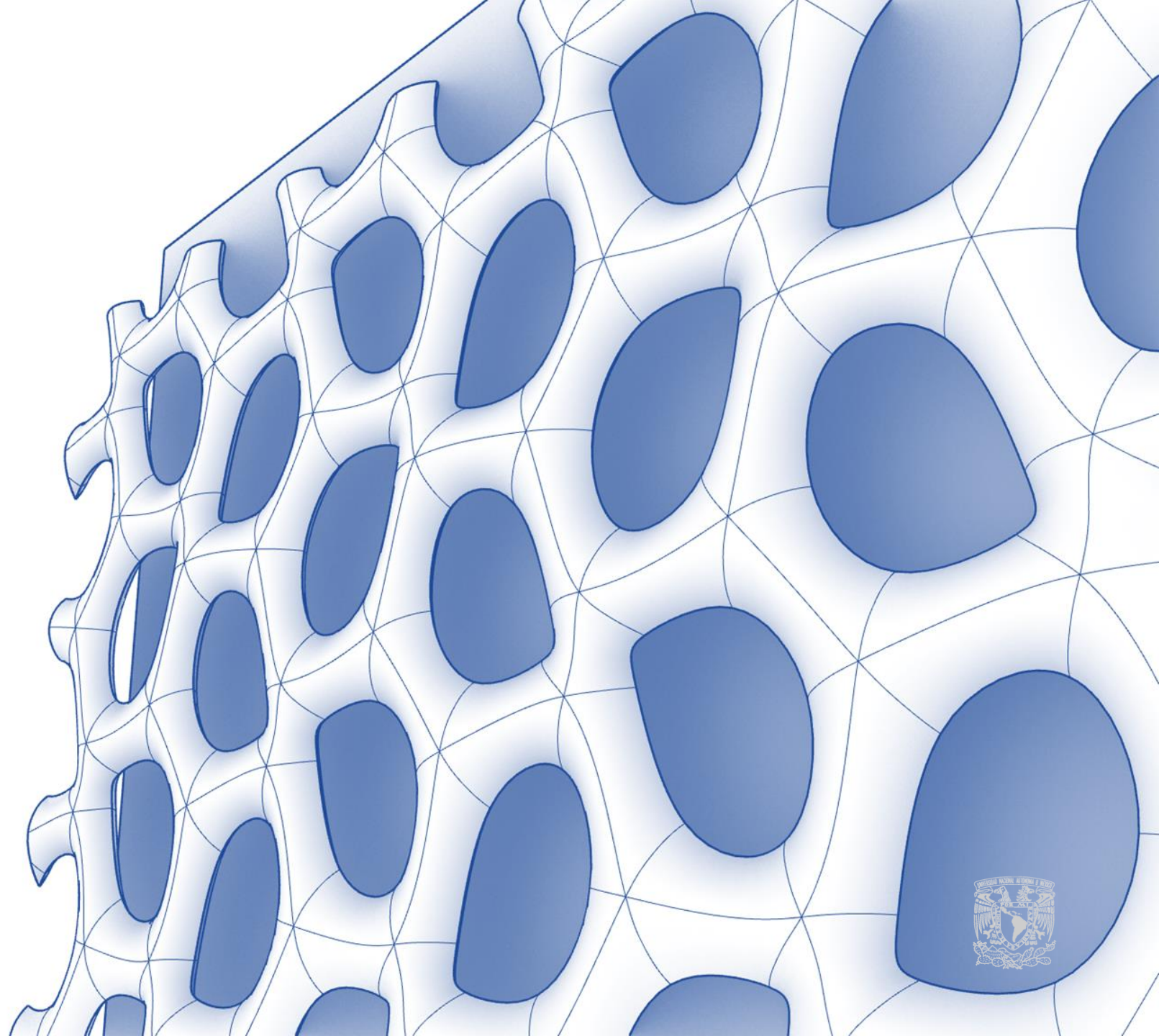


Sistemas de Panalización en Fachadas Arquitectónicas

Programa de Posgrado en Arquitectura

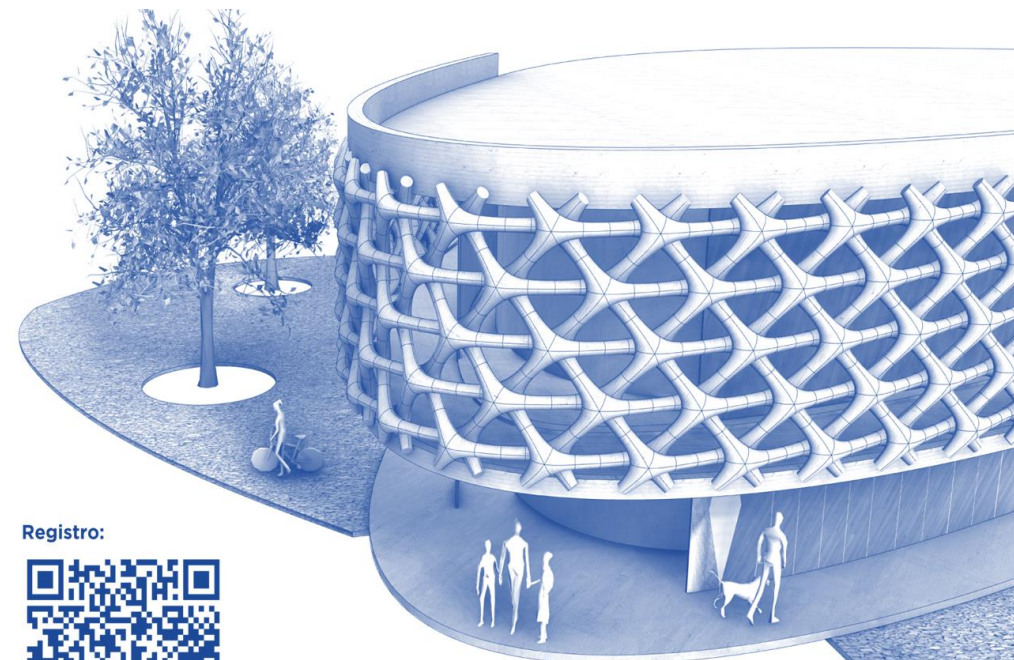
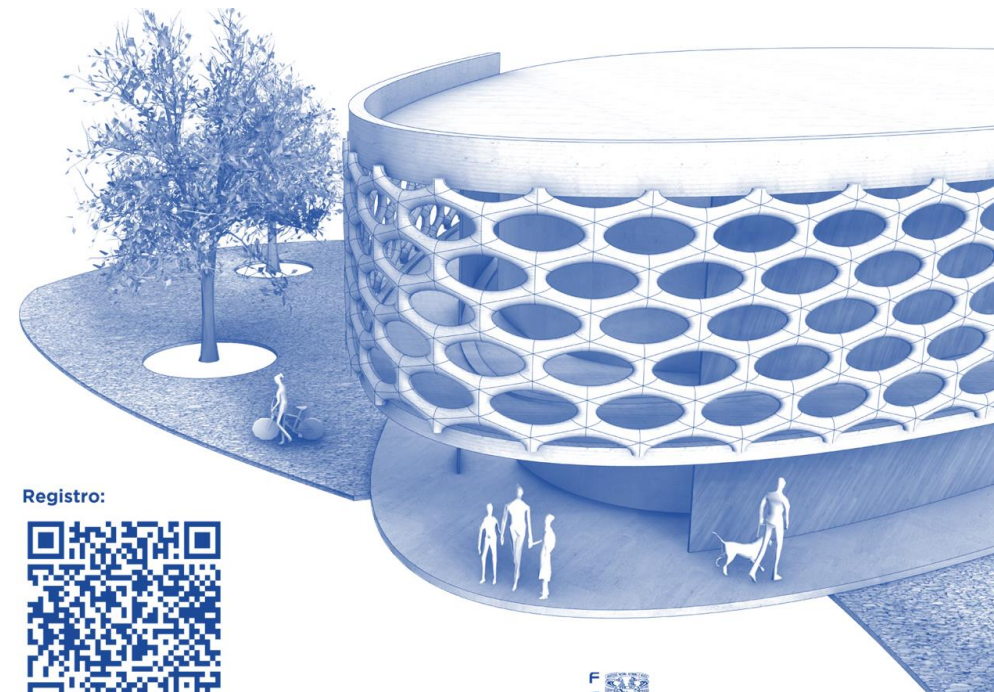
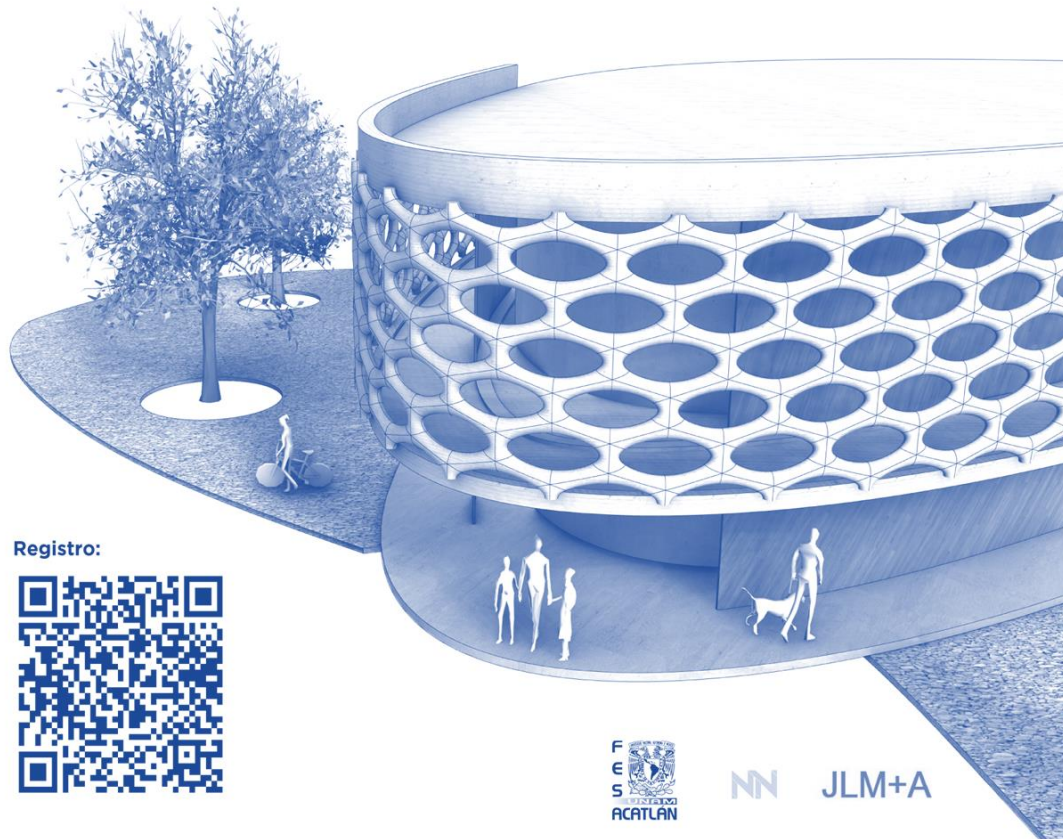
Facultad de Estudios
Superiores Acatlán

INNU Arquitectura



Work | 20 Shop | 23

Diseño Computacional de
Envolventes Arquitectónicas en
Sistemas de Prefabricados



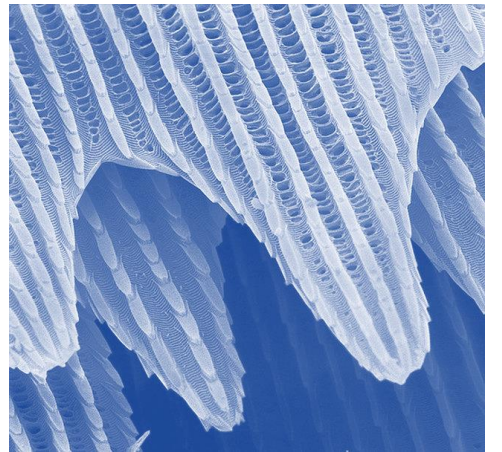
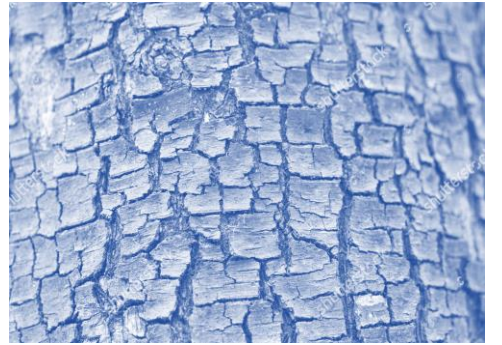
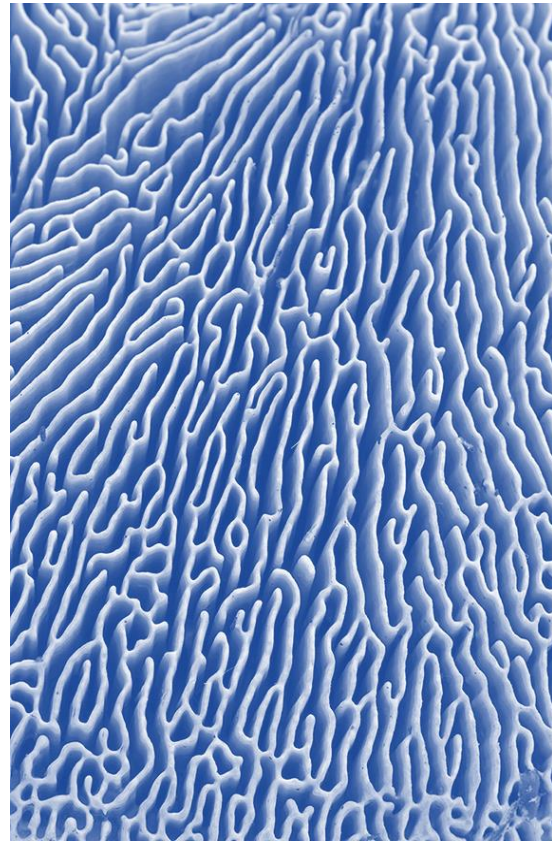
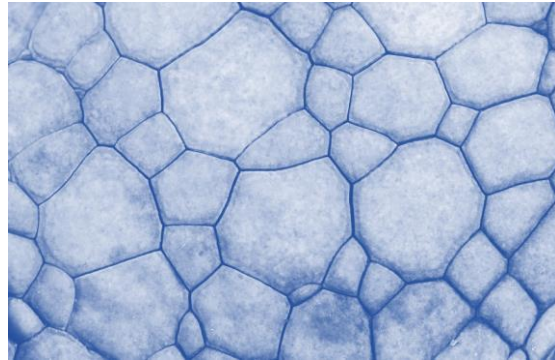
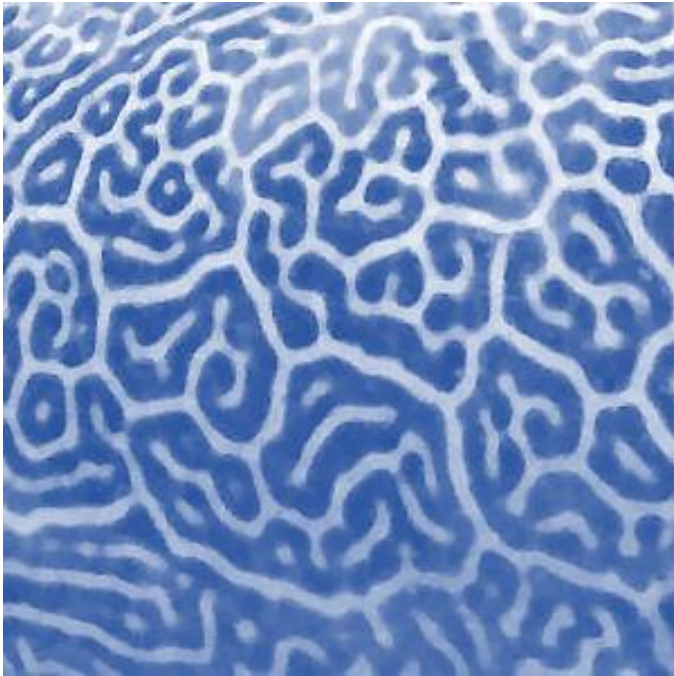
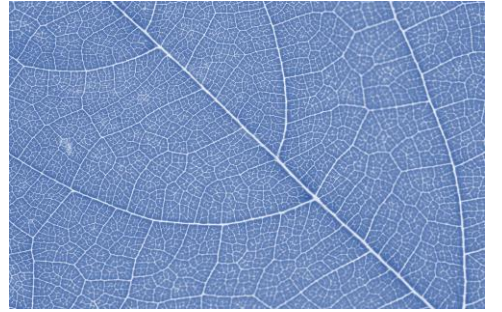
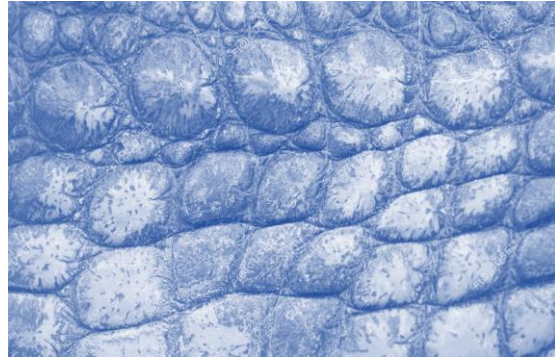
La naturaleza es experta para crear segmentaciones geométricas usando trucos derivados de su proceso evolutivo para lograr la mejor solución.

**Morfología
Adaptativa**

=

**Poco consumo
energético celular**





Forma y geometría

Análisis de rendimiento

Optimización de materiales

Simulación de carga y resistencia

Fabricación digital



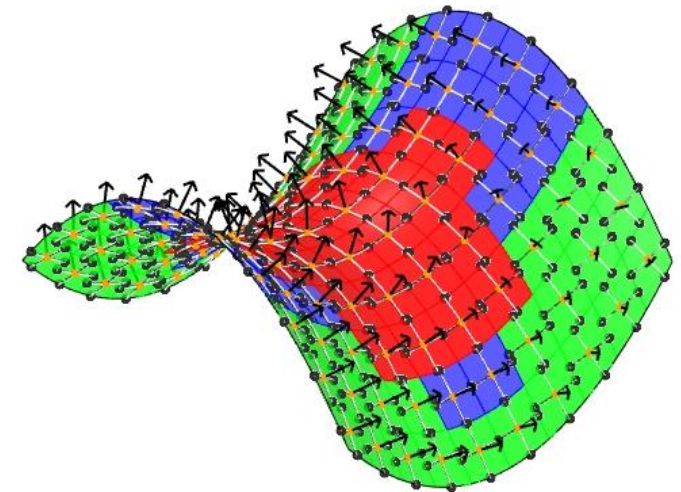
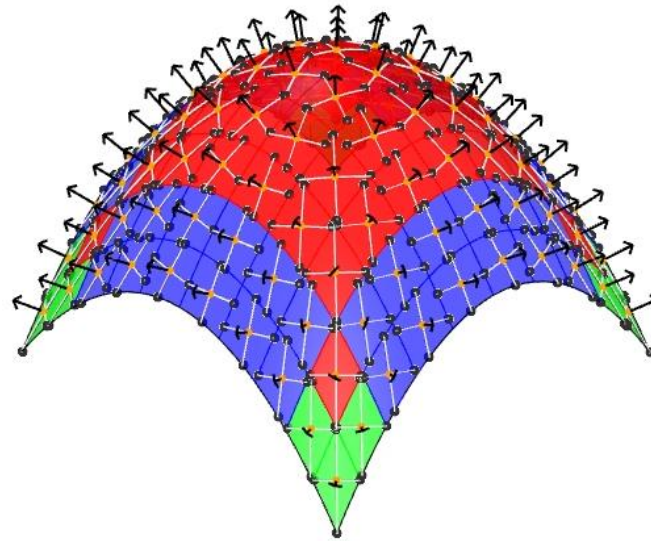
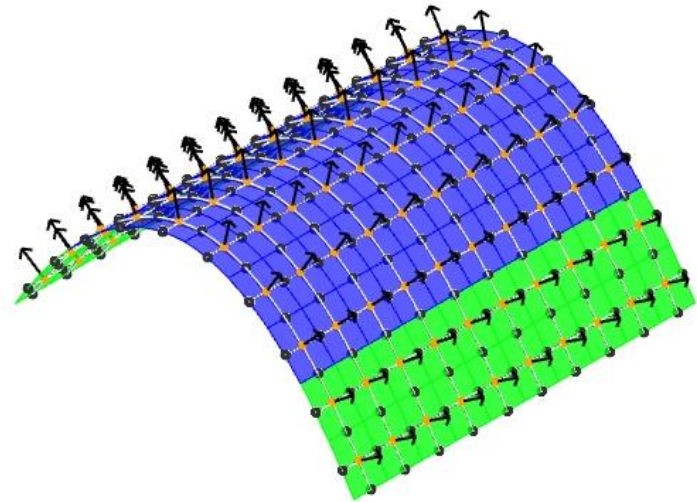
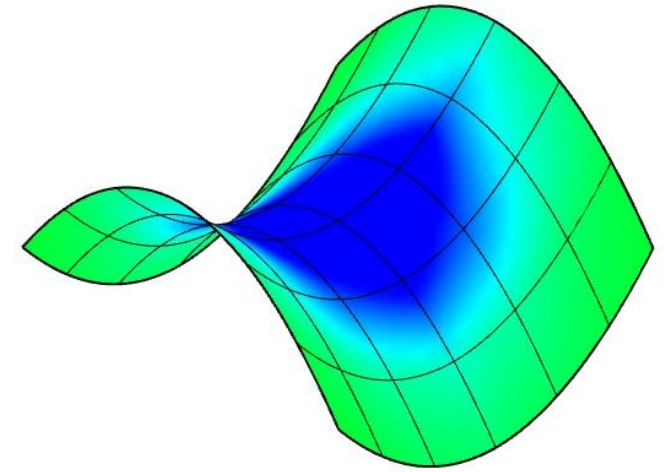
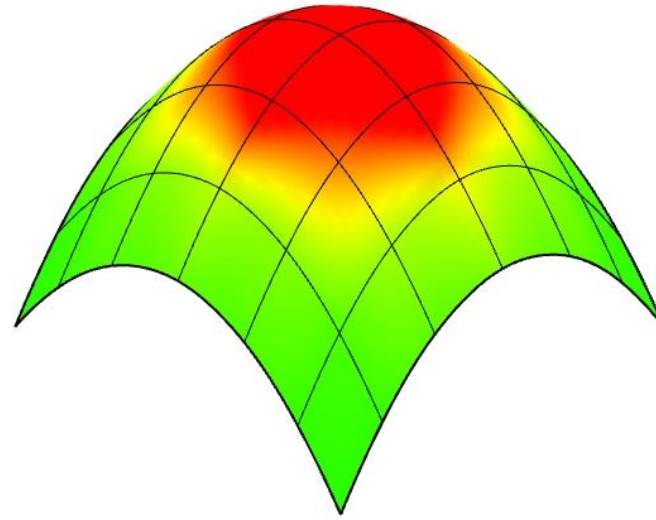
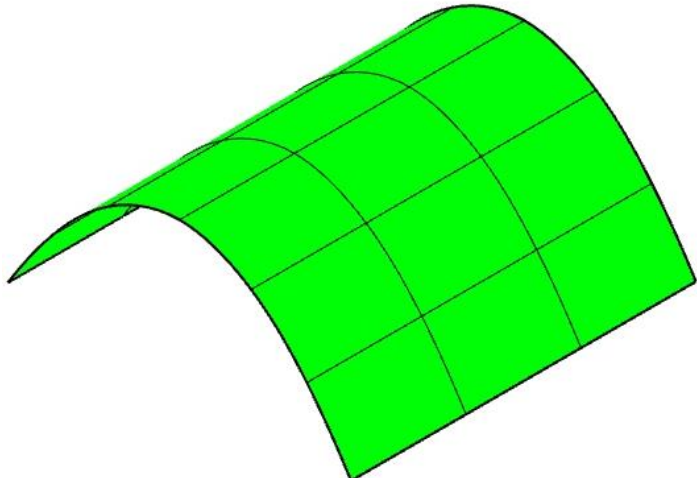
Forma y Geometría



¿Qué es la Panalización de Superficies?

Implica dividir una superficie continua en pequeñas celdas o paneles, lo que facilita su manipulación, análisis y optimización.



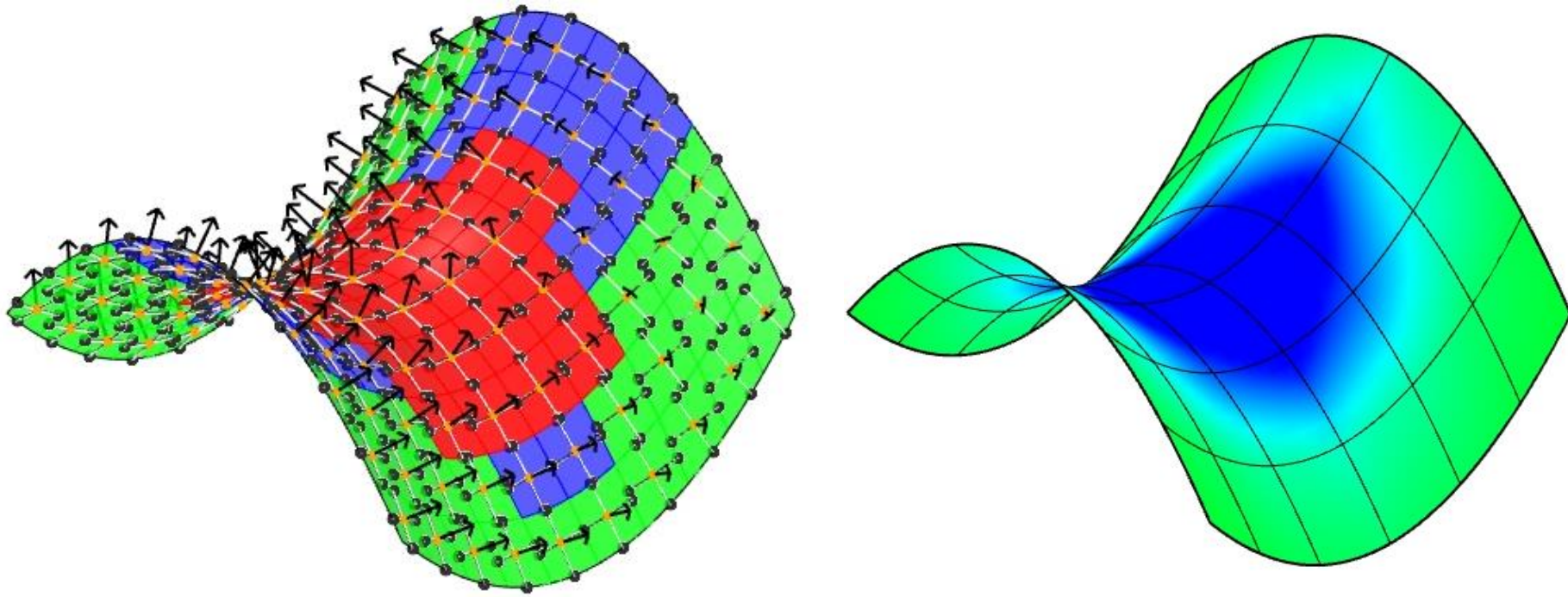


Monoclástica

Sinclástica

Anticlástica





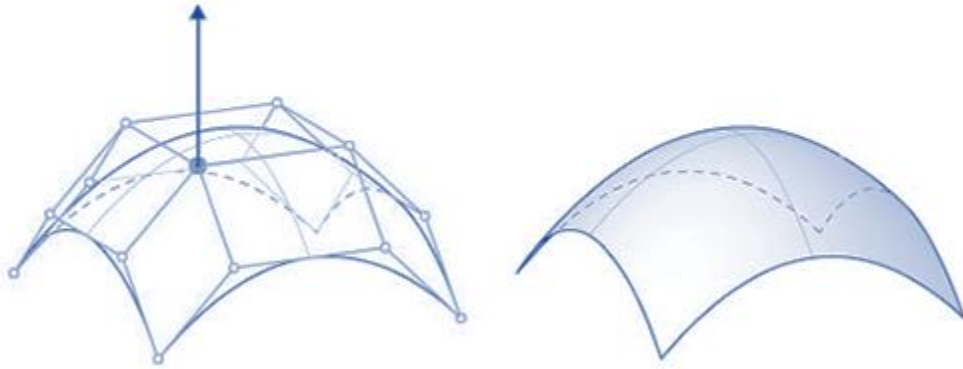
La comprensión del tipo de geometría se está desarrollando en el proyecto es parte de la anticipación a dilemas constructivos que podemos presentar en la obra.



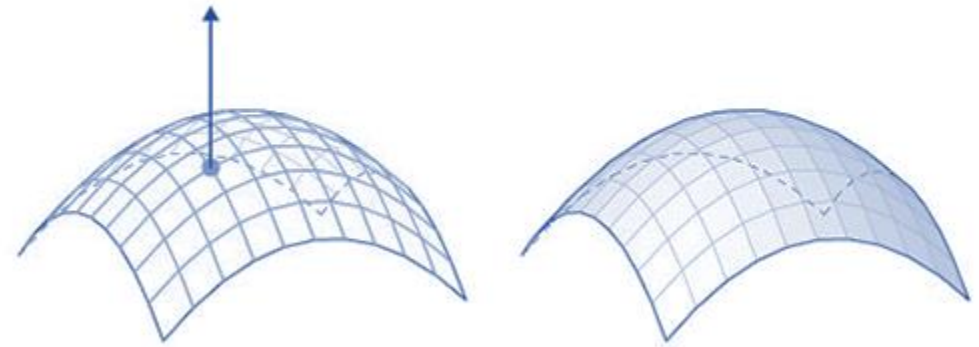
Representaciones Digitales



Estas técnicas pueden incluir la subdivisión de superficies, la generación de mallas poligonales y o redes irregulares.



Superficie NURB



Superficie MESH

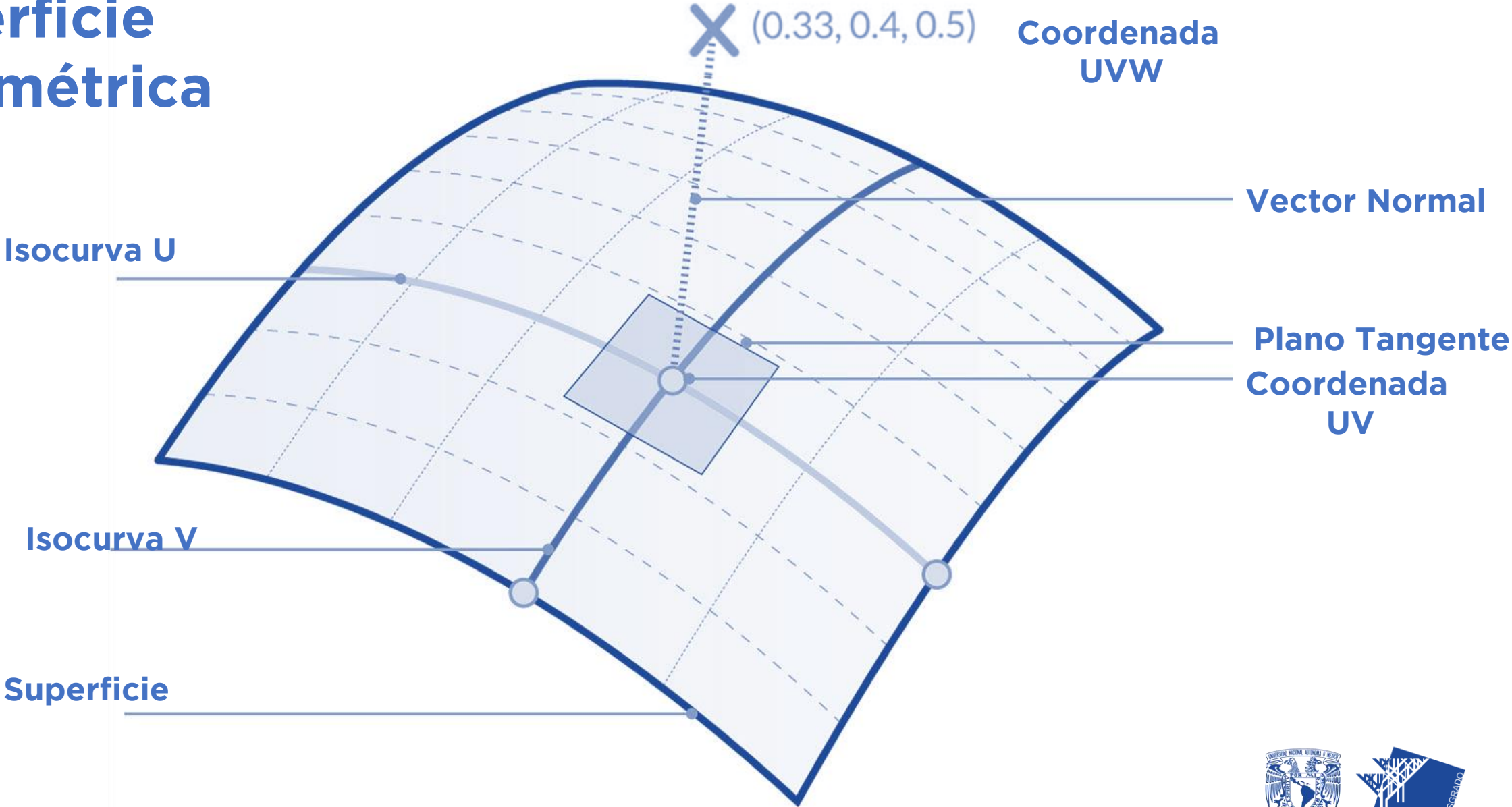
Superficies Paramétricas (N.U.R.B.S)

Estas curvas y superficies se caracterizan por su suavidad y continuidad, lo que las hace ideales para representar objetos con formas orgánicas y curvas suaves.

En el contexto de la panalización, las NURBS pueden subdividirse en segmentos más pequeños, como parches, que permiten una manipulación más precisa



Superficie Paramétrica

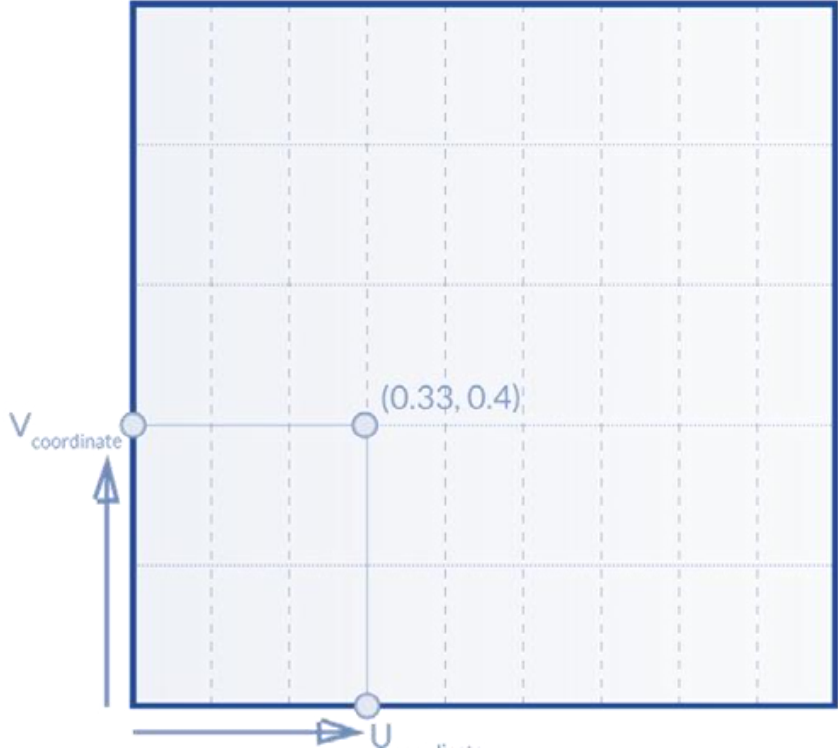


La forma de una superficie NURBS se define mediante un número de puntos de control y el grado de esa superficie en las direcciones U y V.

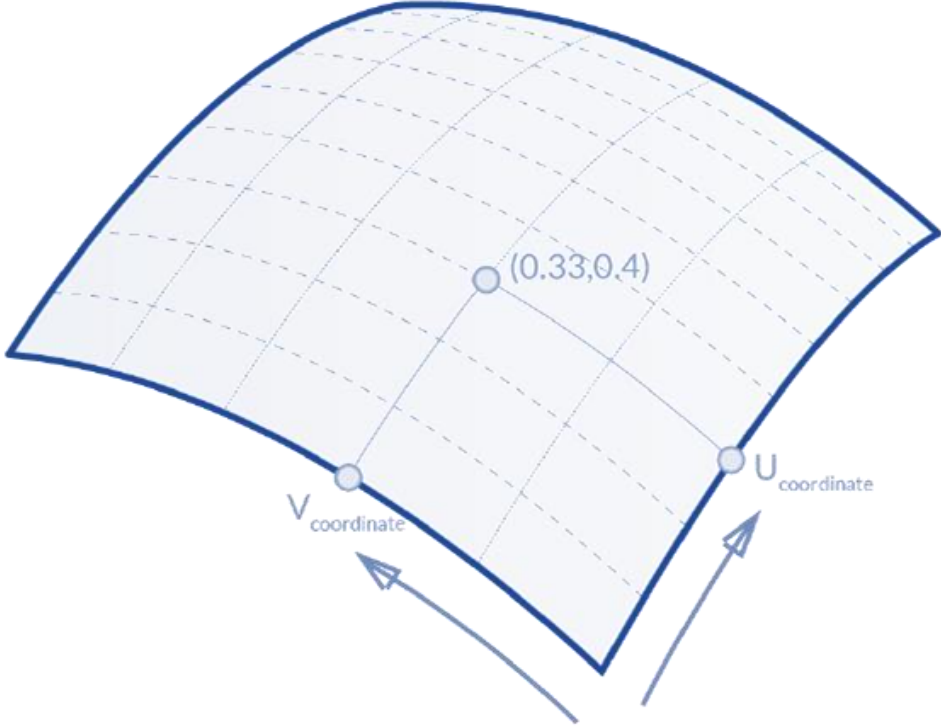
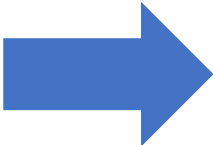
Se utilizan los mismos algoritmos para calcular la forma, las normales, las tangentes, las curvaturas y otras propiedades mediante puntos de control, grosores y grados.



Dominios Paramétricos

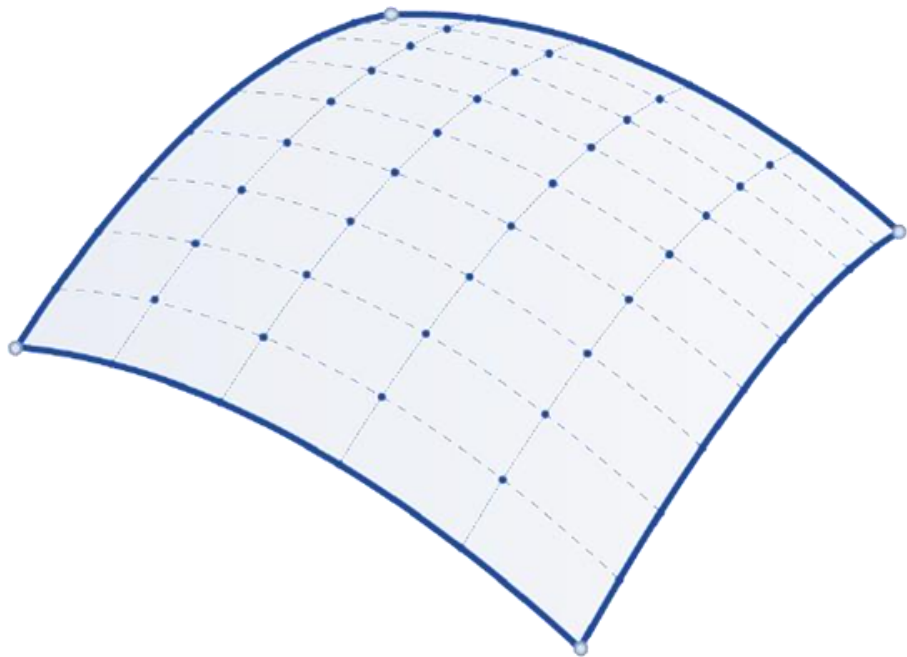


Dominio en \mathbb{R}^2

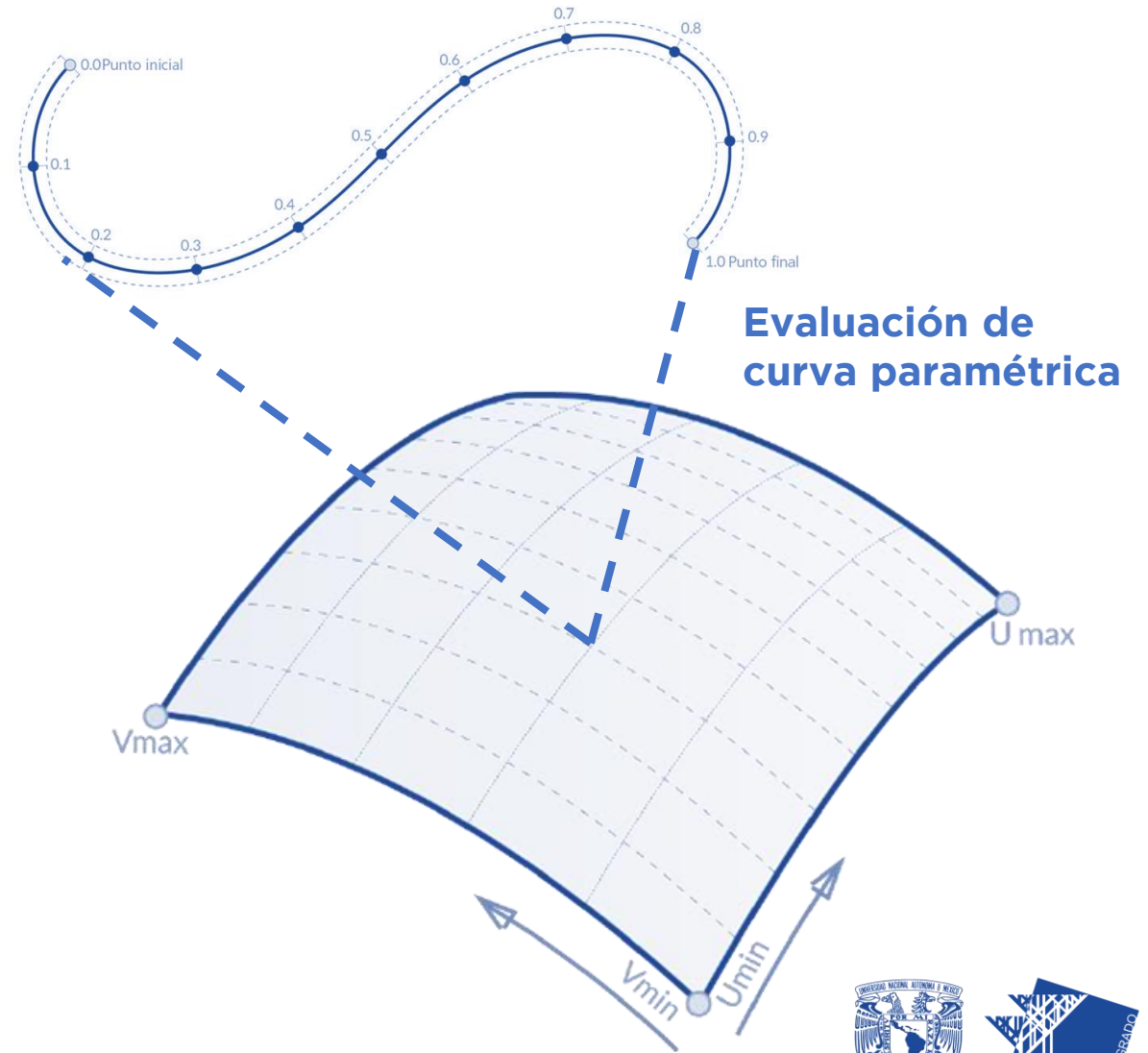


Dominio en \mathbb{R}^3

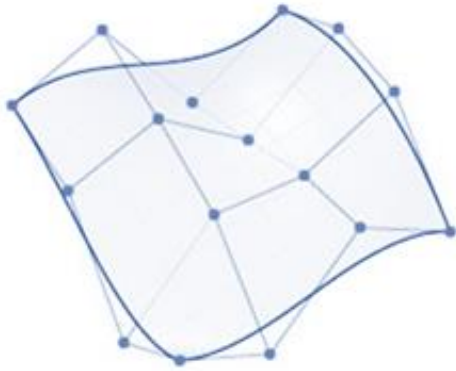
Rejilla paramétrica



Puntos de edición de curva NURB



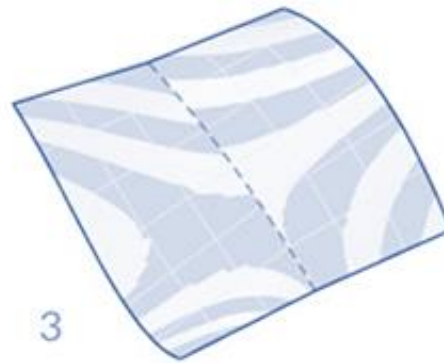
Grado de Superficie



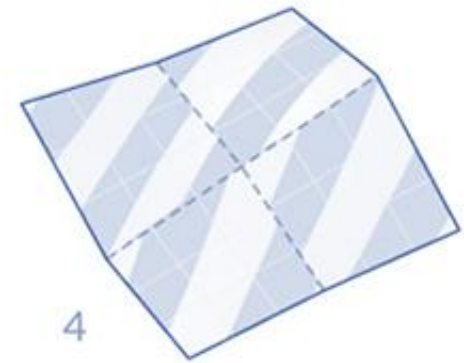
Grado (U,V) = (3,3)



Grado (U,V) = (3,1)

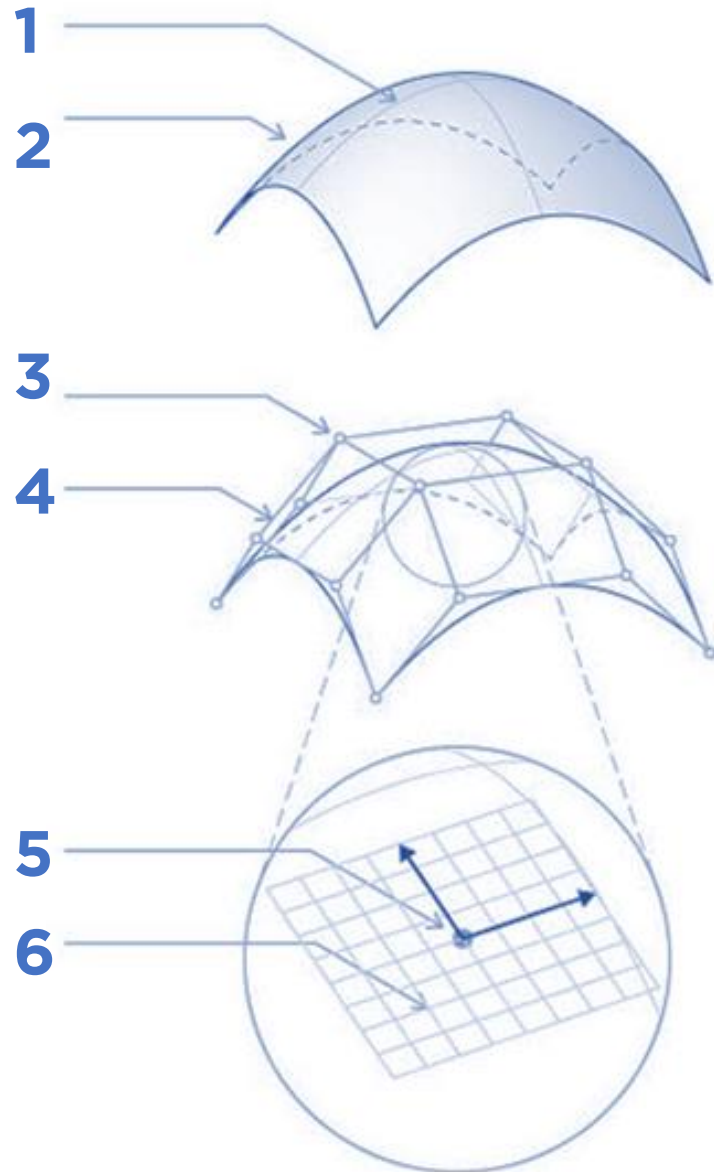


Grado (U,V) = (1,2)



Grado (U,V) = (1,1)

Superficie NURB



1. Superficie

2. Isocurva (línea isoparamétrica)

3. Punto de control de superficie

4. Polígono de control de superficie

5. Punto isométrico de Dominio

6. Rejilla Paramétrica de Dominio

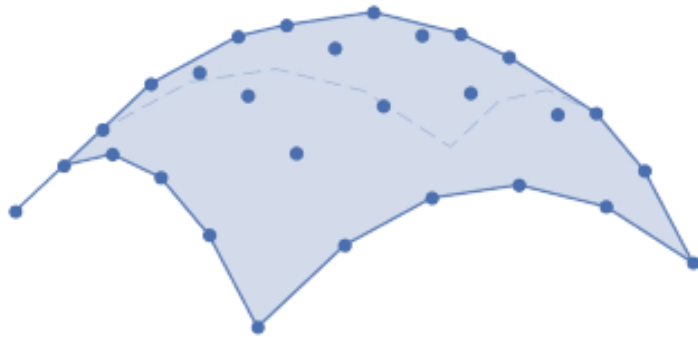
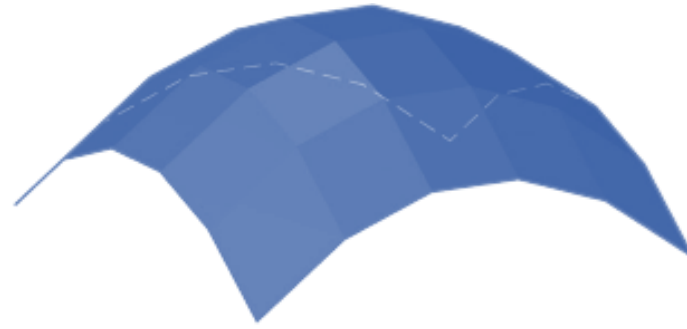
Mallas (Mesh)

Es una representación discreta de superficies que se componen de vértices, aristas y caras. Son versátiles y adecuadas para representar superficies complejas y detalladas, pero no necesariamente suaves.

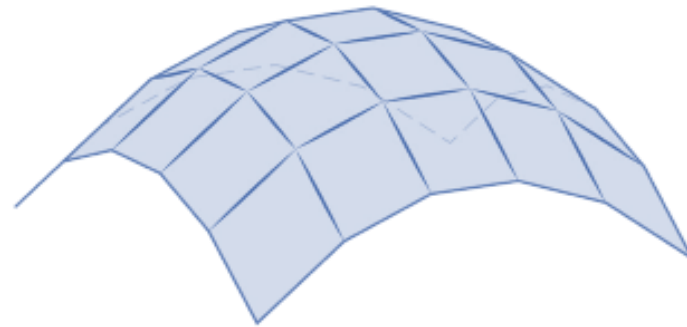
Pueden subdividirse en elementos, como triángulos o cuadriláteros (valencia), para lograr una representación más detallada y precisa.



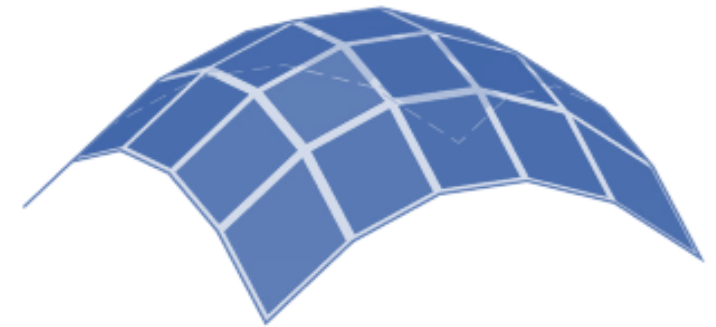
Malla



1 **Puntos**



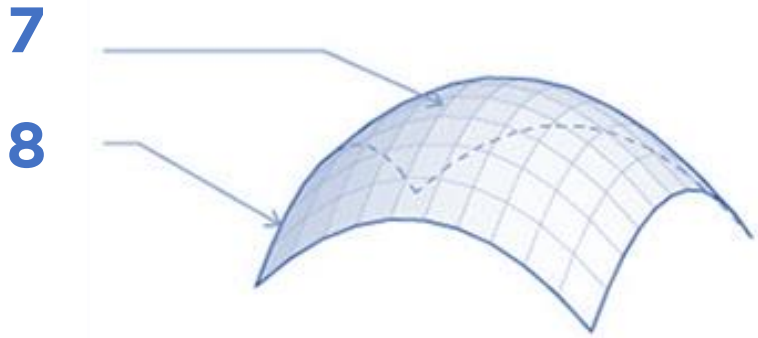
2 **Bordes
(Edge)**



3 **caras**

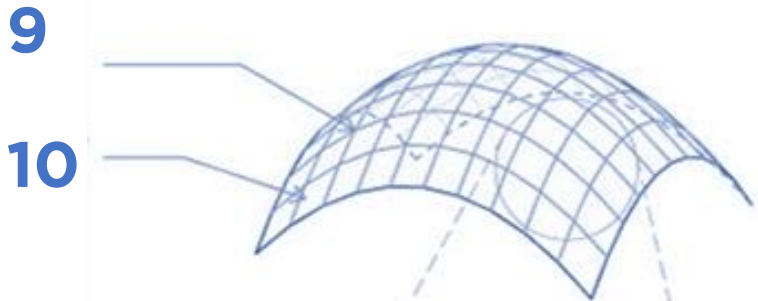


Superficie MESH



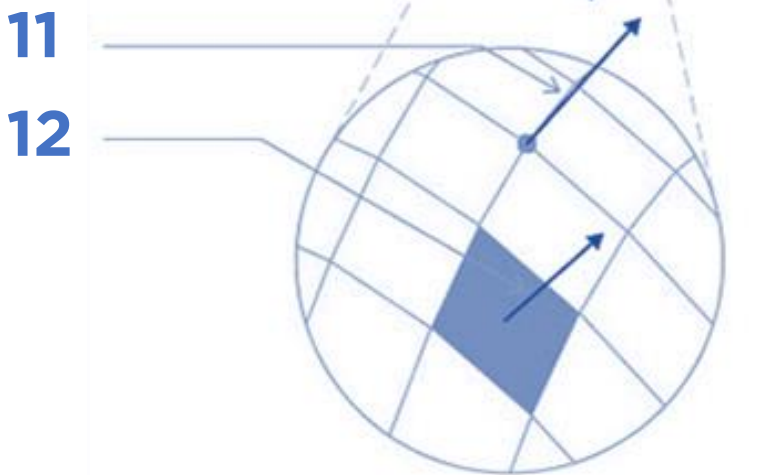
7. Malla

8. Arista de borde



9. Red/Grid de Malla

10. Aristas de Malla

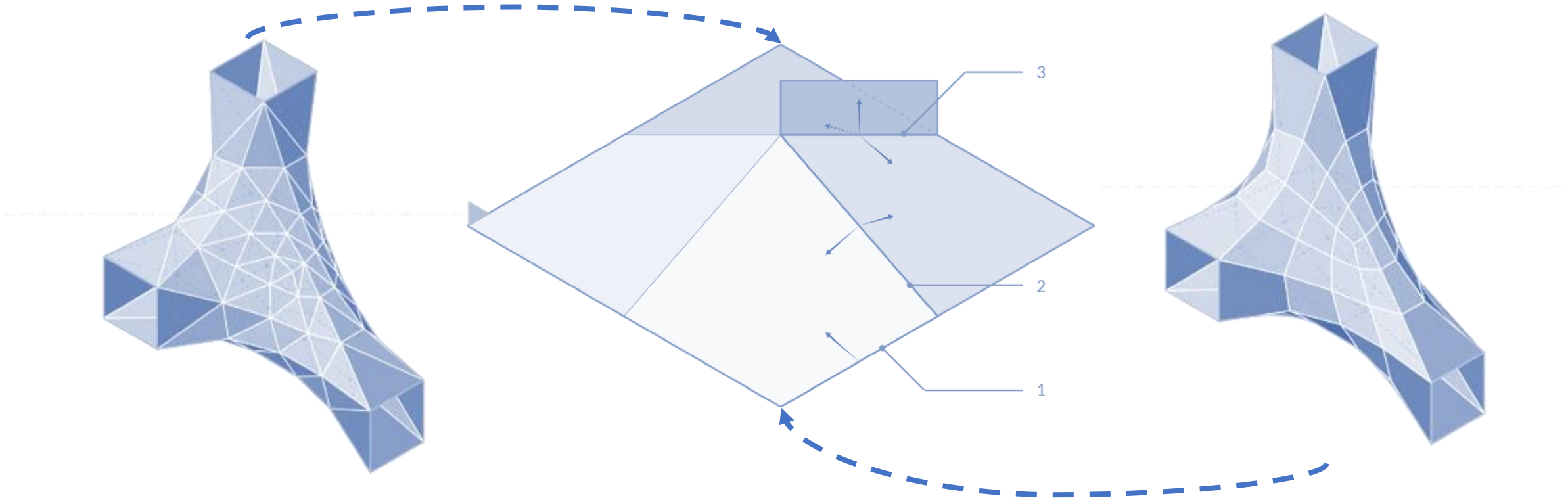


11. Normal de vértice

12. Normal de cara de malla

Valencias

- 1. Borde desnudo con Valencia de 1
- 2. Borde interior con Valencia de 2
- 3. Non-manifold edge con Valencia de 3

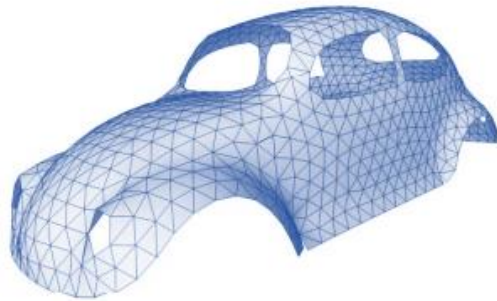


Grado de vértices = Valencias

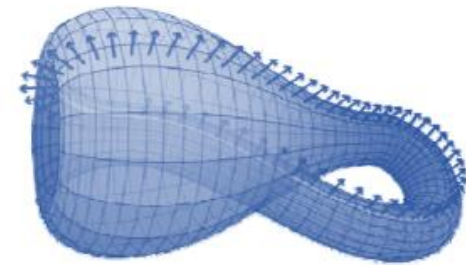




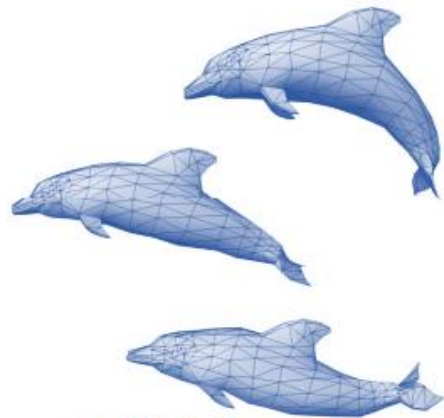
Single component,
closed, triangular,
orientable manifold



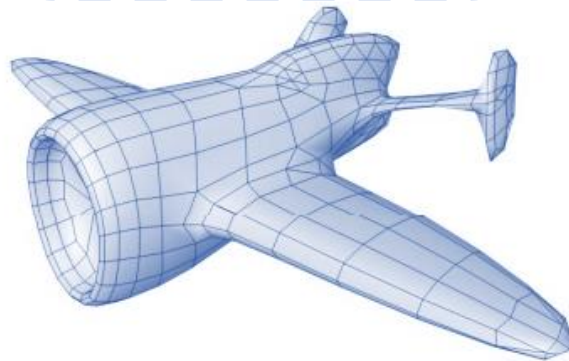
With boundaries



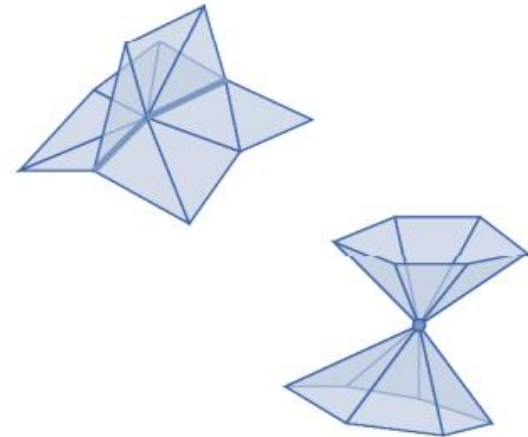
Not orientable



Multiple components

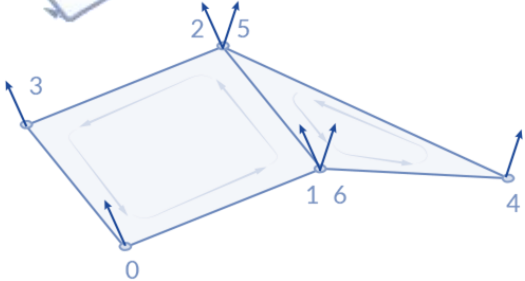
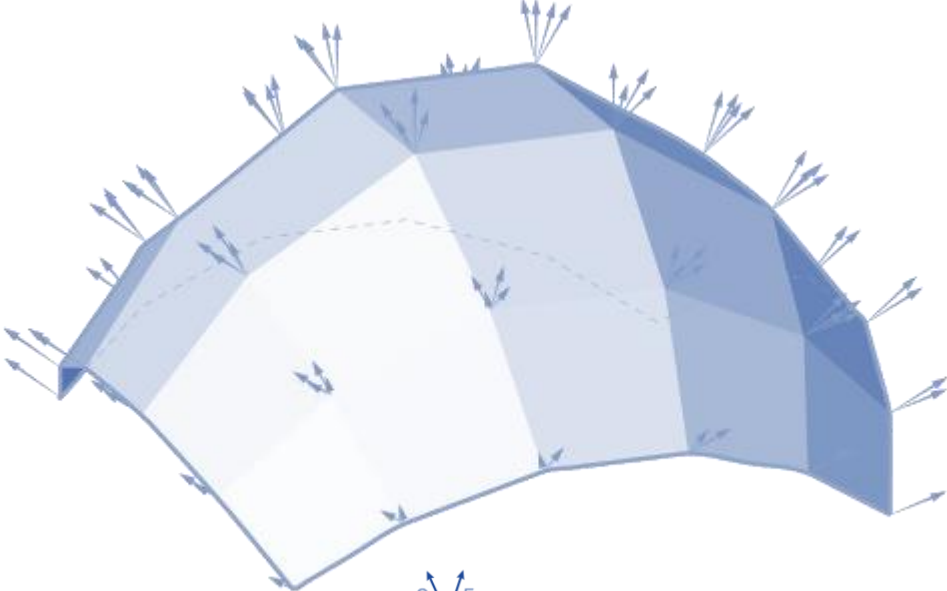


Not only triangles



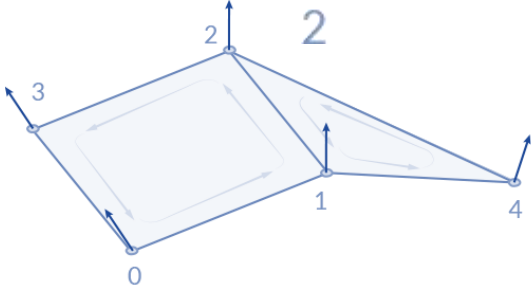
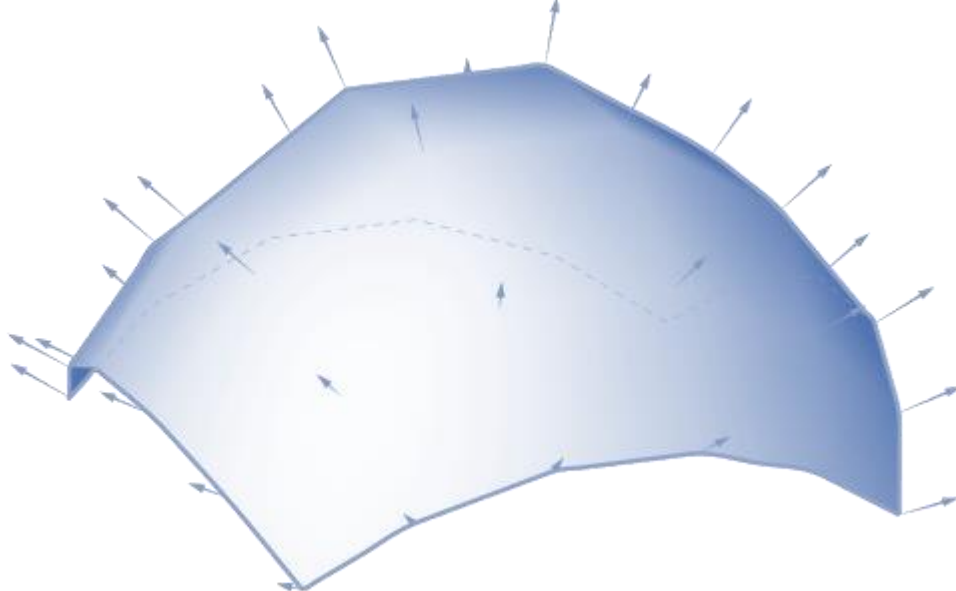
Non manifold

Welding



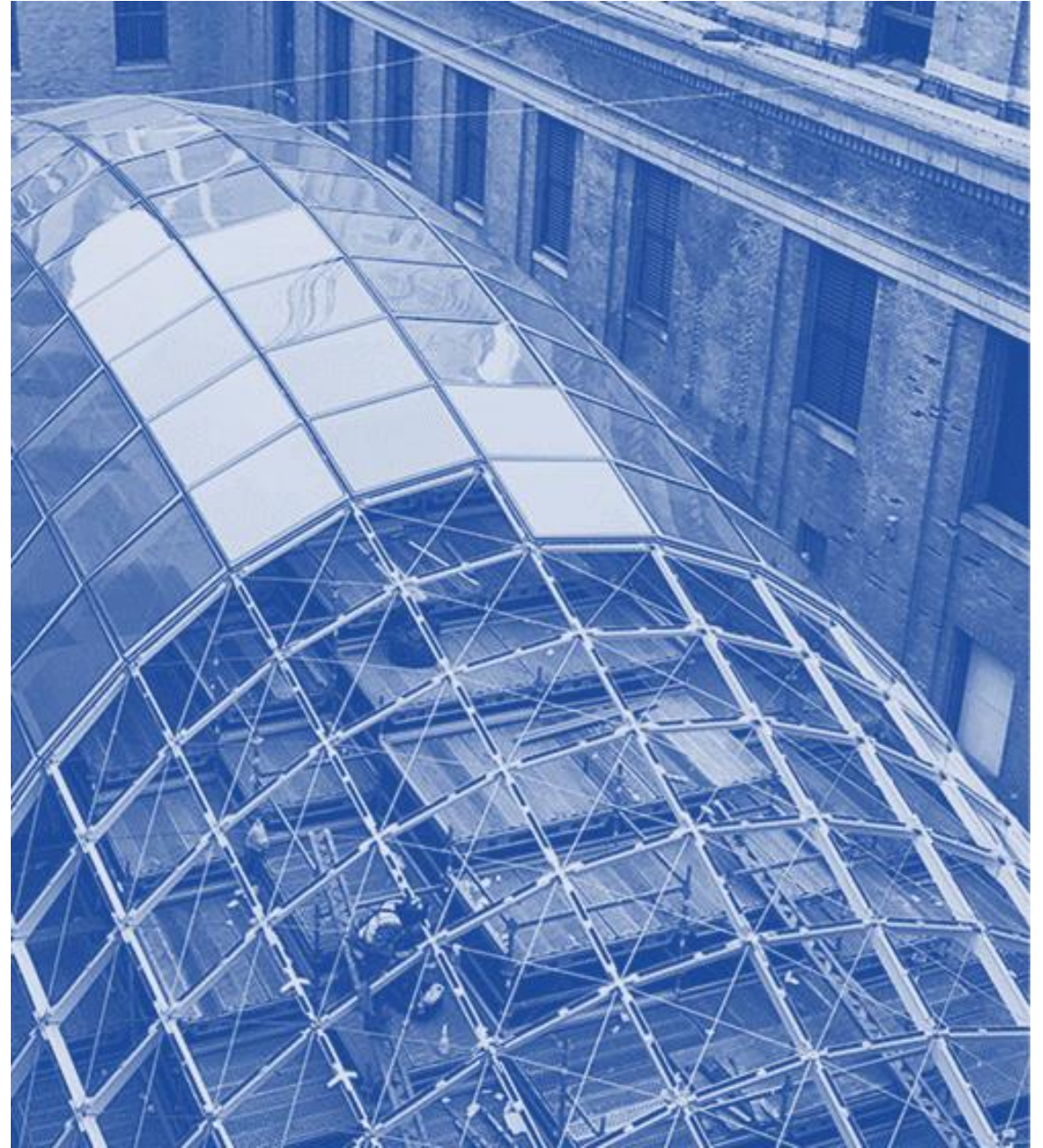
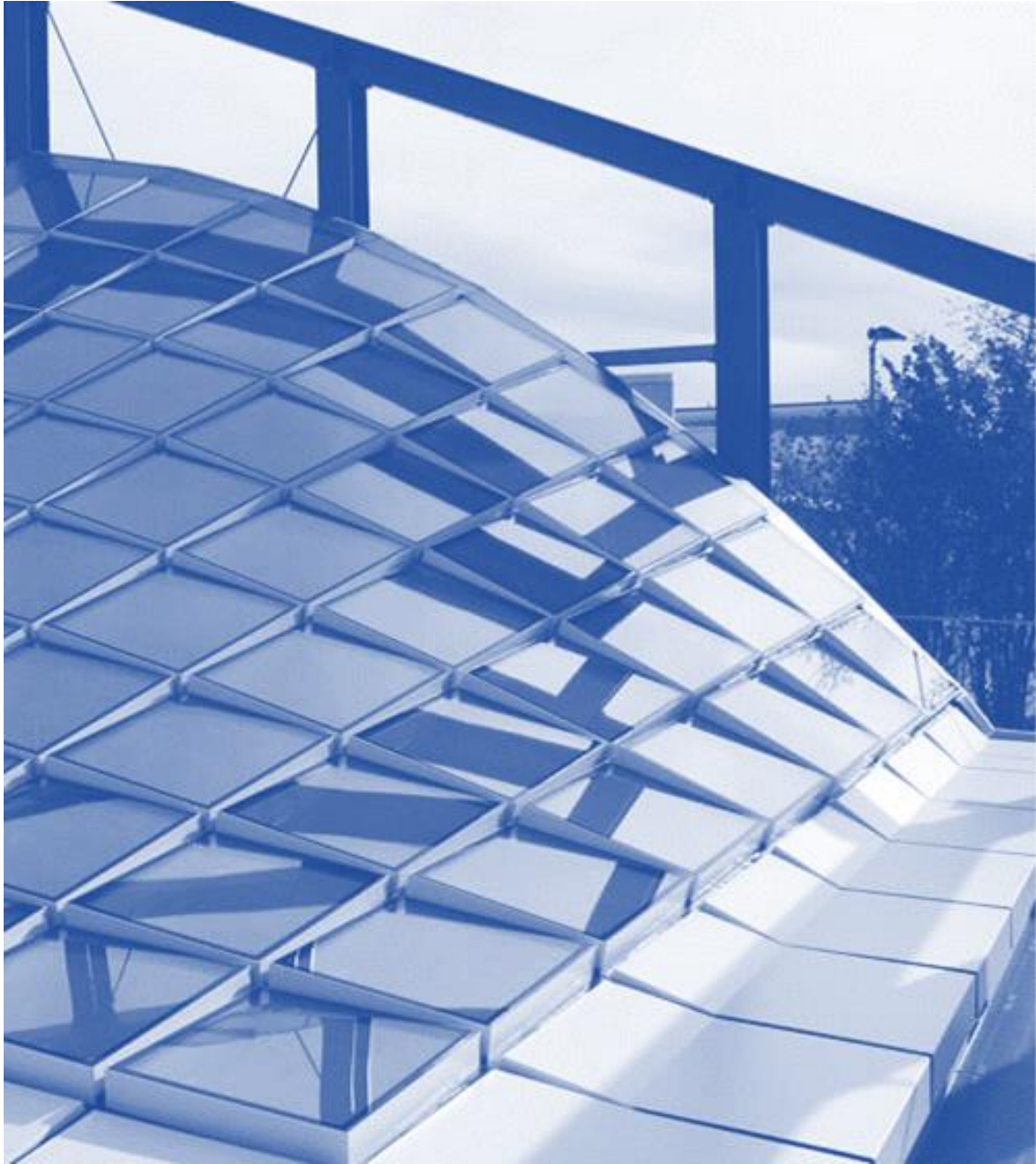
2

Vertex List	Face List
0 = {0.0, 0.0, 0.0}	Q {0, 1, 2, 3}
1 = {1.0, 0.0, 1.0}	T {4, 5, 6}
2 = {1.0, 1.0, 1.0}	
3 = {0.0, 1.0, 0.0}	
4 = {2.0, 0.0, -1.0}	
5 = {1.0, 1.0, 1.0}	
6 = {1.0, 0.0, 1.0}	

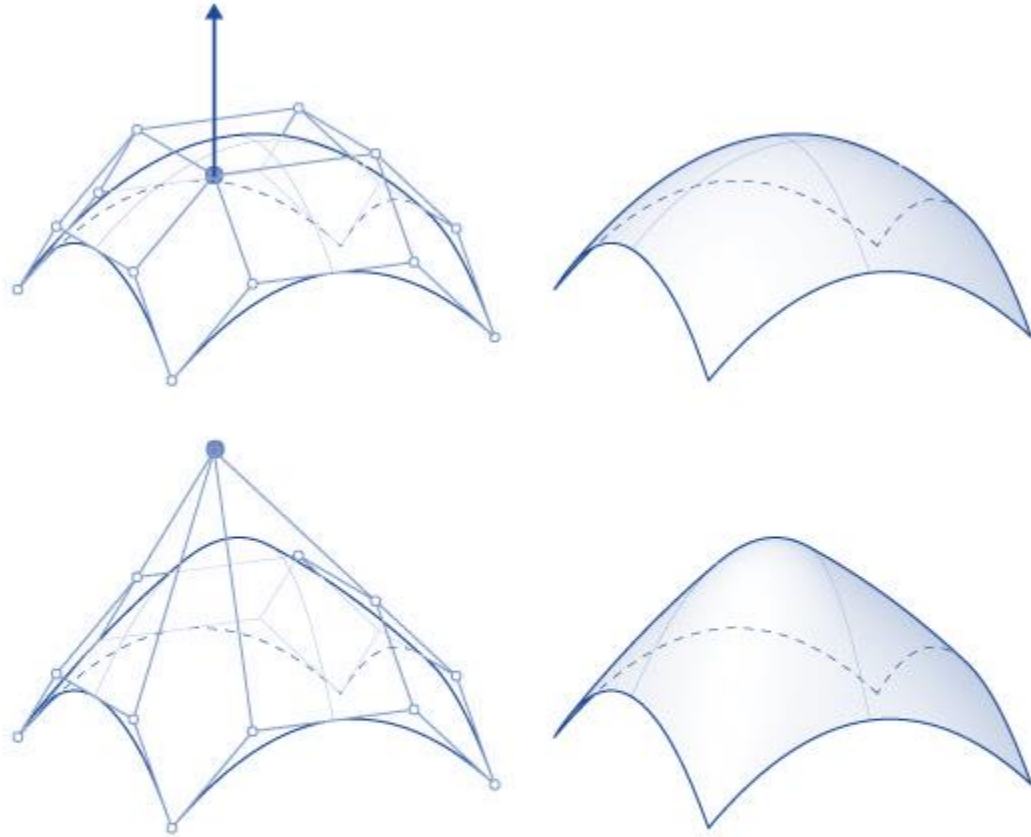


1

Vertex List	Face List
0 = {0.0, 0.0, 0.0}	Q {0, 1, 2, 3}
1 = {1.0, 0.0, 1.0}	T {1, 4, 2}
2 = {1.0, 1.0, 1.0}	
3 = {0.0, 1.0, 0.0}	
4 = {2.0, 0.0, -1.0}	

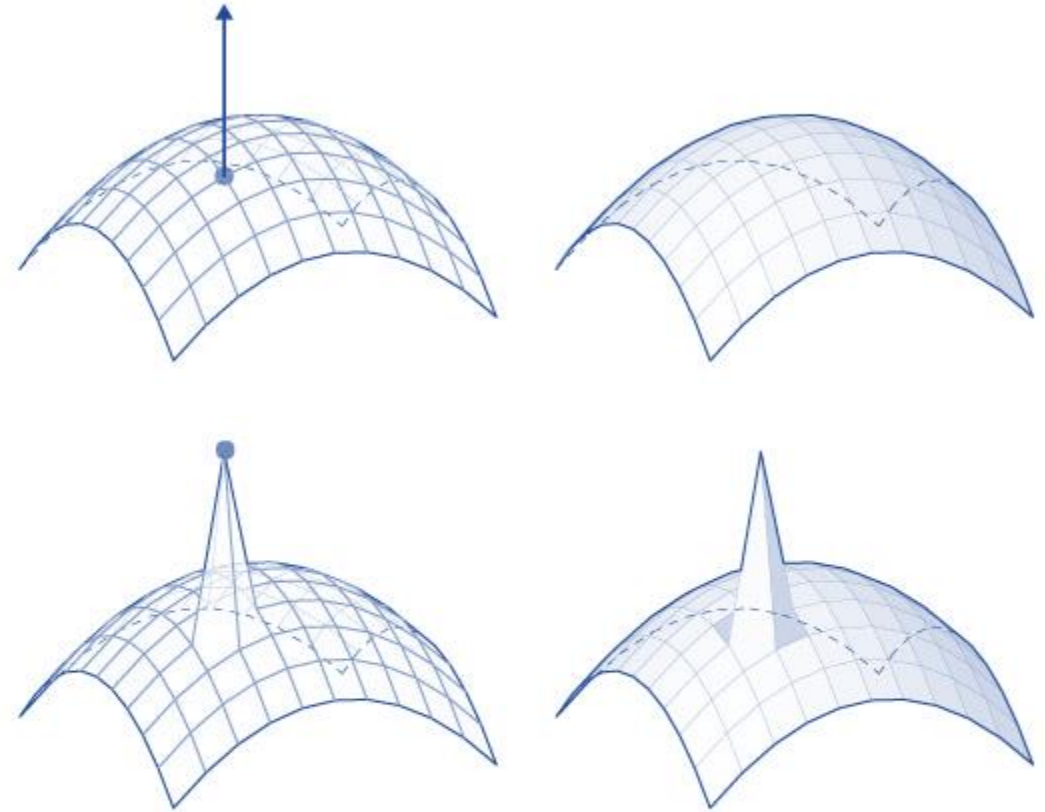


Superficie NURB



El desplazamiento del punto de control influye a lo largo de la geometría.

Superficie MESH

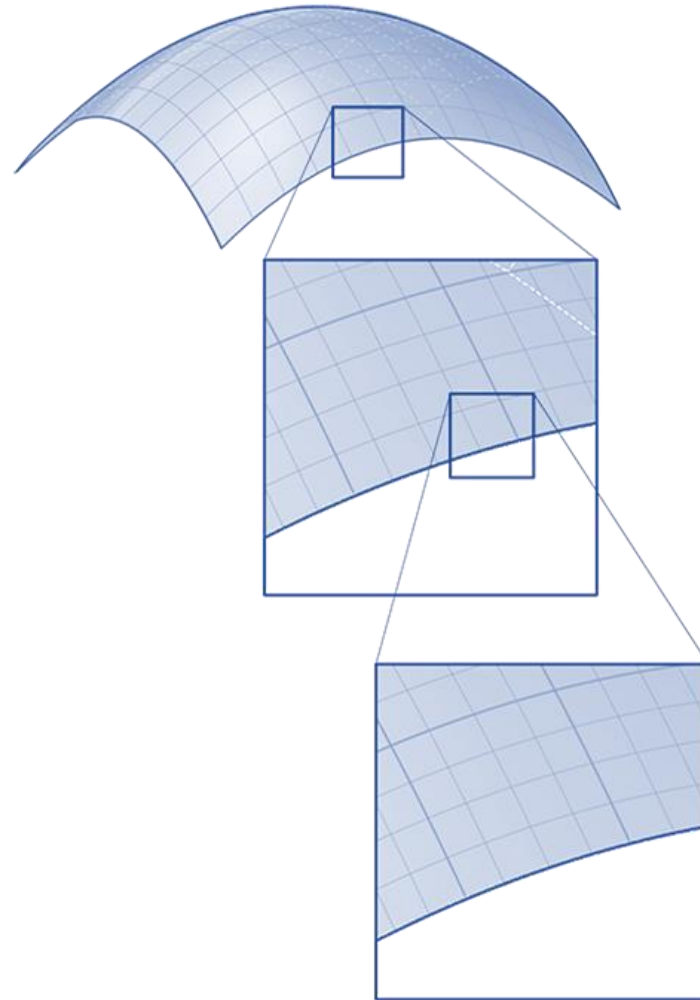


El desplazamiento de un vértice solo influye en los elementos adyacentes.

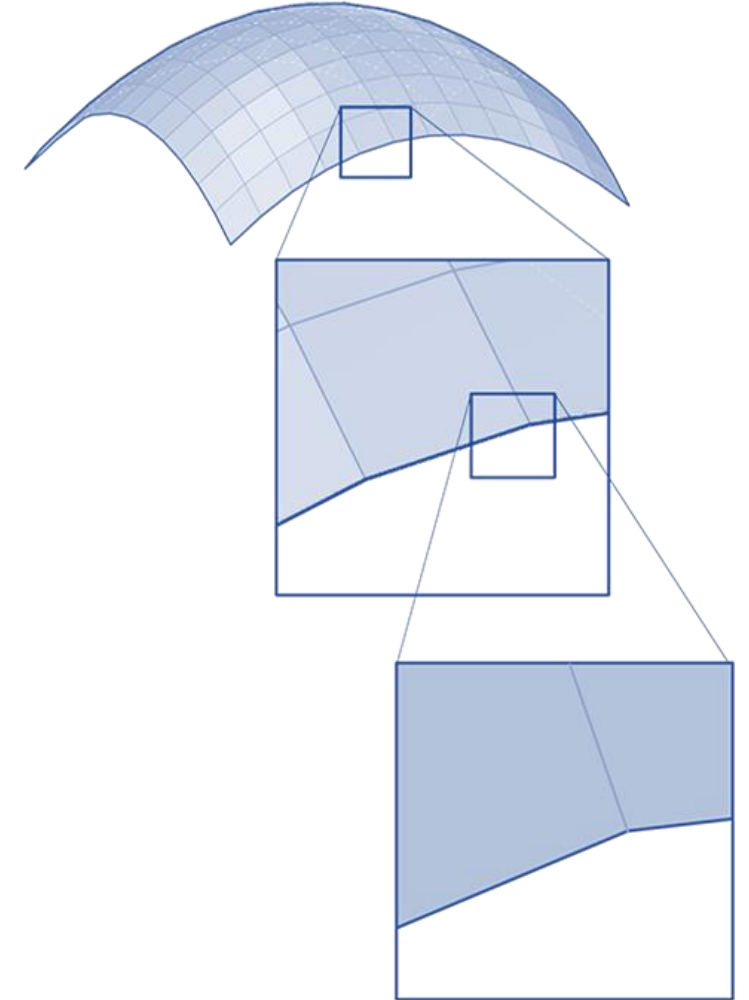
NURB

Las superficies NURBS se almacenan como ecuaciones matemáticas, la visualización real de estas superficies requiere mallas.

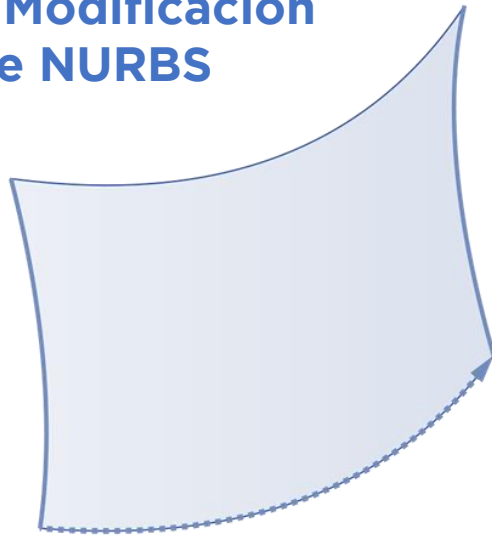
No es posible para una computadora mostrar una ecuación continua.



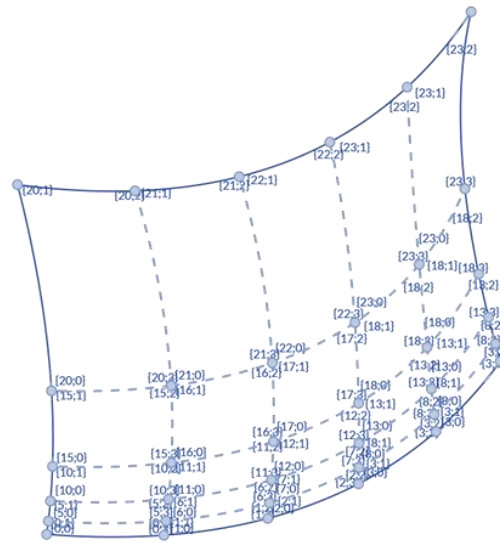
MESH



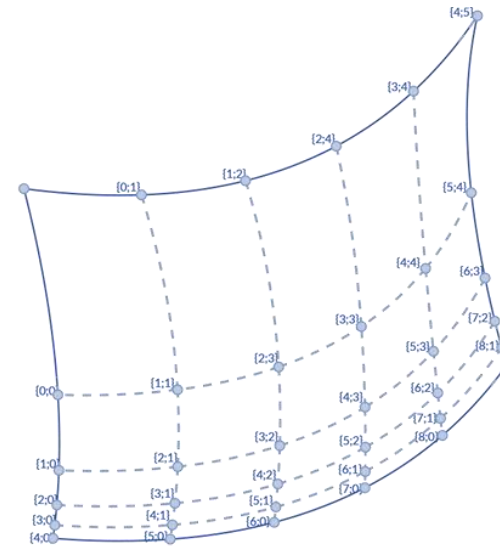
Secuencia de Modificación de Dominio de NURBS



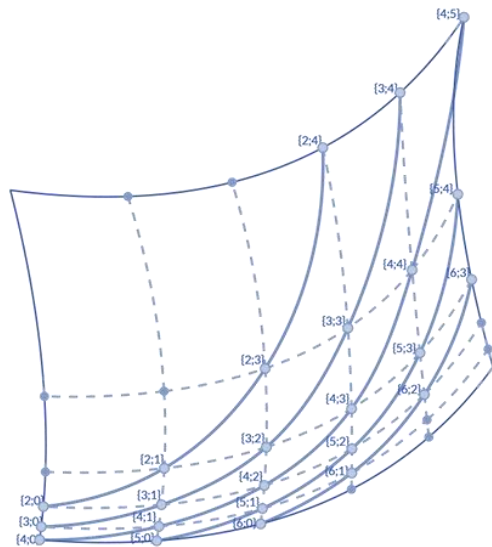
1.



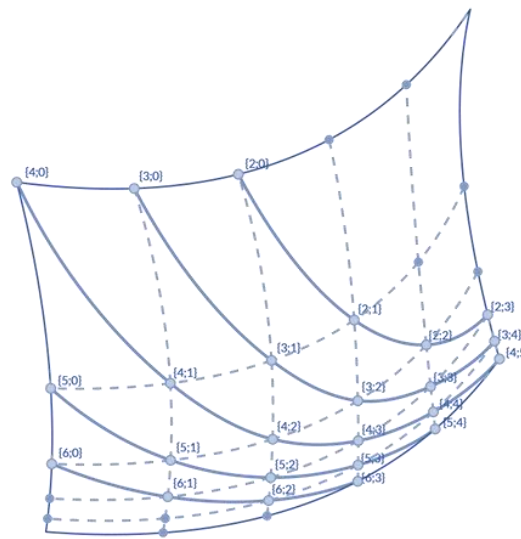
2.



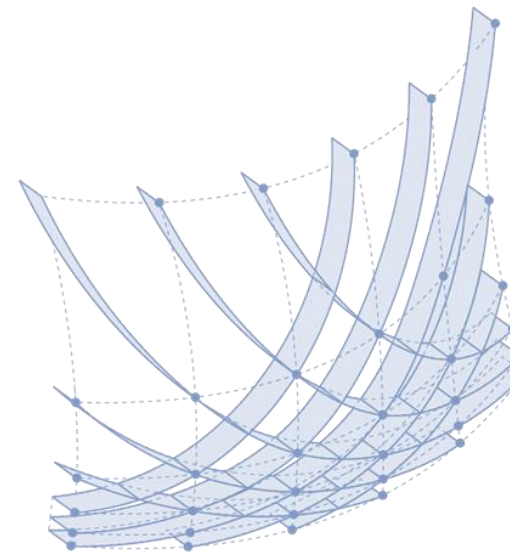
3.



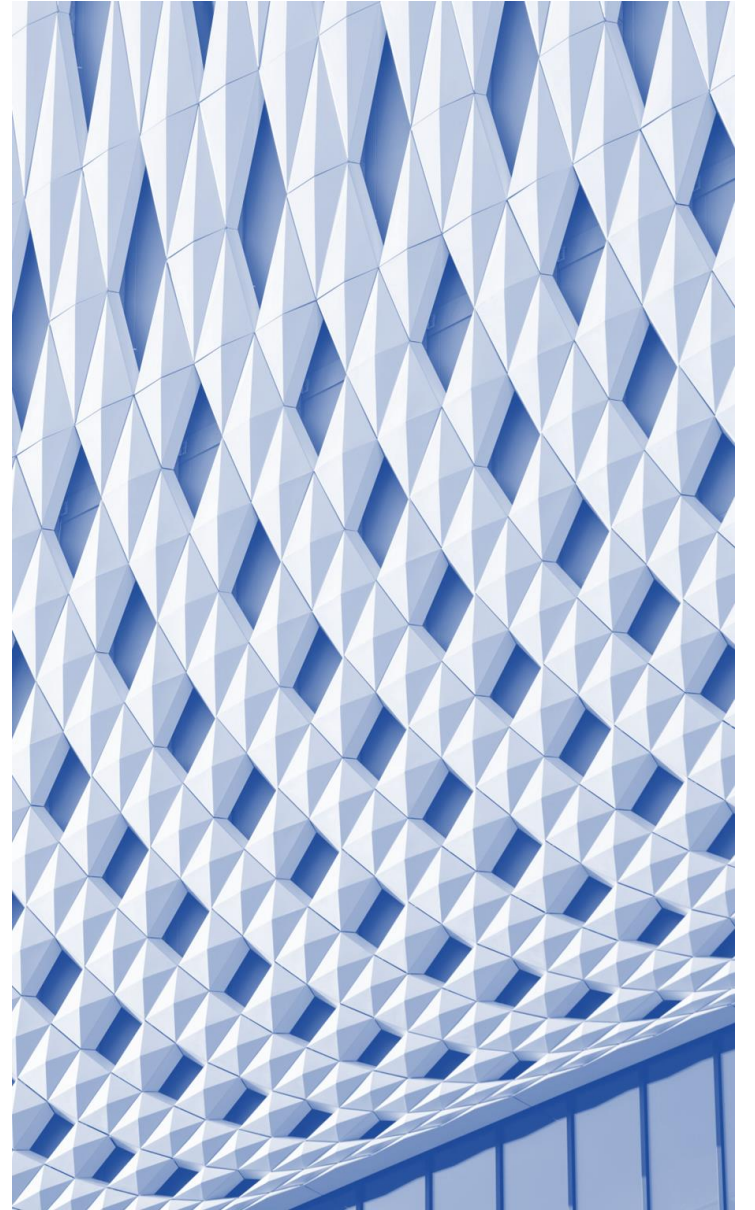
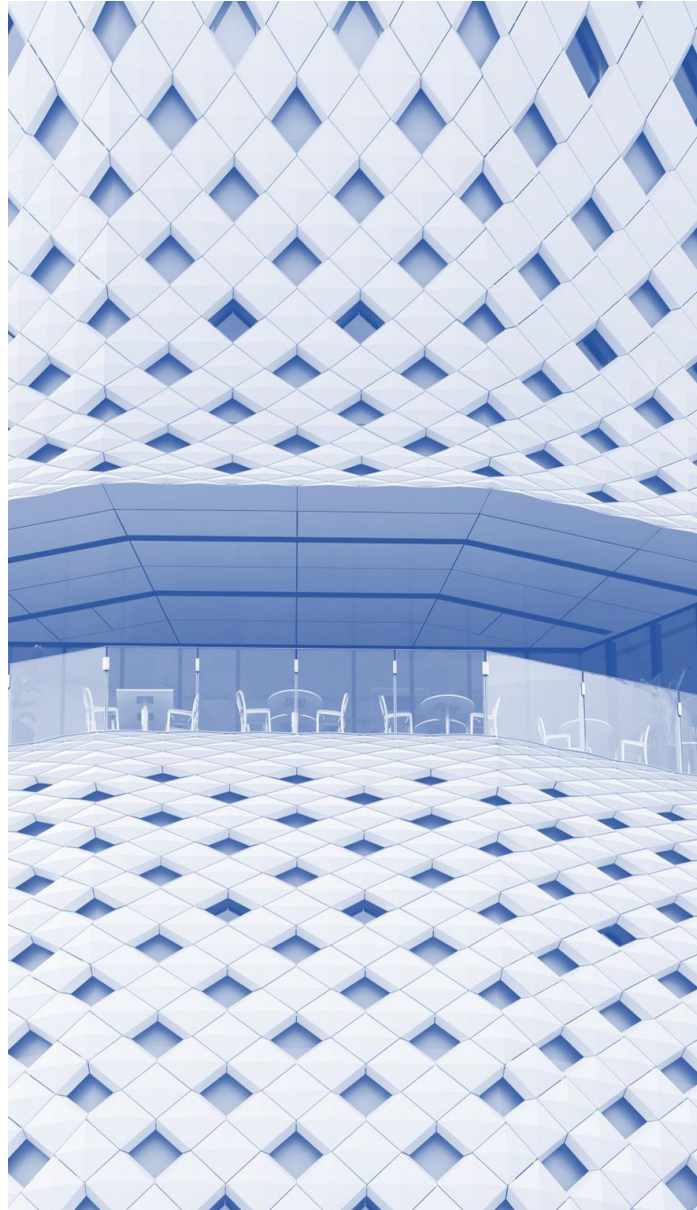
4.



5.



6.





Morph

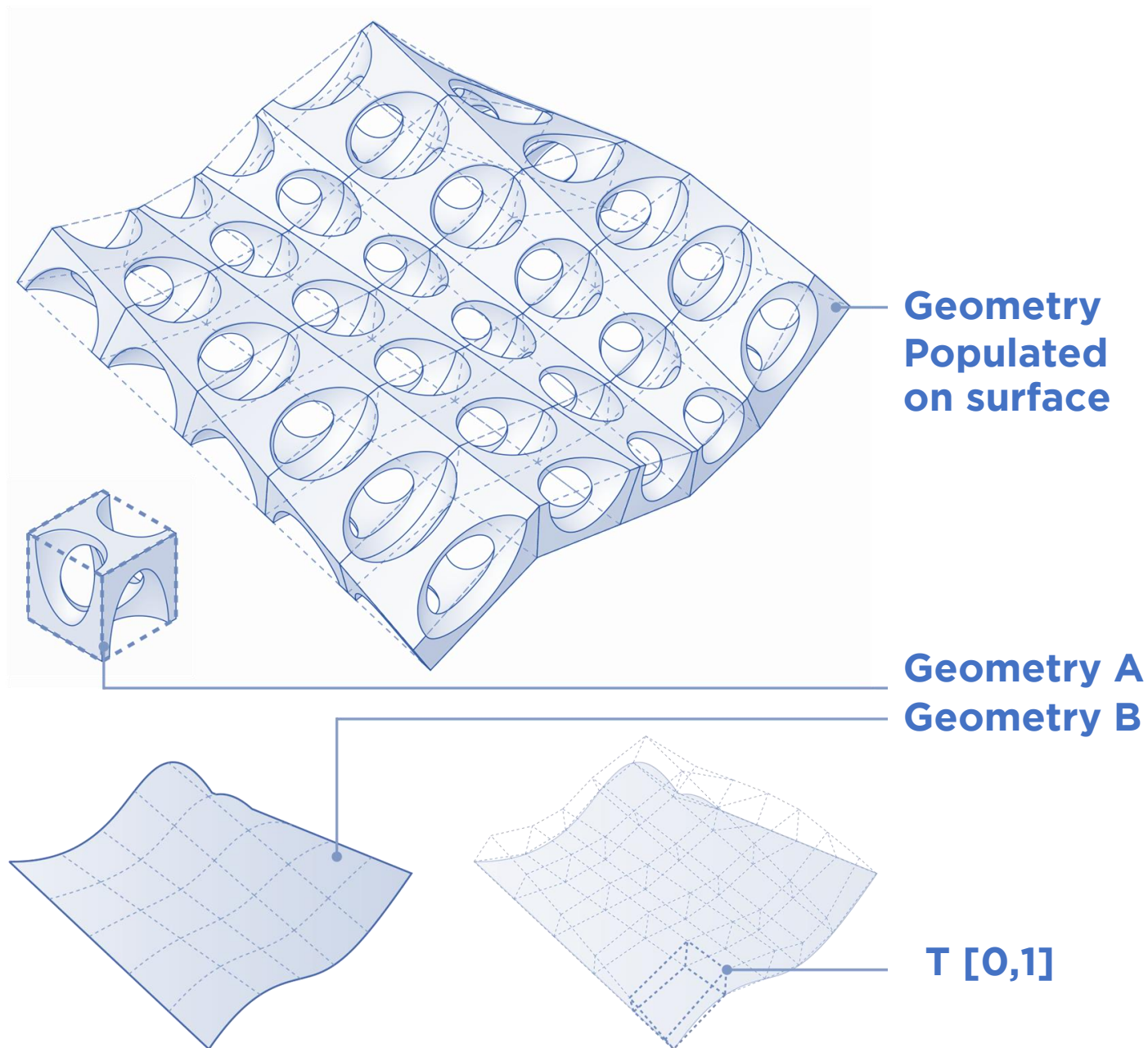
Interpolación Lineal Simple.

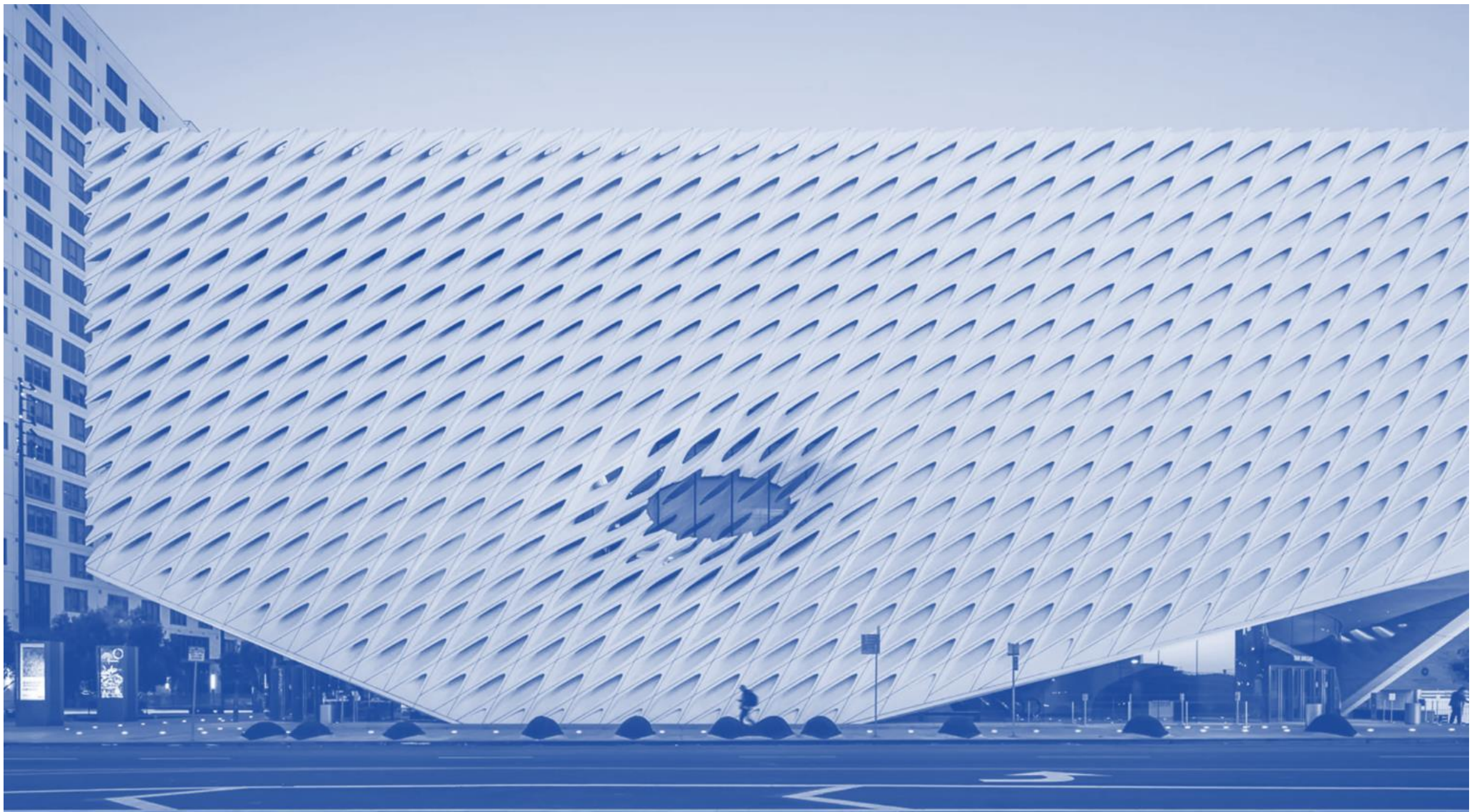
Expresión:

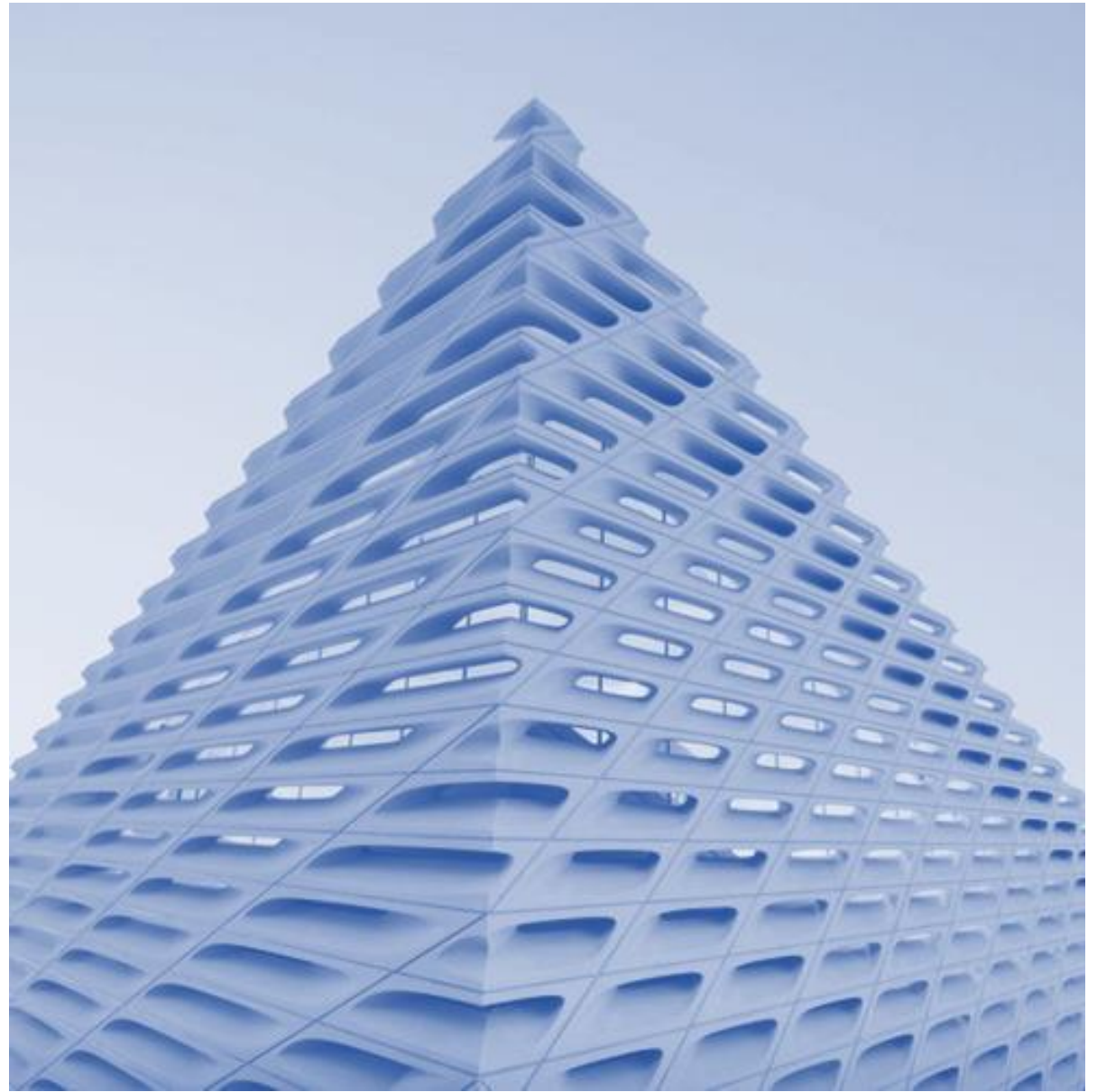
$$(1 - T) * \text{Geometry A} + T * \text{Geometry B}$$

Cuando "T" está en el rango entre 0 y 1, hay combinación lineal de Geometry A y Geometry B, con Geometry A pesando $(1 - T)$ y Geometry B pesando T.

Esto produce una transición suave y continua entre las dos geometrías a medida que "T" varía en ese rango







Optimización en la Panalización



Facilidad Constructiva:

Los métodos de optimización pueden considerar la facilidad de construcción al ajustar la orientación y la ubicación de los paneles. Se pueden minimizar las transiciones bruscas y los ángulos complicados que dificultarían la construcción física del objeto.



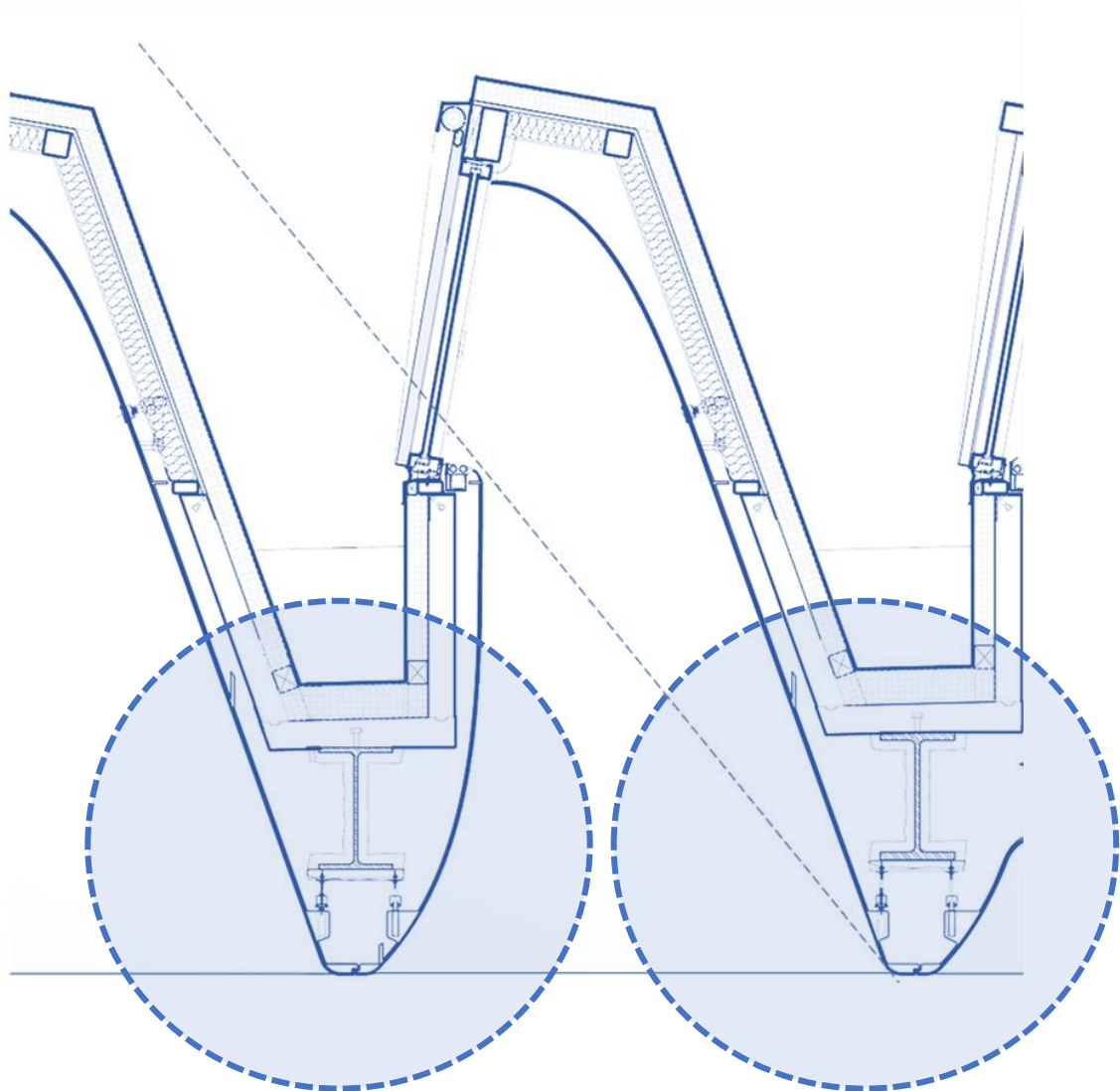


Es la distribución eficiente de material en una estructura para maximizar su rendimiento y minimizar el uso de material innecesario.

Conectividad y Unión de Paneles

La optimización de la panalización también se puede centrar en la forma en que los paneles se conectan y unen. Se pueden optimizar las uniones y conexiones para simplificar la construcción y reducir la complejidad.





Detalle de Conexión



Montaje

Rendimiento de Fabricación

La optimización también puede implicar la minimización del desperdicio de material durante el proceso de construcción.

Esto puede lograrse mediante técnicas de corte y ensamblaje eficientes.

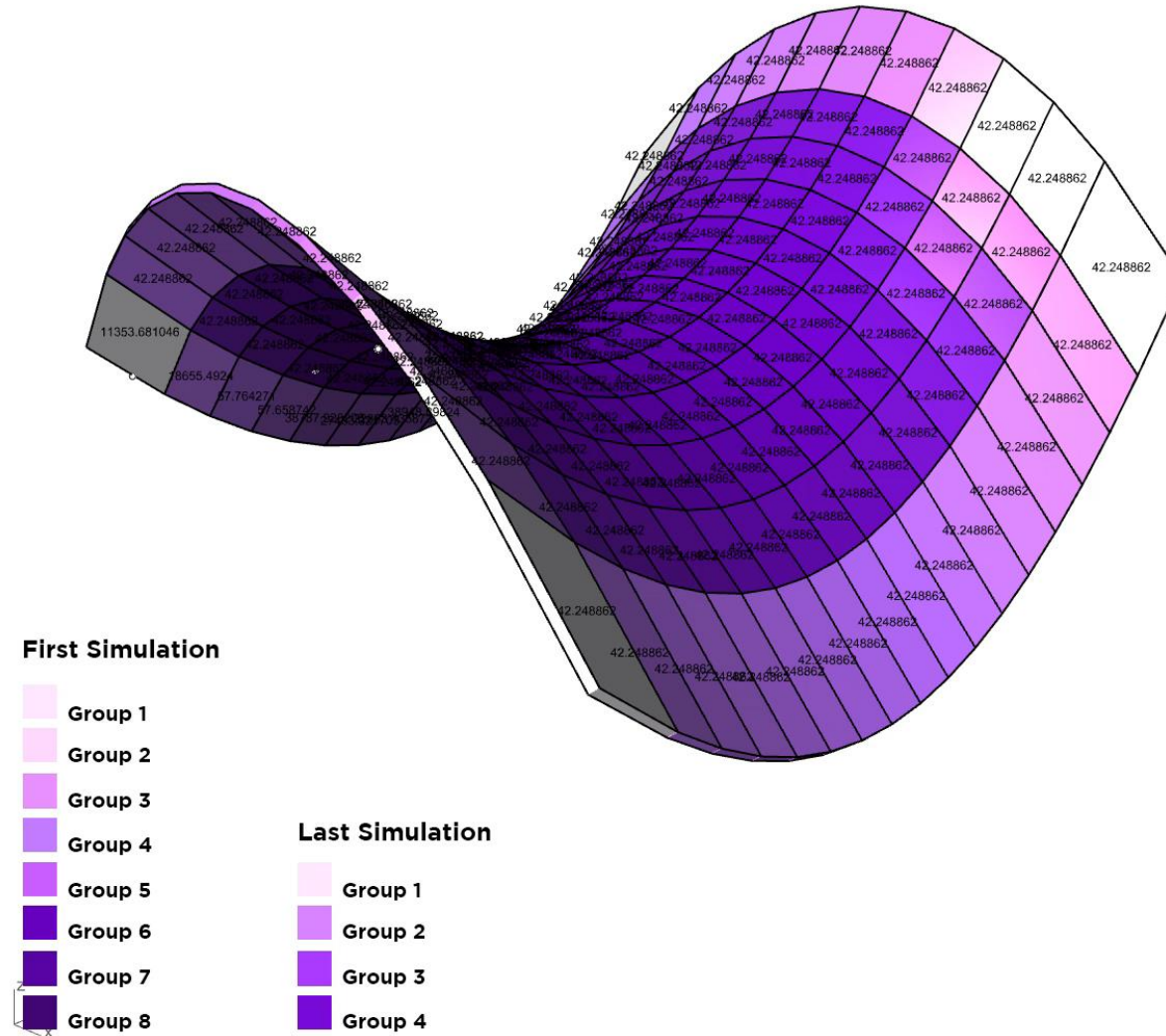




Se utilizan algoritmos para determinar la ubicación y la cantidad de material en función de las cargas aplicadas y los objetivos de peso mínimo.



Rationalization on Double Curvature Surface

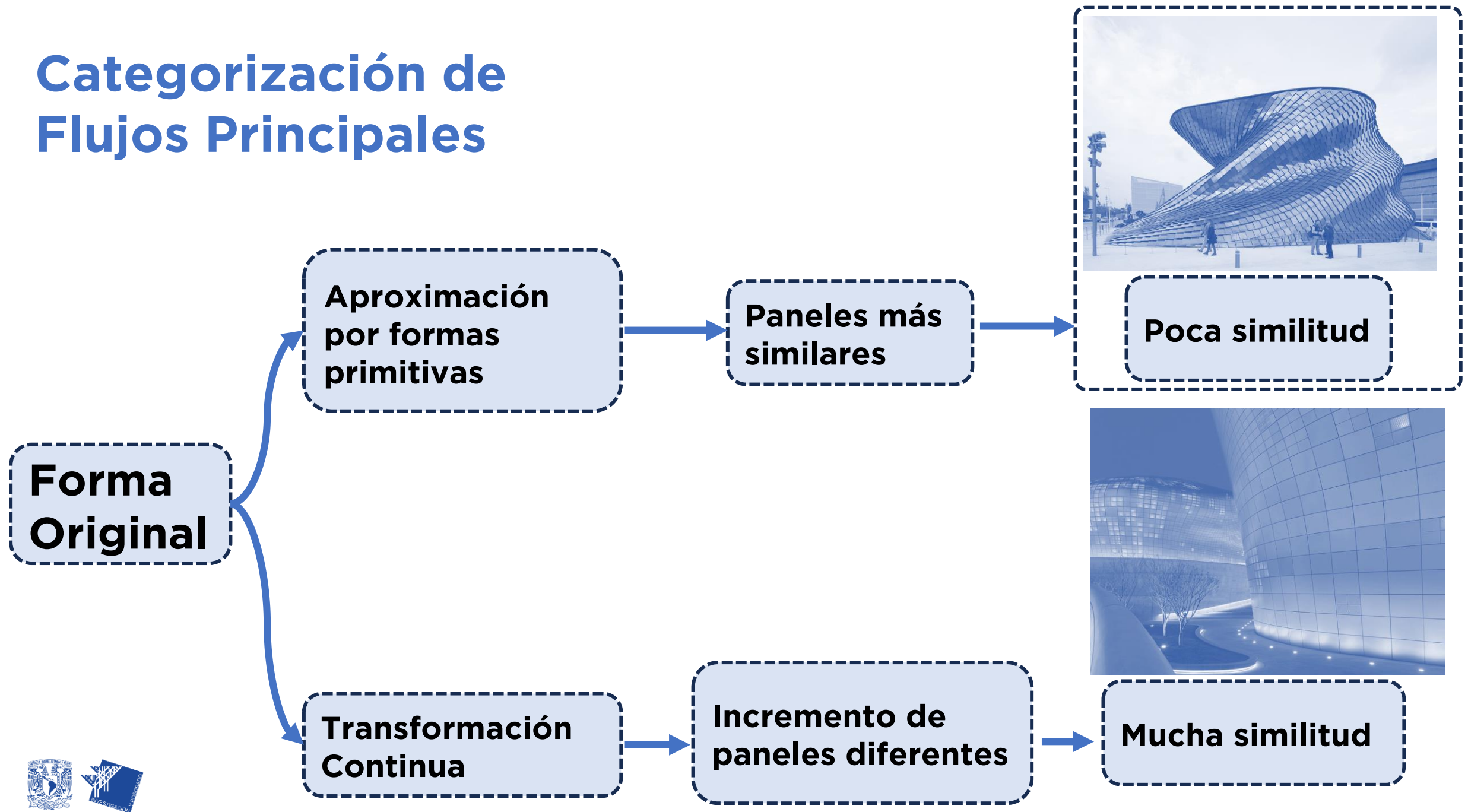


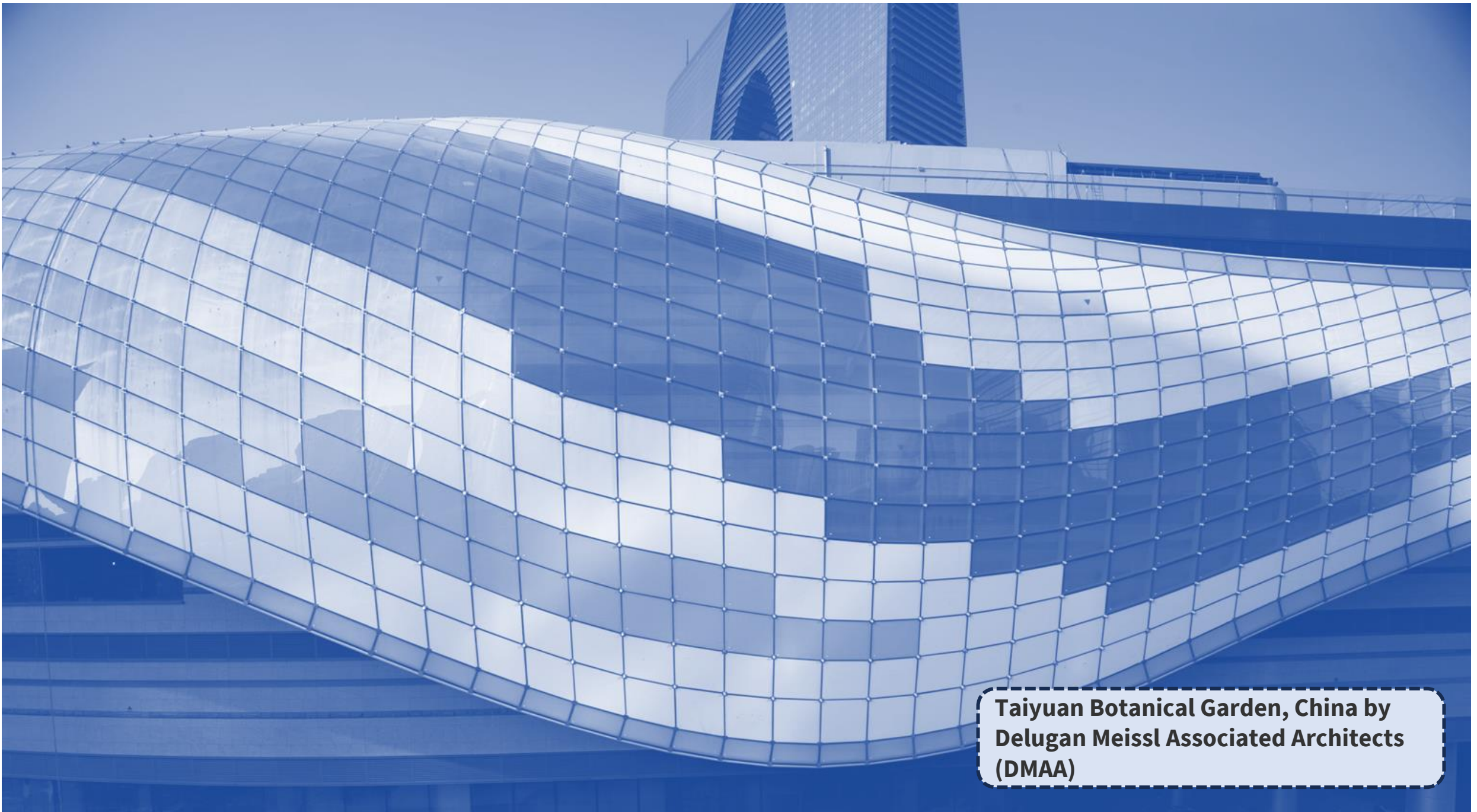
No solo se trata de representar con precisión la forma y la geometría, sino también de considerar la cantidad de paneles, restricciones estructurales como resistencia y rigidez así como la factibilidad de construcción.

Son aspectos críticos en el proceso de diseño computacional que implica la eliminación de material innecesario y la redistribución eficiente.

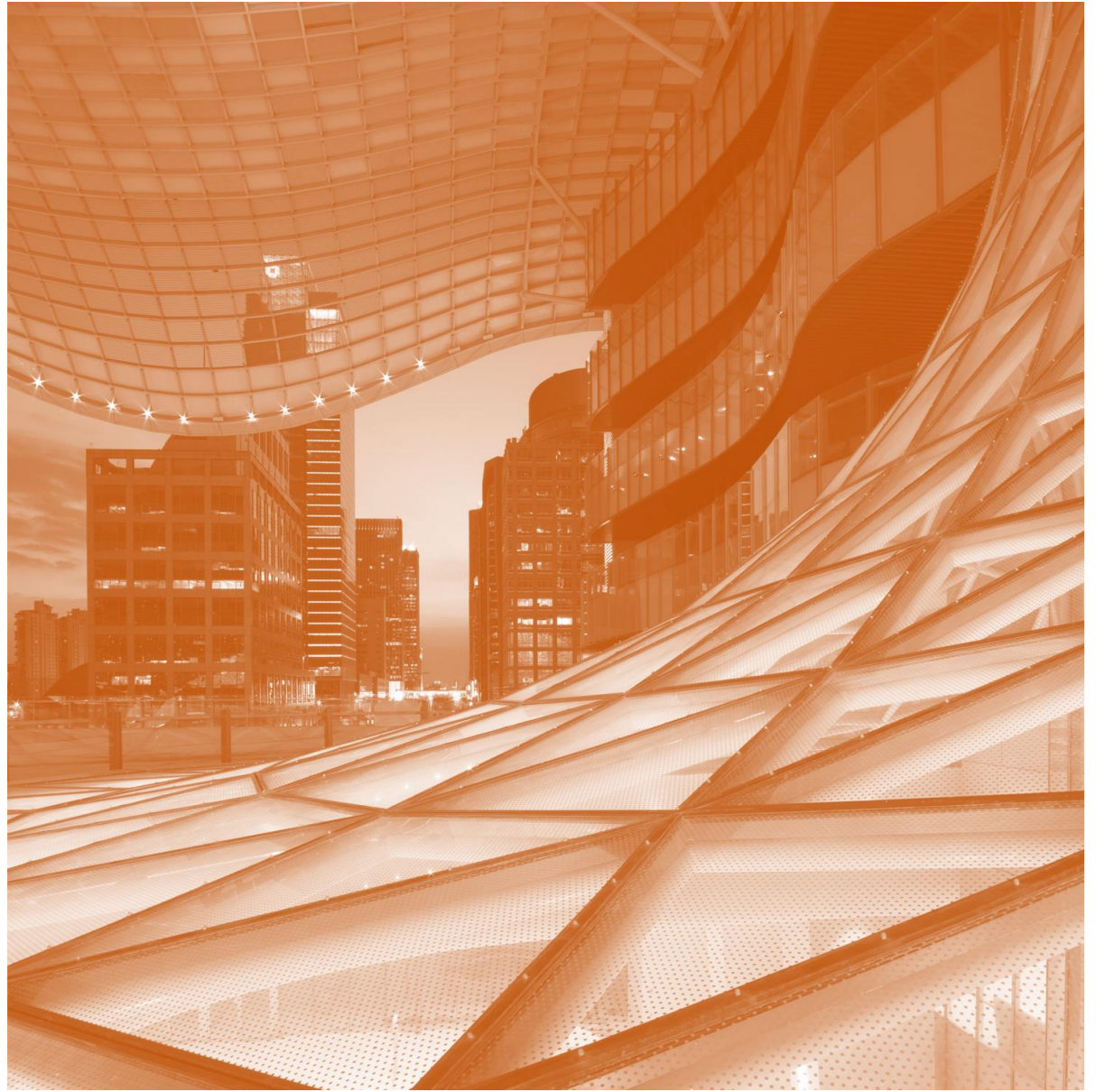


Categorización de Flujos Principales





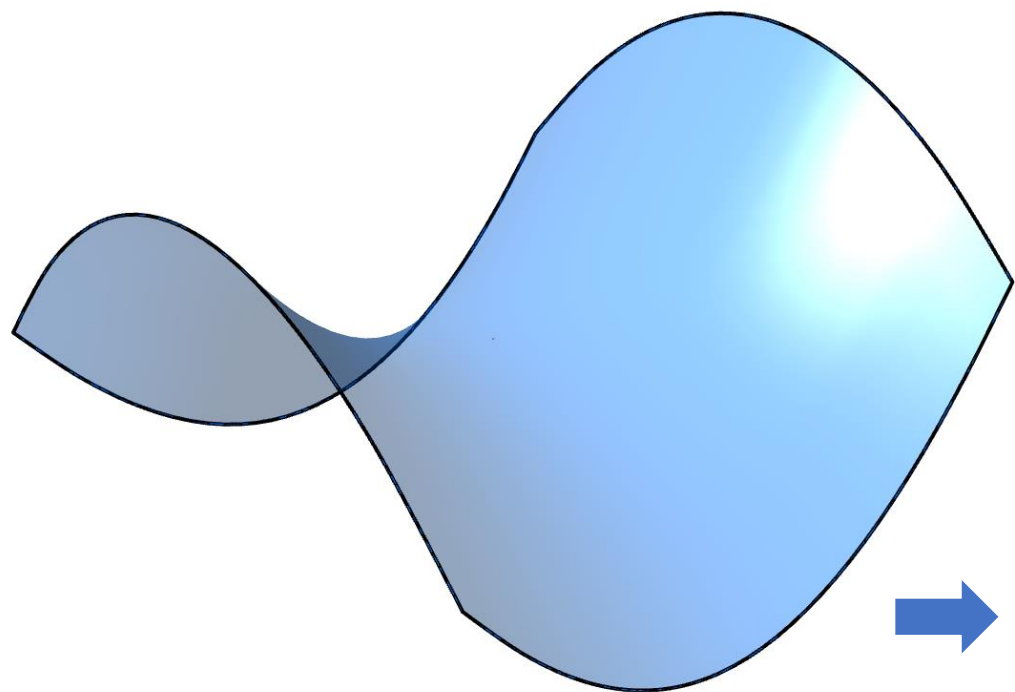
**Taiyuan Botanical Garden, China by
Delugan Meissl Associated Architects
(DMAA)**



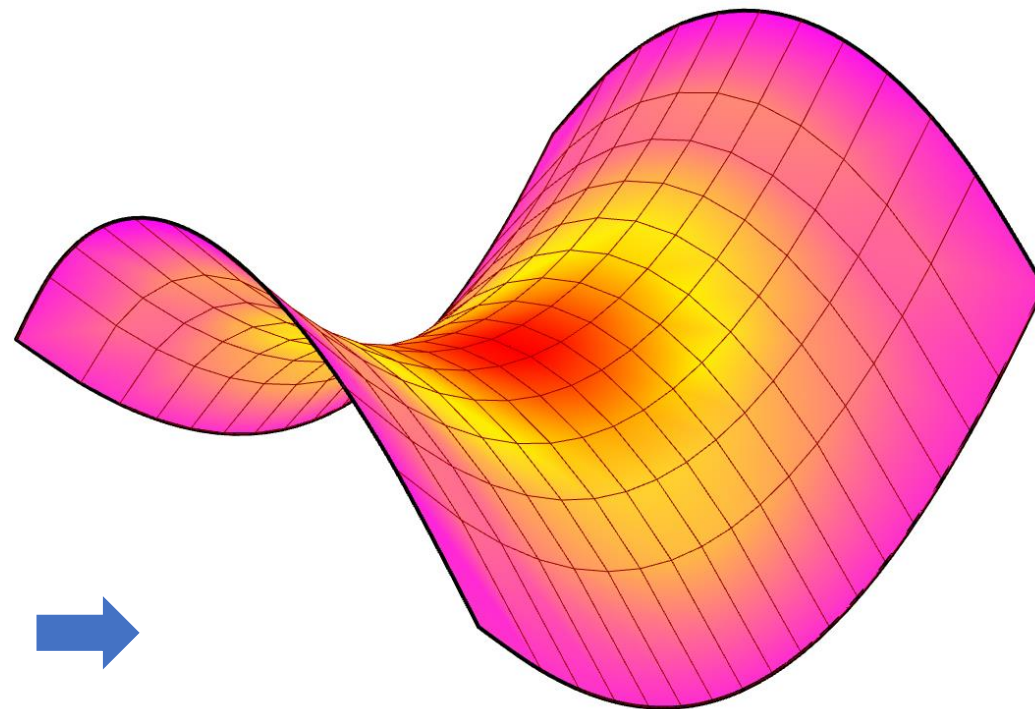
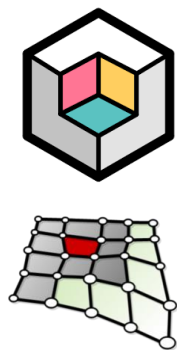
Casos de Estudio 1

Reducción de diferencias dimensionales

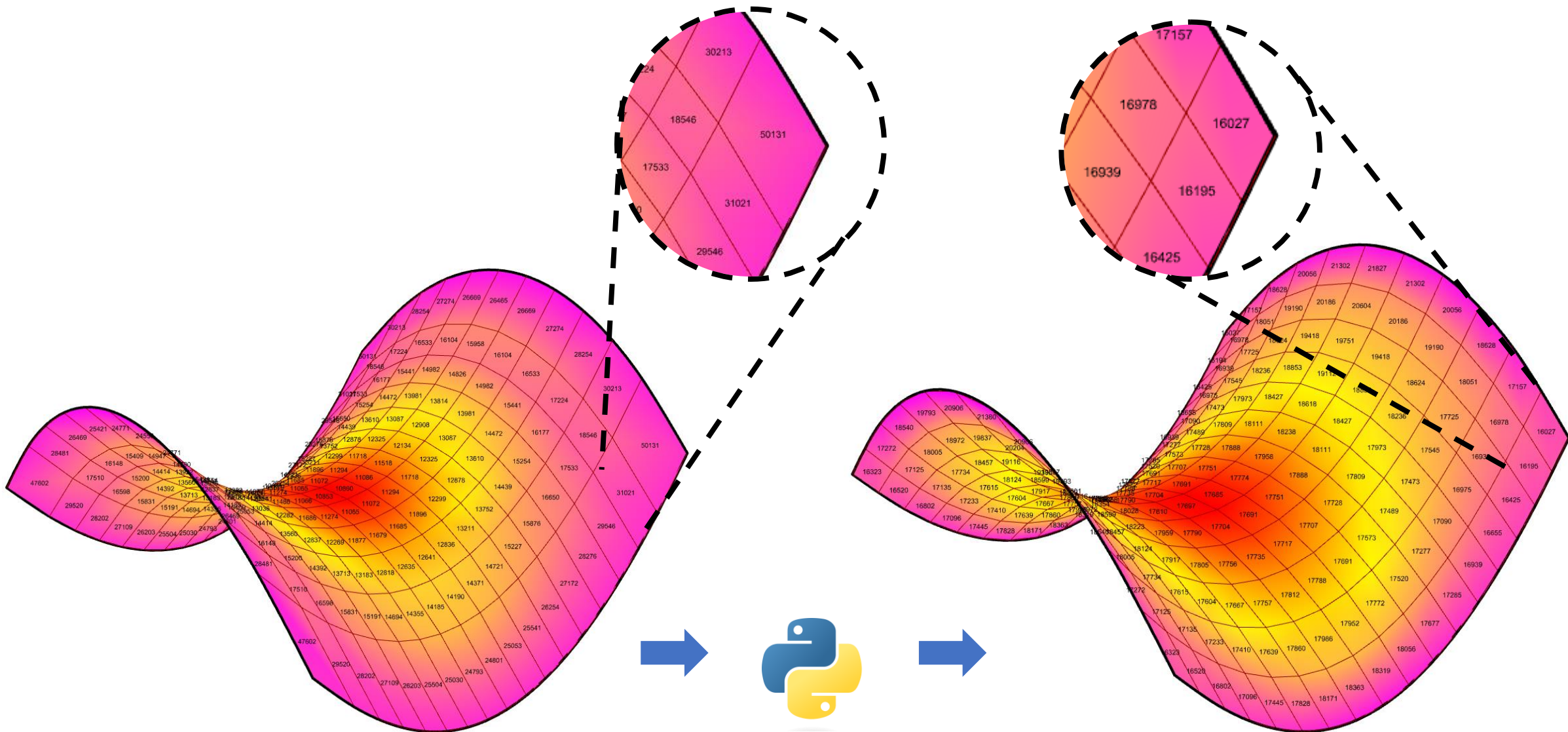




Superficie Base

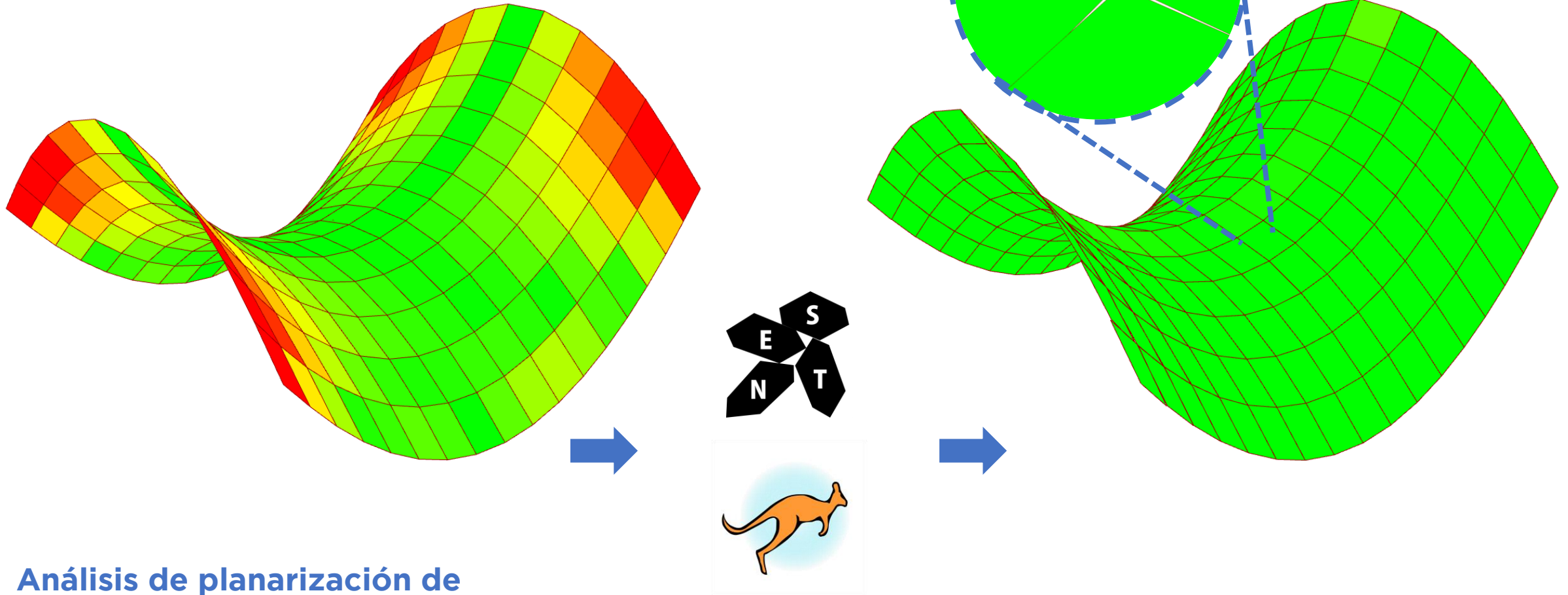


**Subdivision
Curvature Analysis**



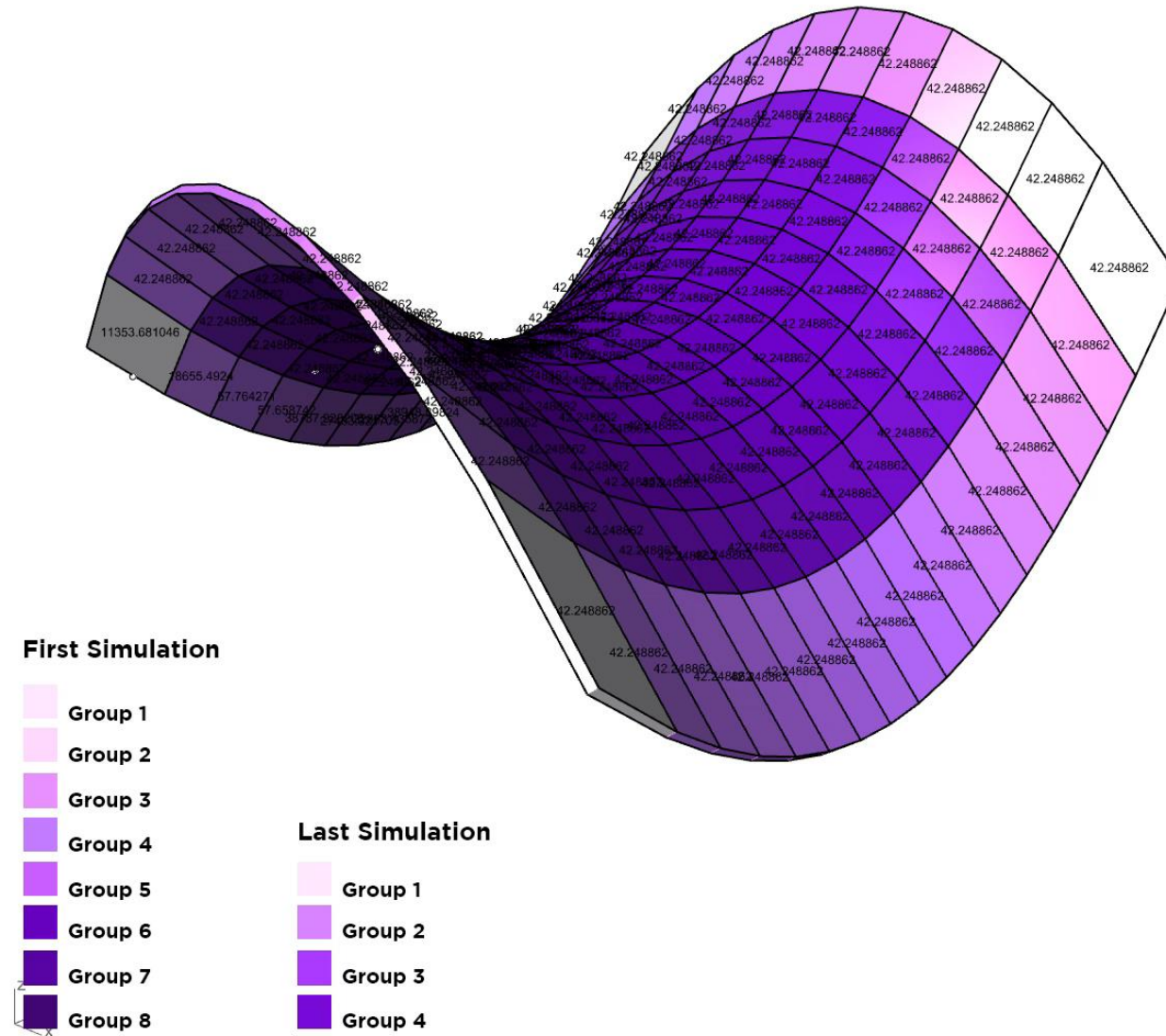
Reducción de promedio de áreas

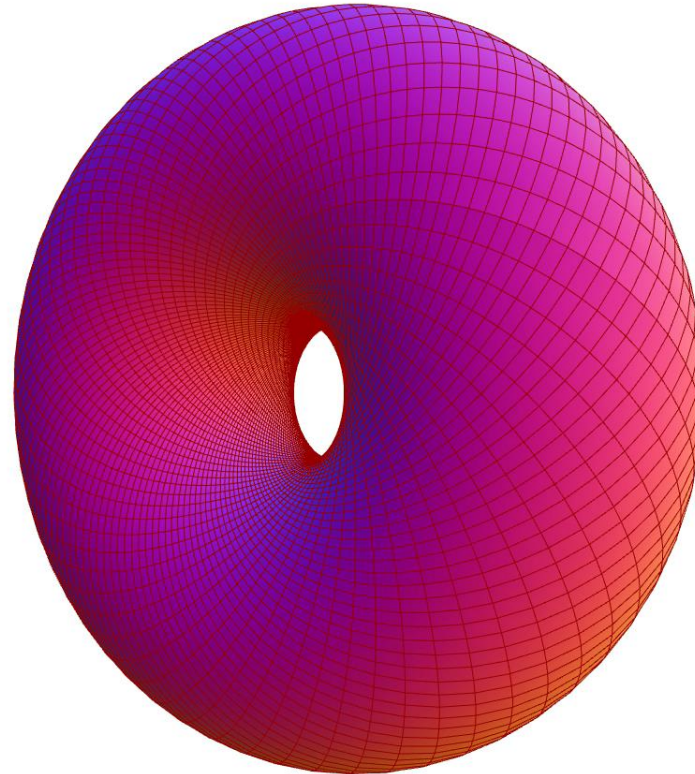
Planarización de caras



Análisis de planarización de elementos con curvatura G.

Rationalization on Double Curvature Surface





$$F(u, \alpha, v) = (\cos(\alpha)e^{iu}e^{iv}, \sin(\alpha)e^{iu}e^{-iv}),$$

$\begin{matrix} z \\ \lrcorner \\ yx \end{matrix}$

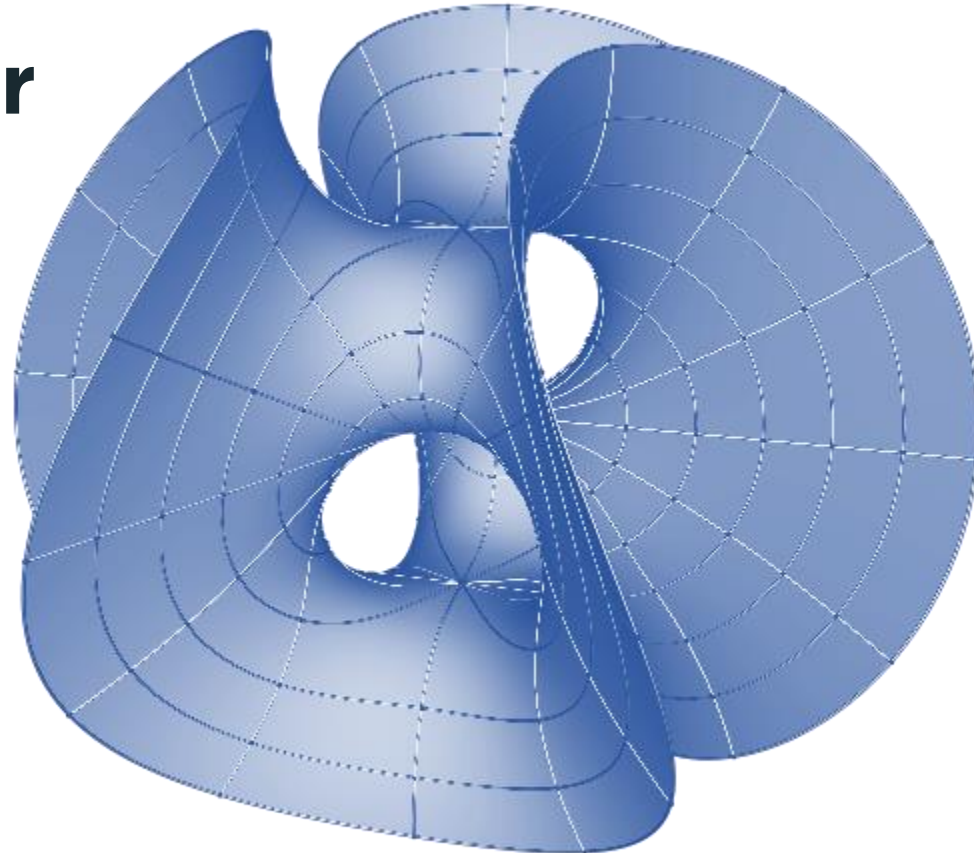
$$u \in [0, 2\pi), \alpha \in [0, \pi/2], \text{ and } v \in [0, \pi].$$

Casos de Estudio 2

Comparativa Algebraica y Simulativa de Superficie Mínima



Chen-Gackstatter Surface

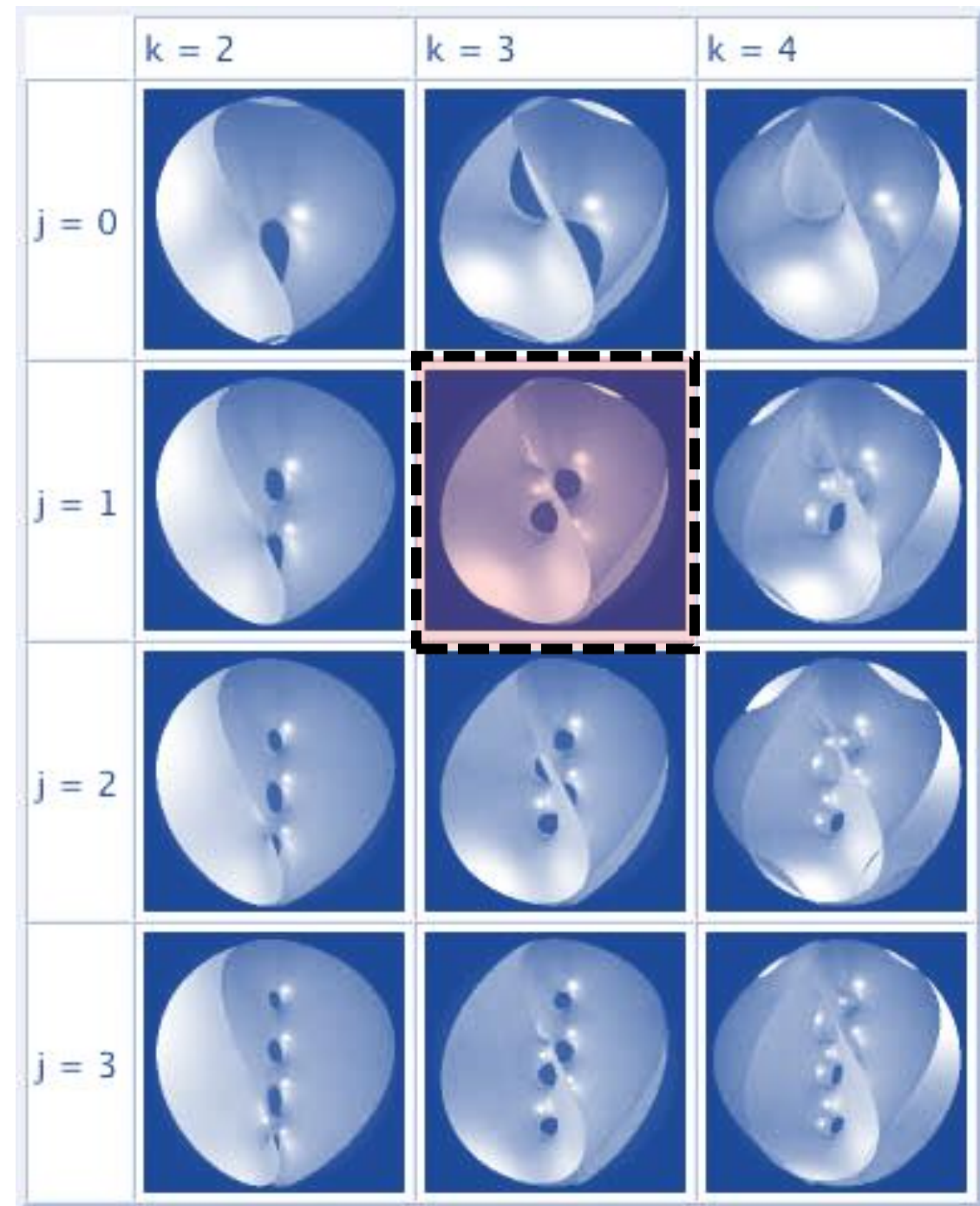


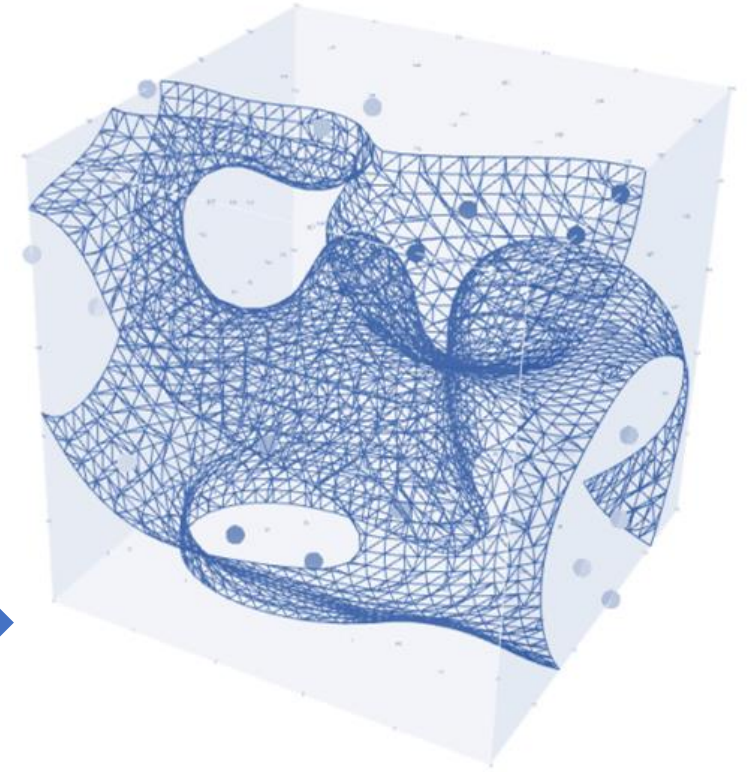
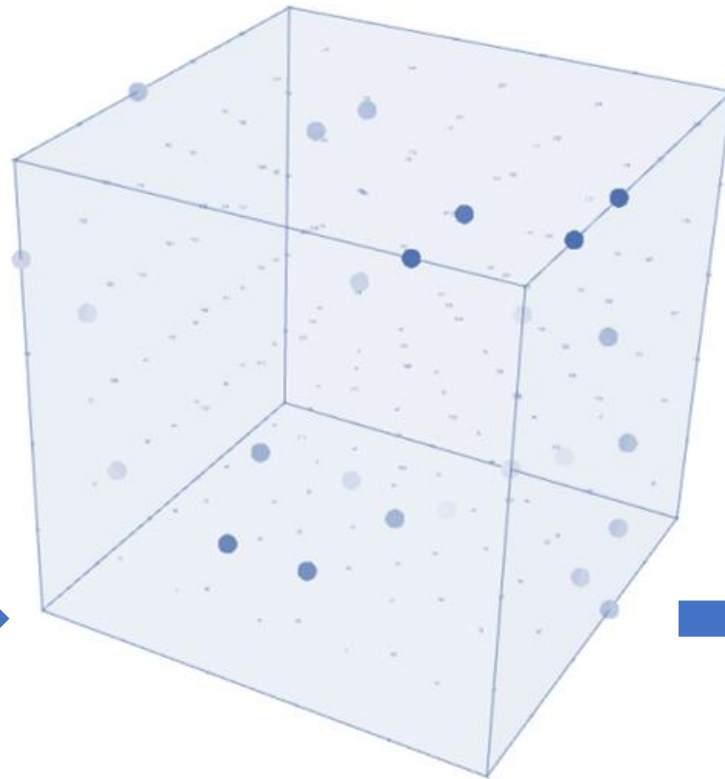
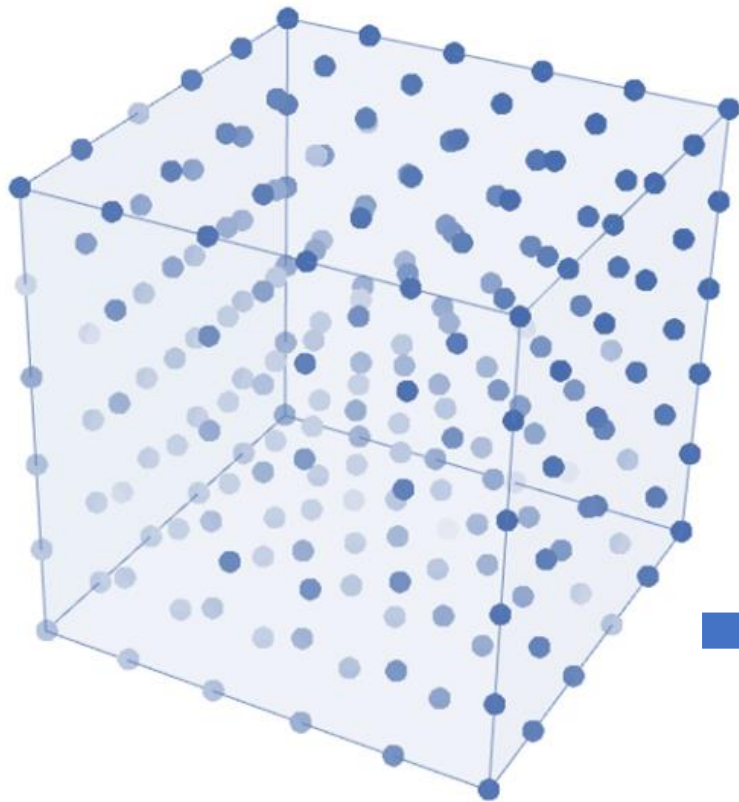
$$f_0 = \left\{ \underset{\text{parte real}}{\operatorname{Re}} \left[- \frac{2 \left(2 \operatorname{EllipticE} \left[\frac{1}{2} \right] - \operatorname{EllipticK} \left[\frac{1}{2} \right] \right) \operatorname{Gamma} \left[\frac{5}{4} \right]}{\sqrt{3} \operatorname{Gamma} \left[\frac{3}{4} \right]} \right], - \frac{1}{2} \underset{\text{parte imaginaria}}{\operatorname{Im}} \left[\frac{\left(2 \operatorname{EllipticE} \left[\frac{1}{2} \right] - \operatorname{EllipticK} \left[\frac{1}{2} \right] \right) \operatorname{Gamma} \left[\frac{1}{4} \right]}{\sqrt{3} \operatorname{Gamma} \left[\frac{3}{4} \right]} \right], 0 \right\} // N$$

{-0.723601, 0., 0.}

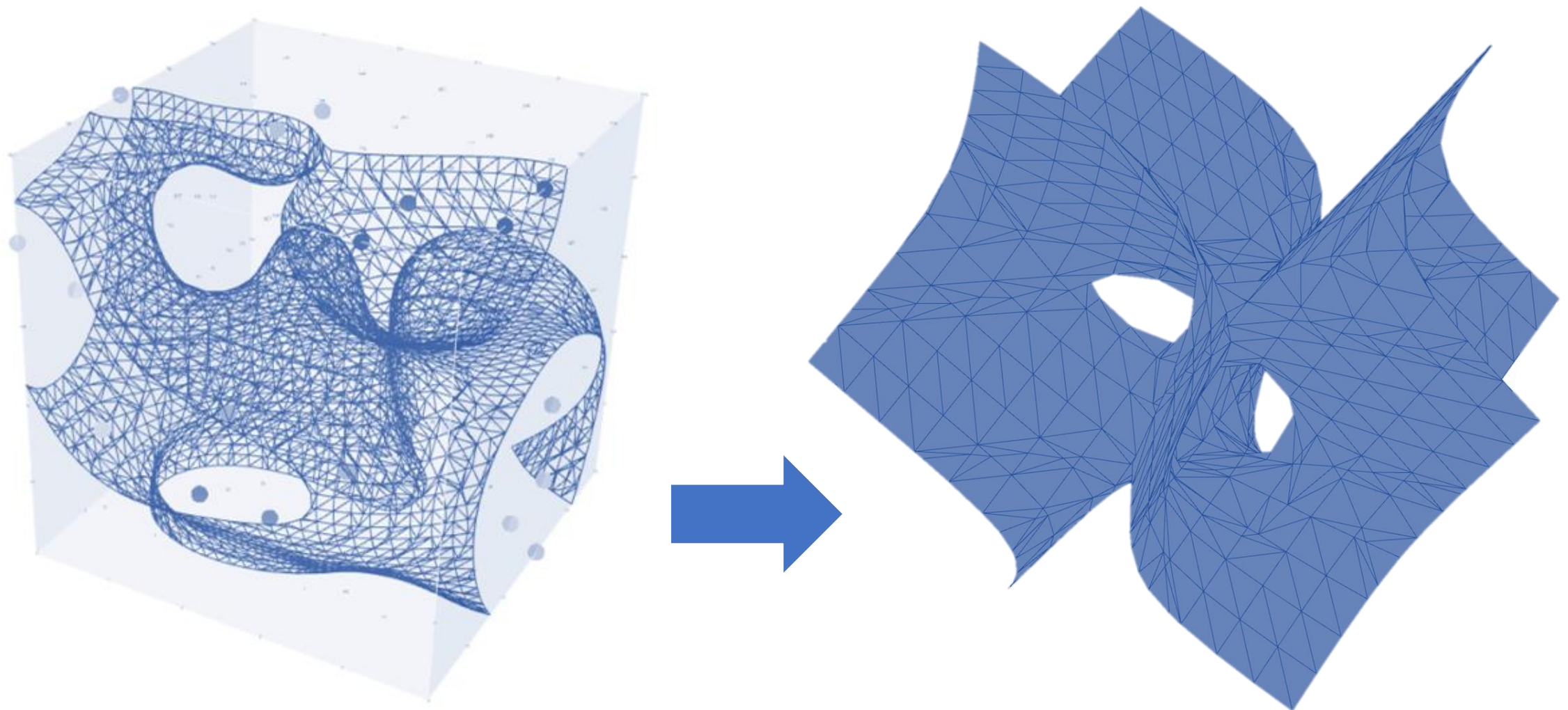
f[z_] := $\underset{\text{parte real}}{\operatorname{Re}}[\{\operatorname{om1}[z], \operatorname{om2}[z], \operatorname{om3}[z]\}] - f_0;$

- **Superficie mínima**
- **Derivada de Enneper**
- **Usa indezación (Num. R.)**
- **Topología variable**
- **Simetría**
- **Destacable en Cálculo Diferencial** (evalúa cambios de propiedades de las curvas y superficies con cálculo y análisis matemáticos, i.e. curvaturas)





Ecuación: $a \cdot (x^u + y^u + z^u) b \cdot (x^v \cdot y + x^v \cdot z + y^v \cdot x + y^v \cdot z + z^v \cdot x + z^v \cdot y) + c \cdot x \cdot y \cdot z + d \cdot (x \cdot y + x \cdot z + y \cdot z) e \cdot (x^v + y^v + z^v) e \cdot (x + y + z) + 1$



Mapeo de función cúbica

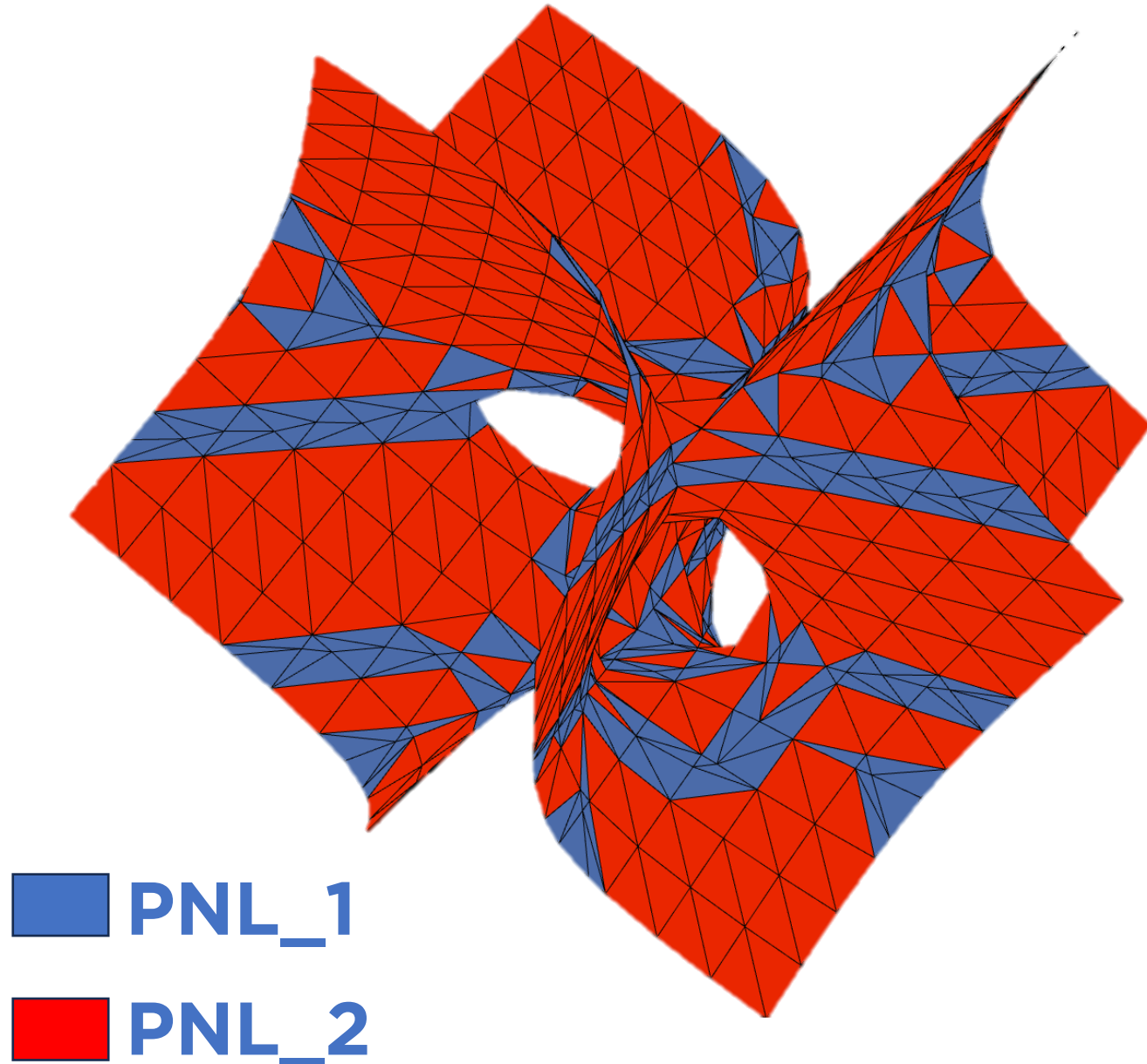
Machine Learning

Gaussian Mixture. (No Supervisado)

Identificar patrones y estructuras ocultas en los datos sin la necesidad de que se le diga previamente a qué categoría o clase pertenecen los datos.

Analizar datos complejos, realizar clustering (agrupamiento), modelar distribuciones de datos en función de características similares.

Tomar decisiones de diseño más informadas y personalizadas.








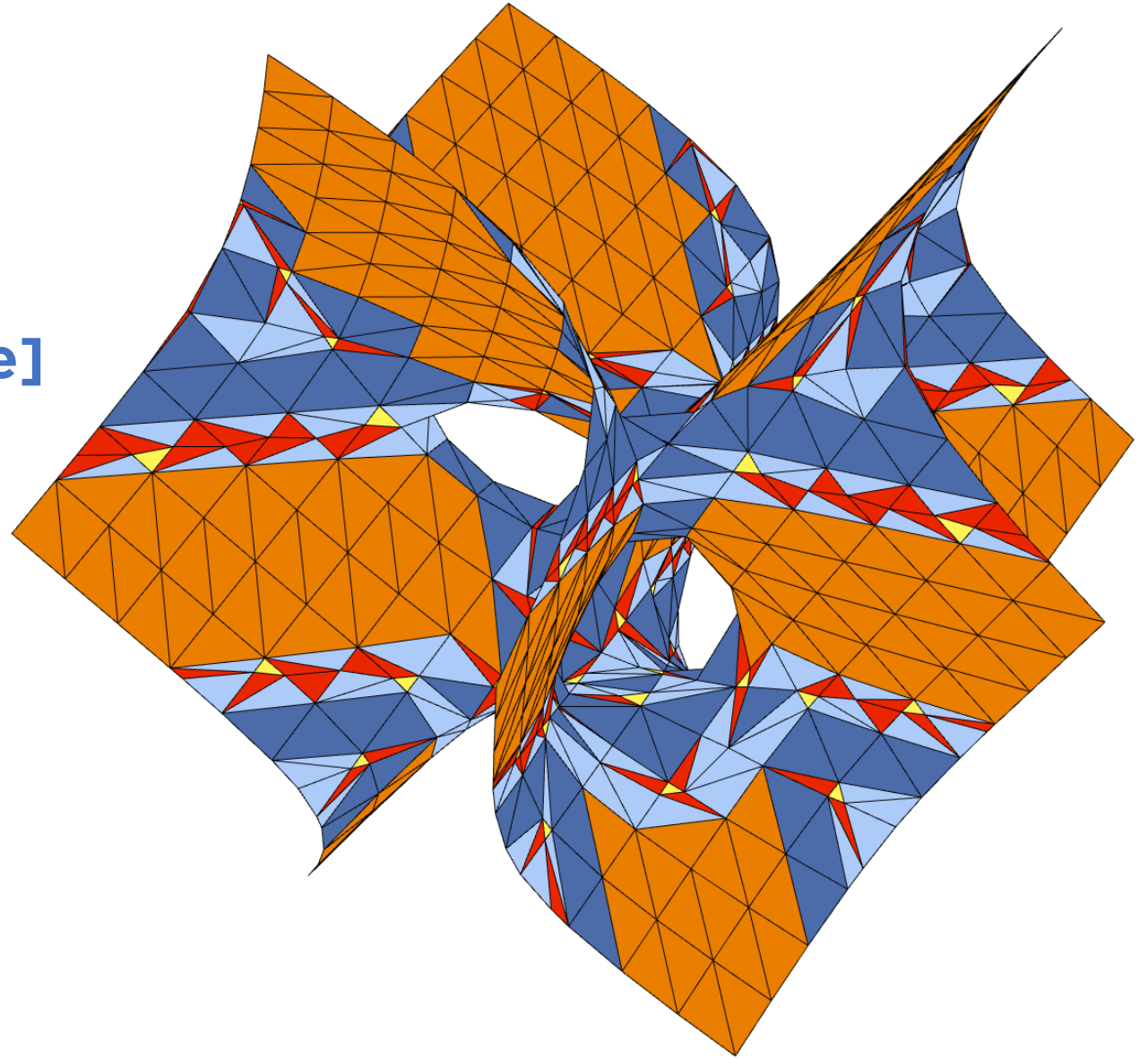
Machine Learning

Gaussian Mixture.

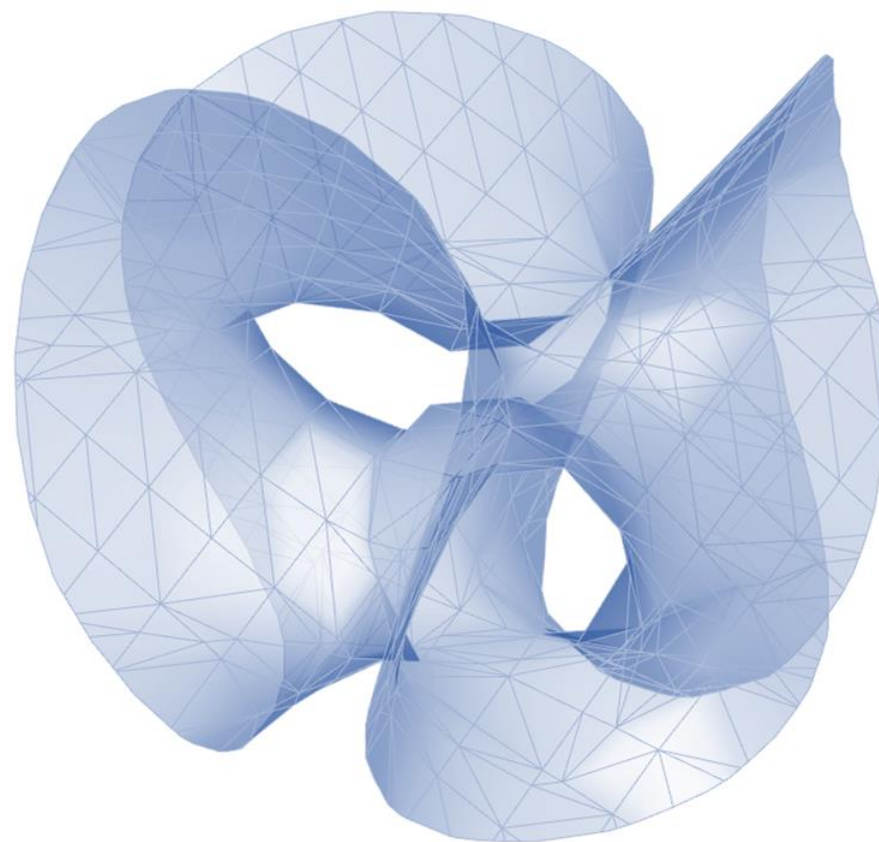
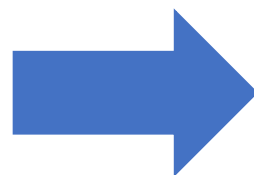
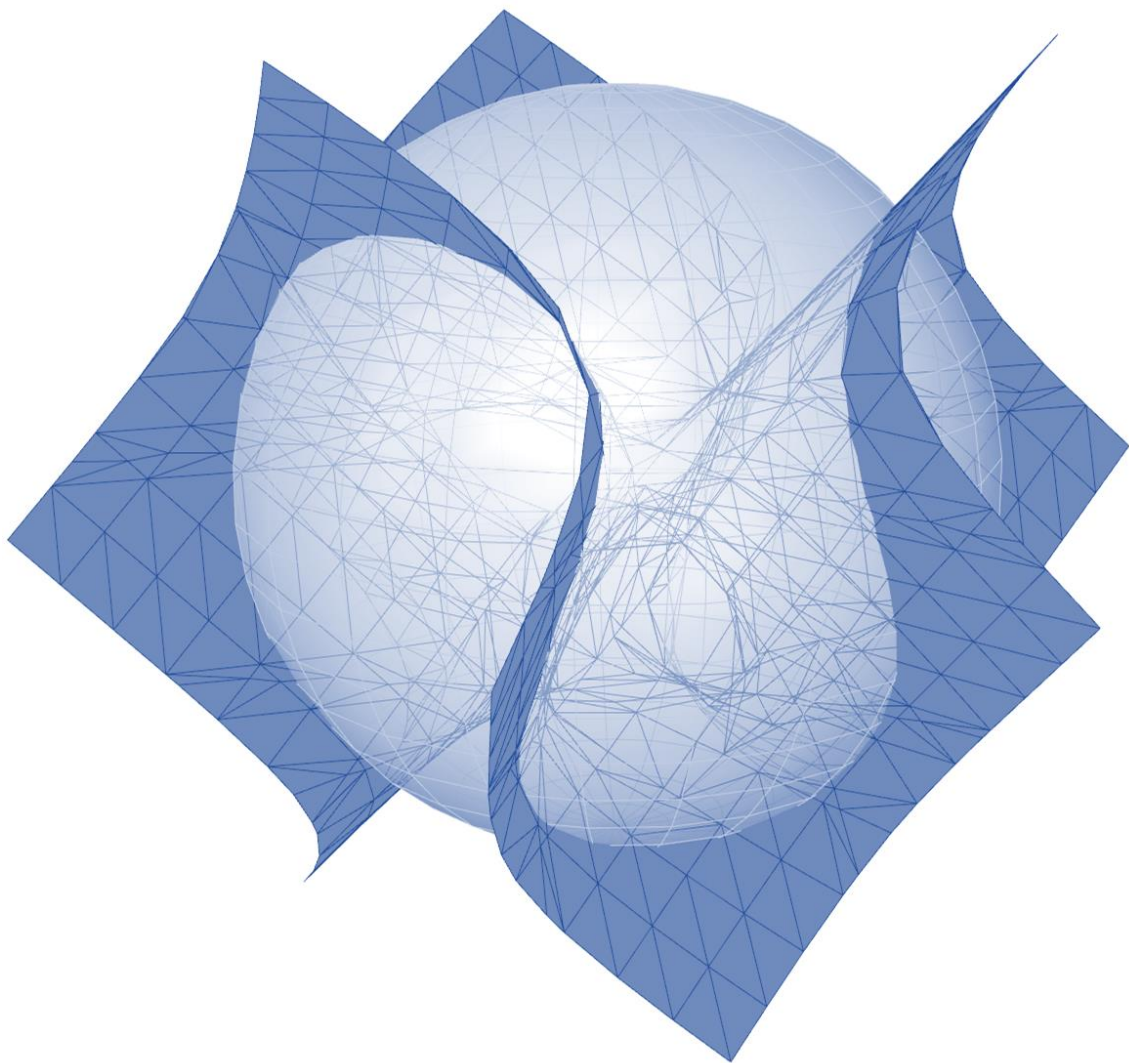
Clustering:

[A [n - n1],Pmtro_Lin,Cociente]

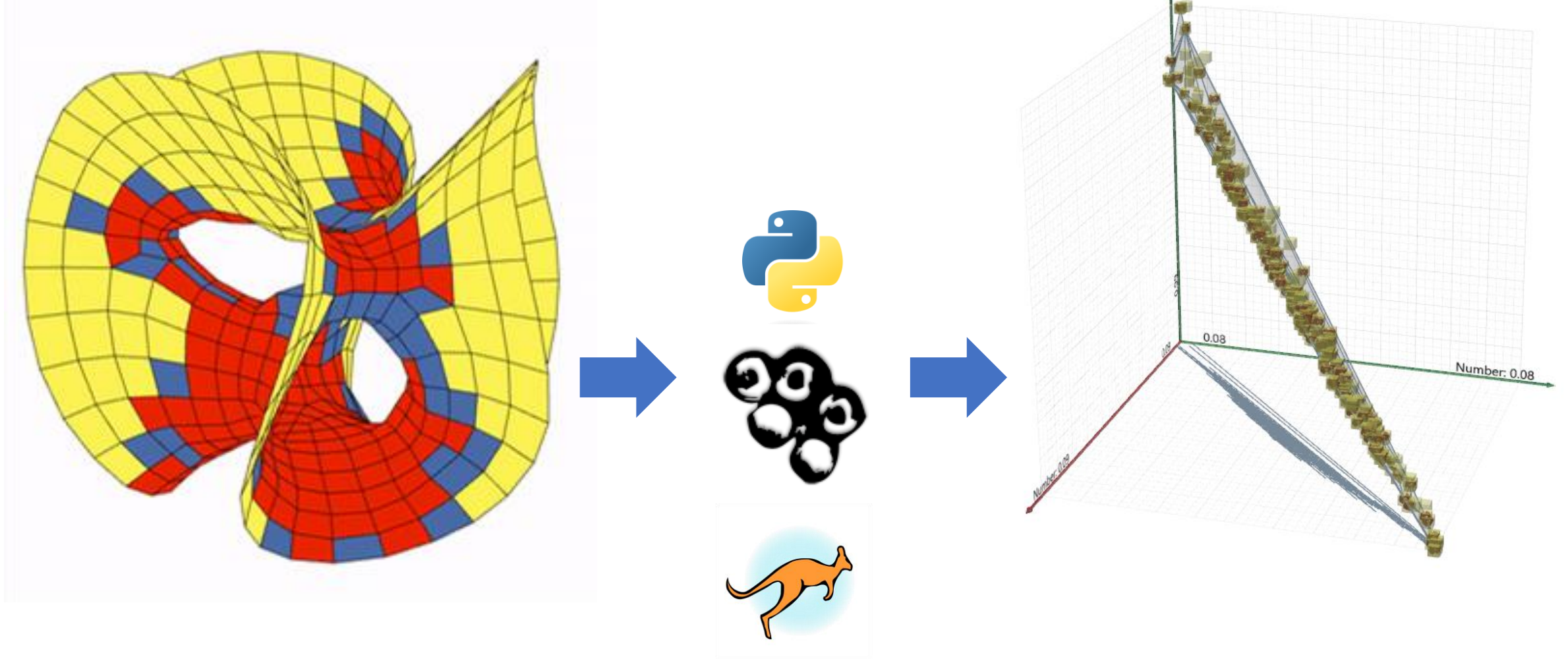
	P1		[Int-1,int-2]
	P2		[Int-3,int-4]
	P3		[Int-5,int-6]
	P4		[Int-7,int-8]
	P5		[Int-8,int-9]



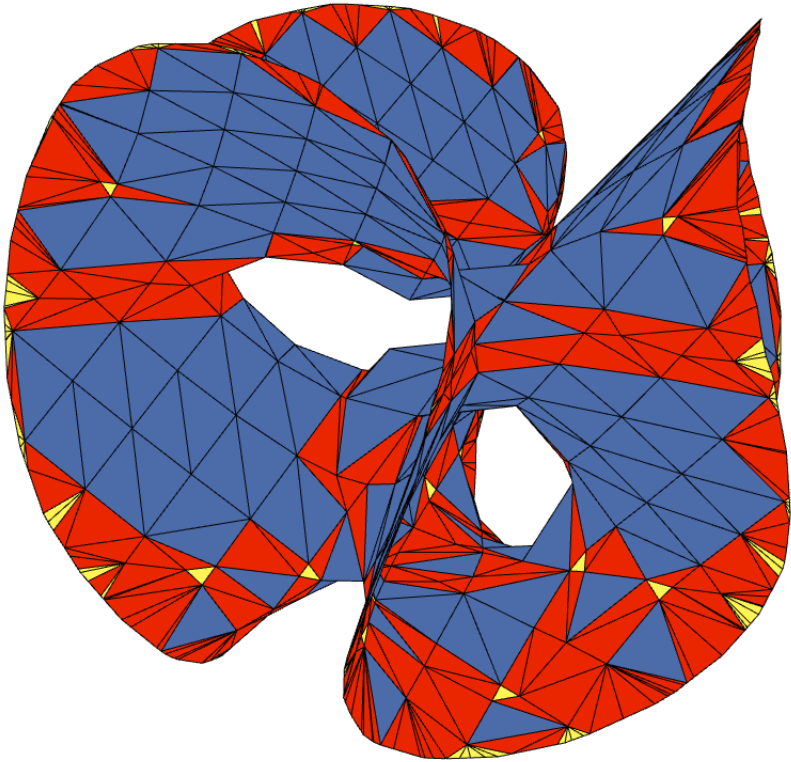
Operador Booleano de Sustracción



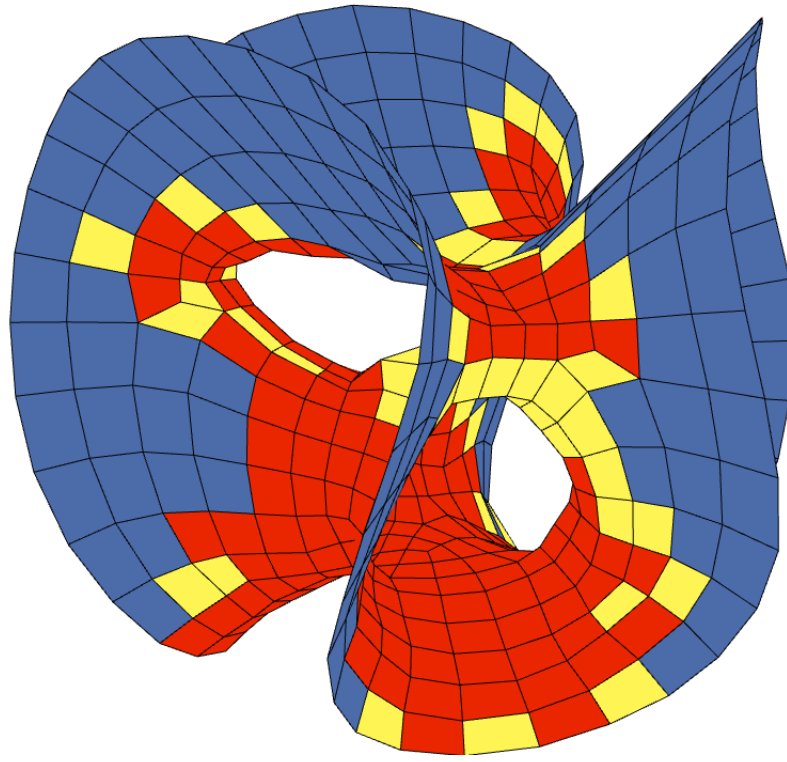
Simulación de Optimización



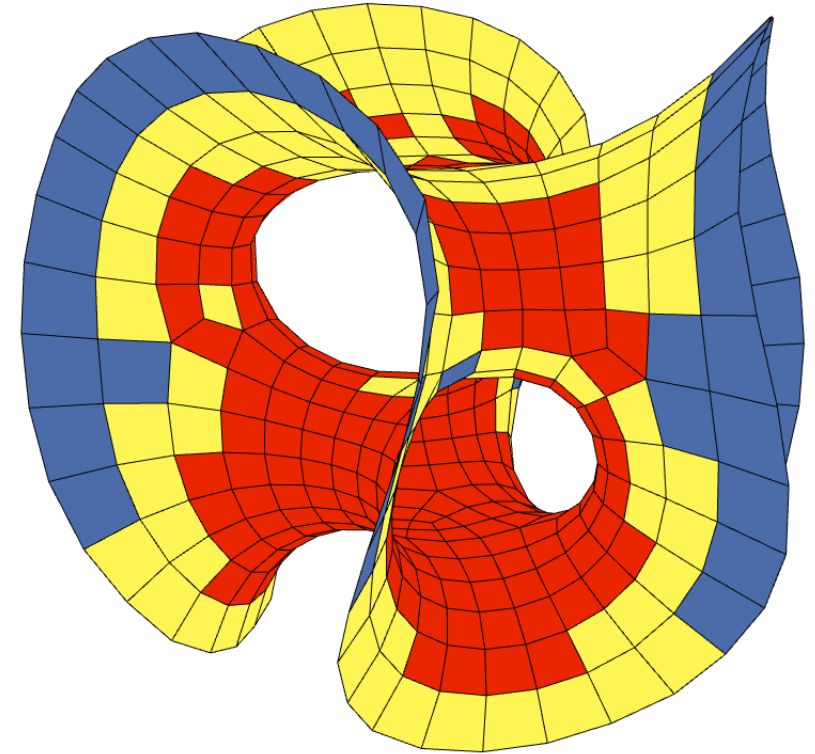
Comparativa de clusters



Valencia y Geometría irregular
1 predominante de 3

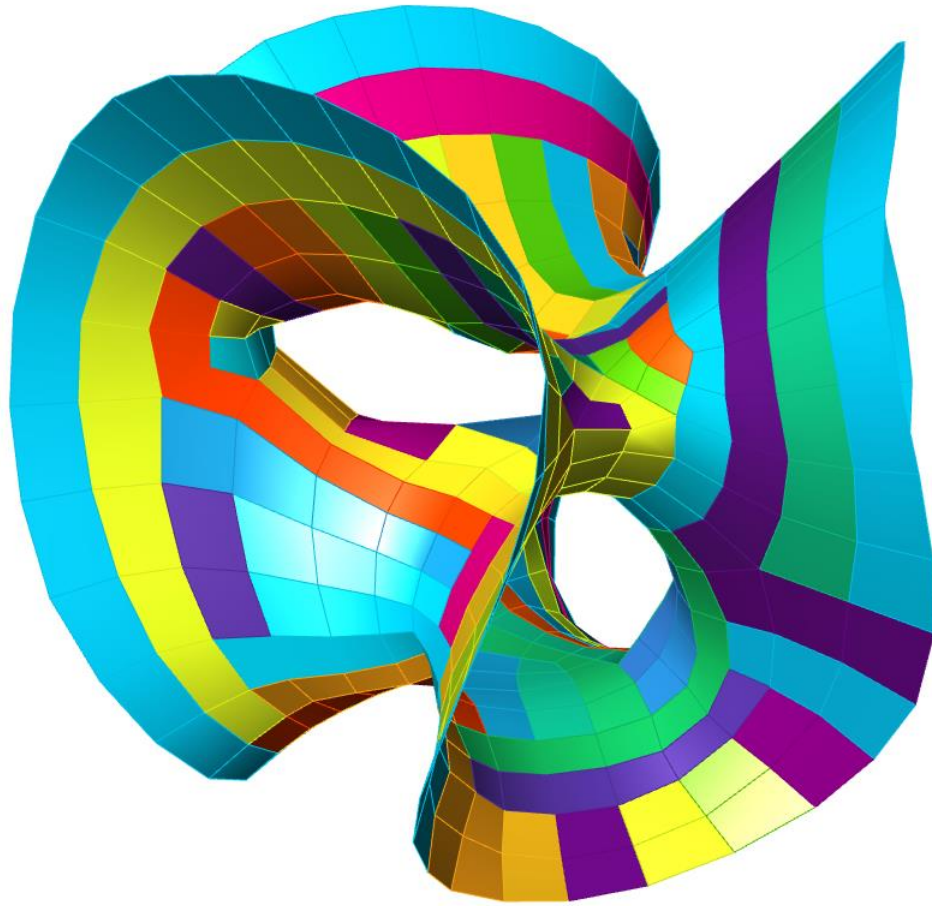


Valencia y Geometría abrupta
2 predominante de 3



Valencia y Geometría regular

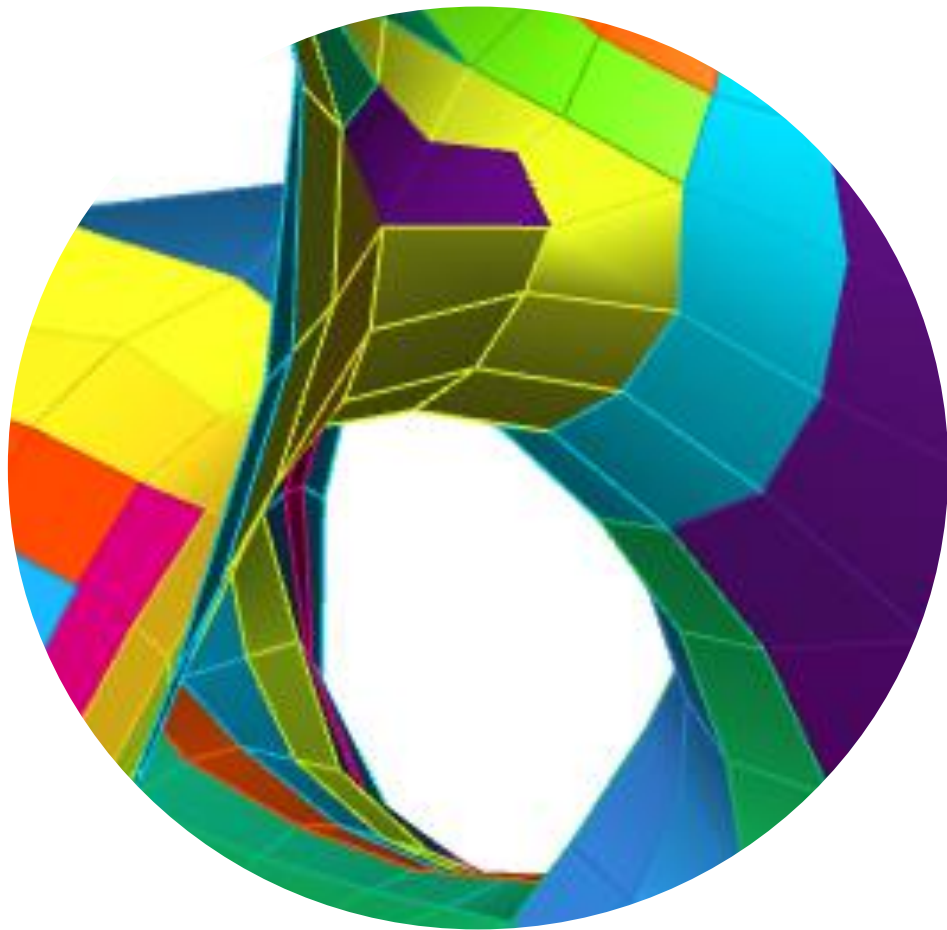
Resultados



Abrupto



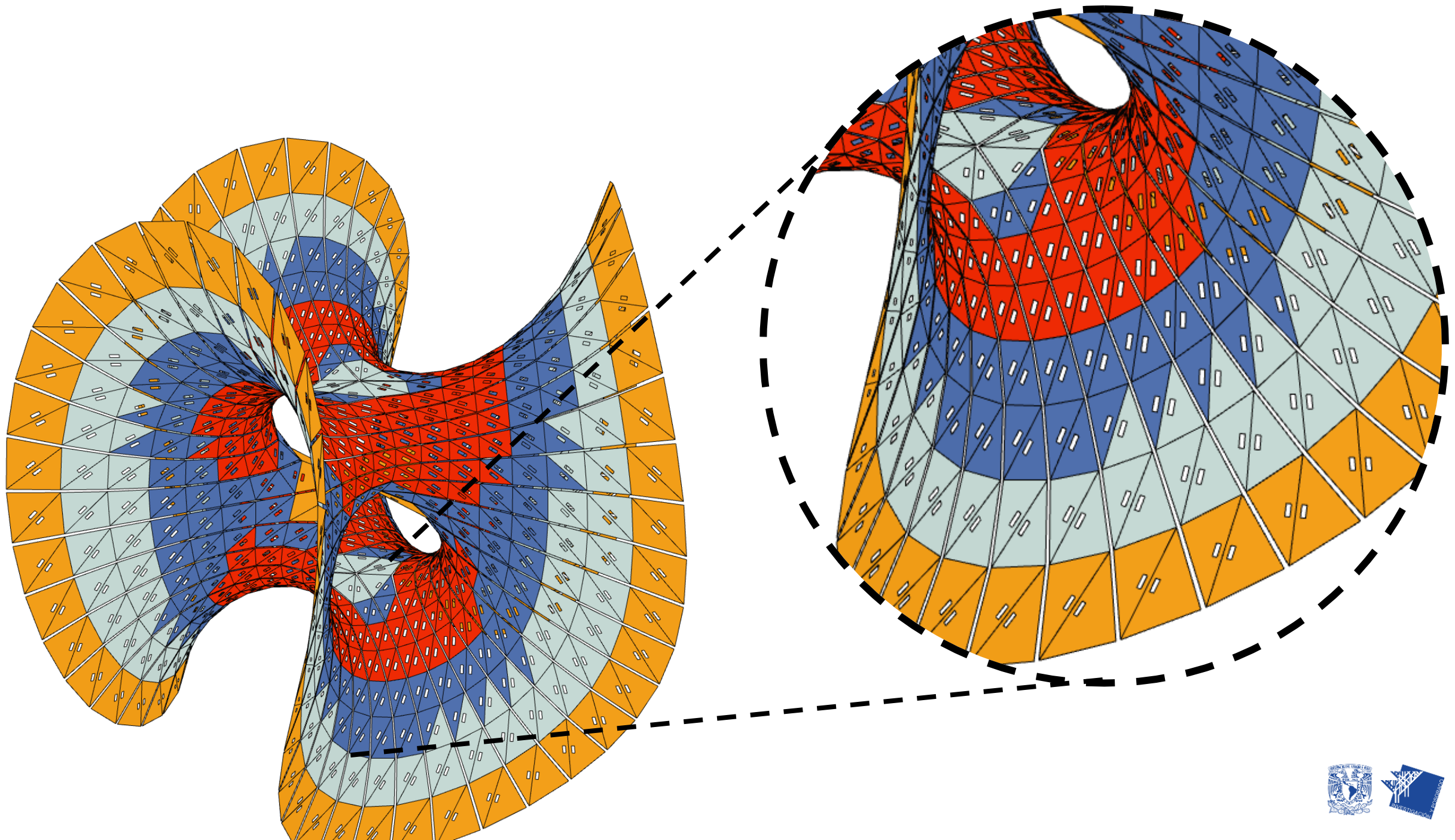
Regular



Abrupto



Máxima Tangencia





Casos de Estudio 3

Experimentación con la Fabricación Digital

Propiedad intelectual a:

José Luis Encarnación Miranda

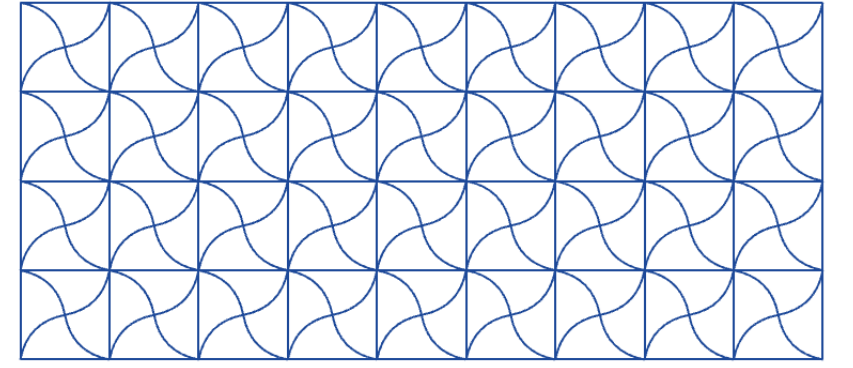
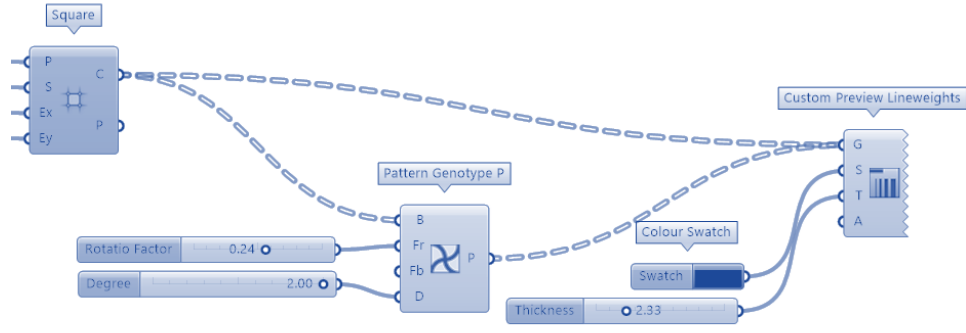
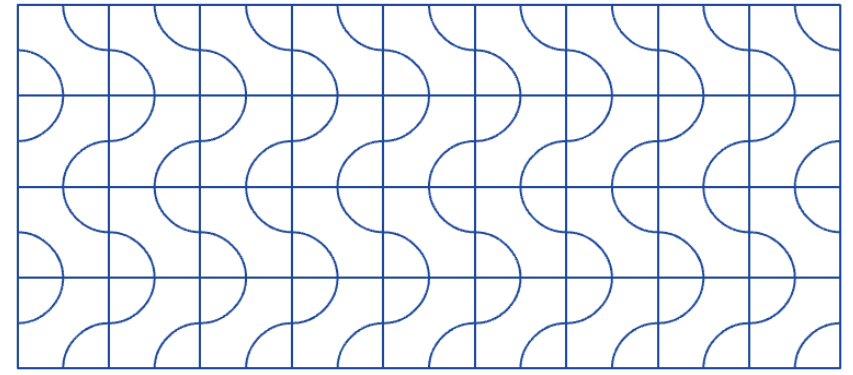
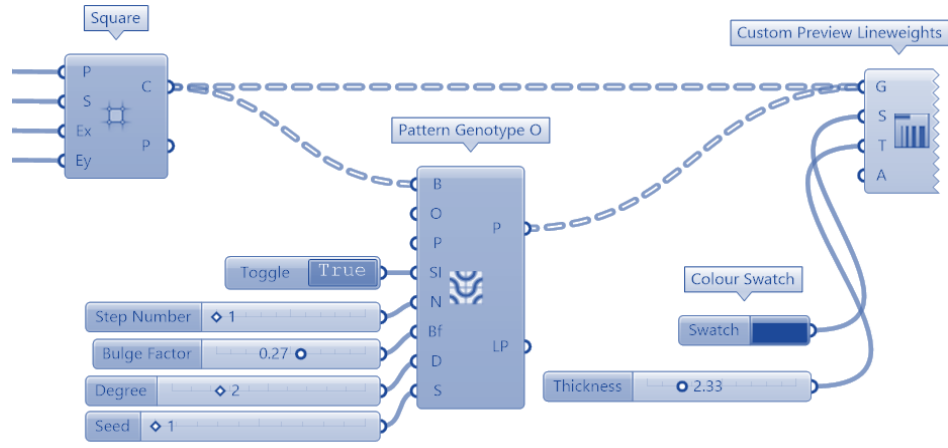
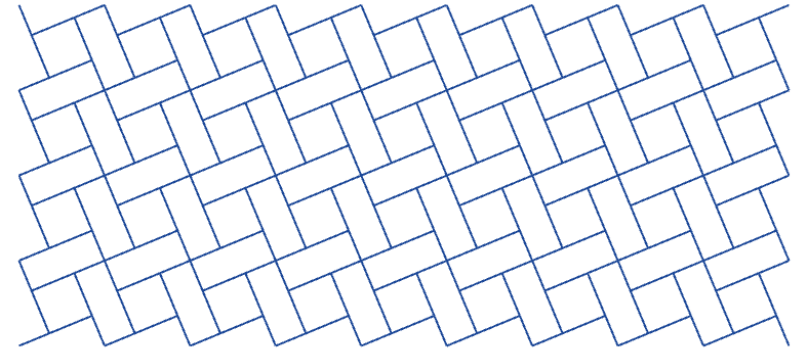
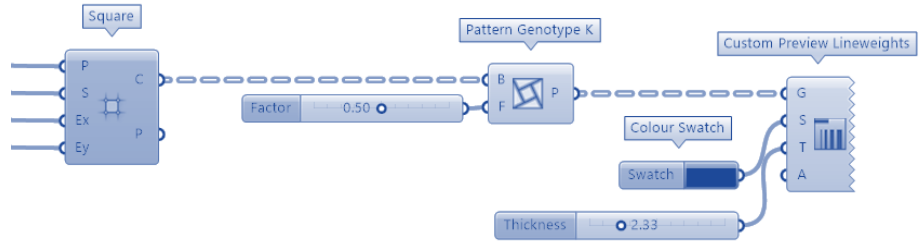
Tutores:

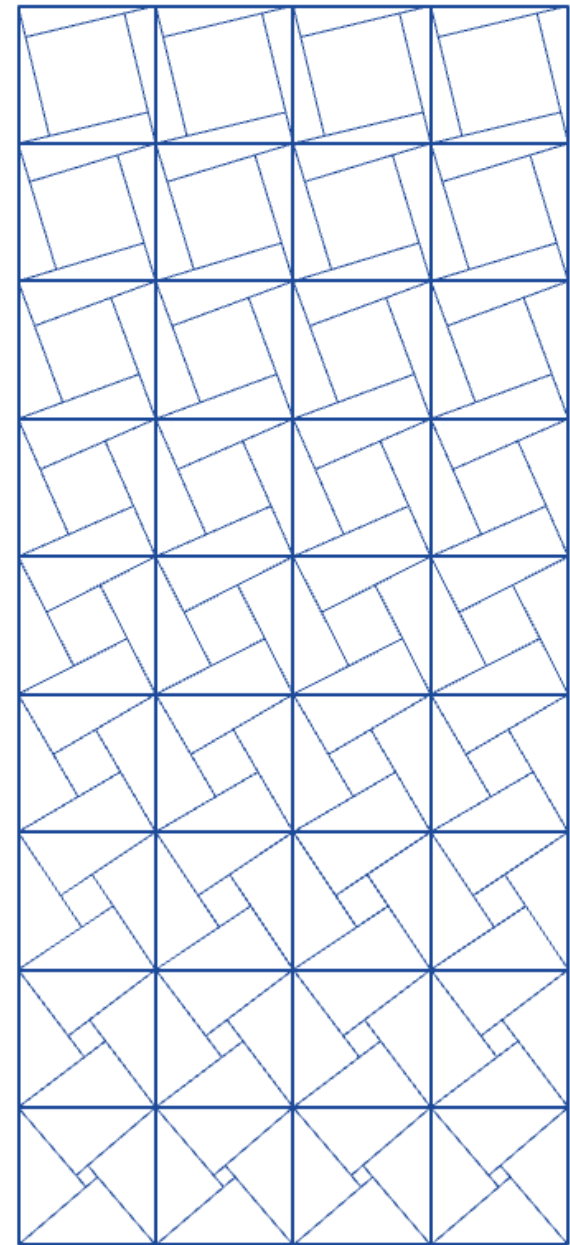
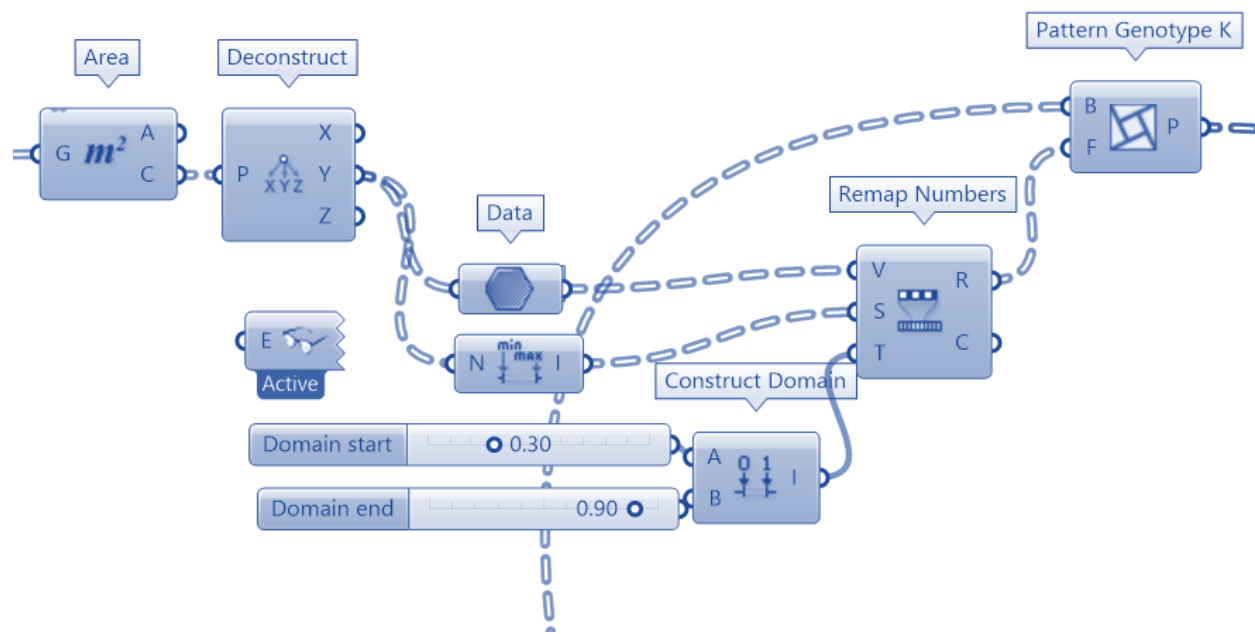
Dr. Juan Gerardo Oliva

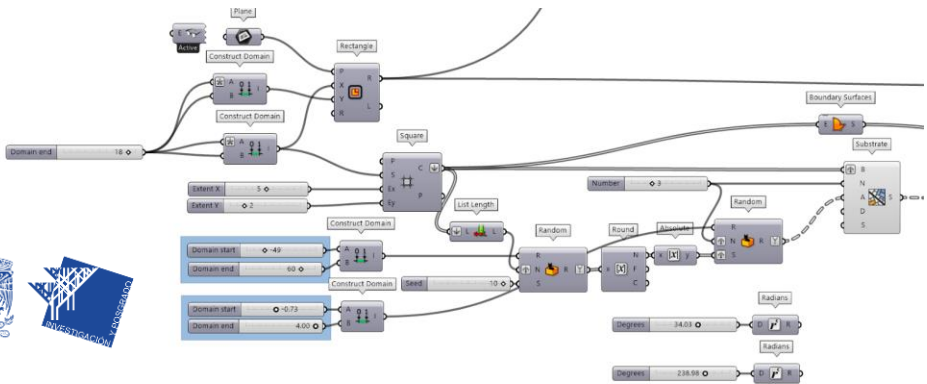
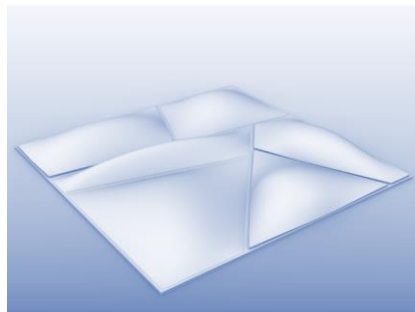
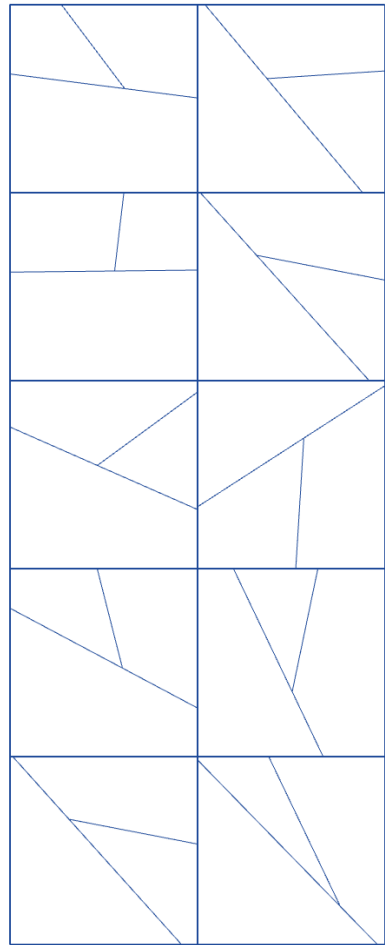
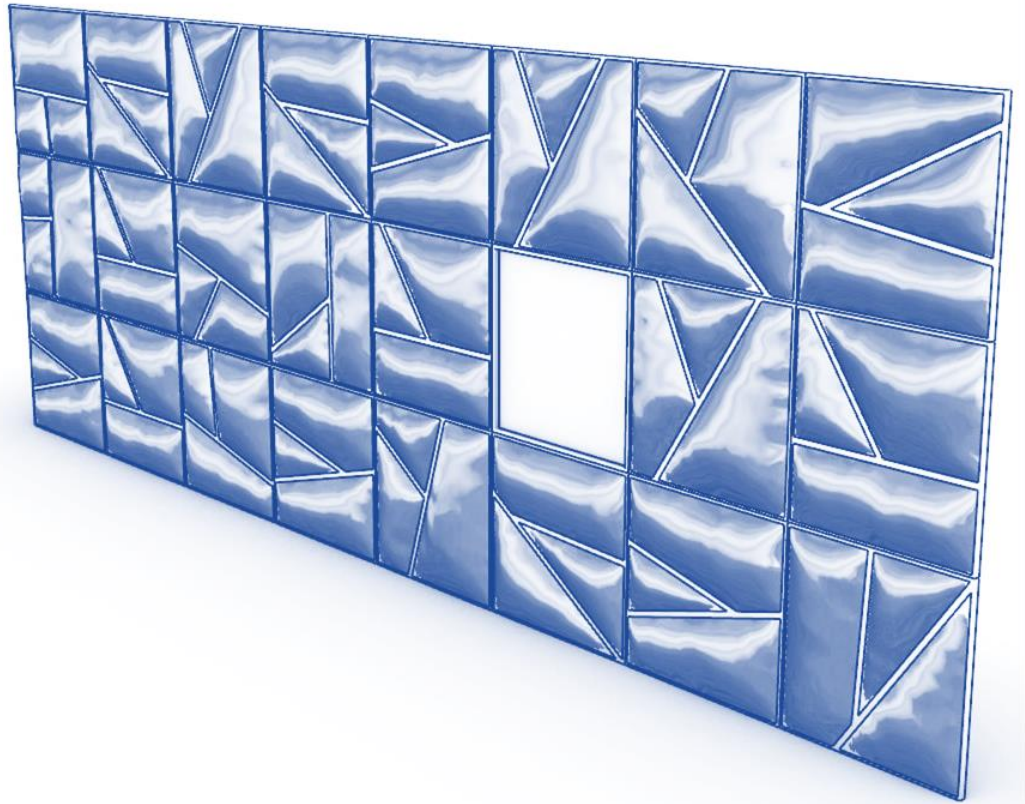
Dr. Ronan Bolaños Linares

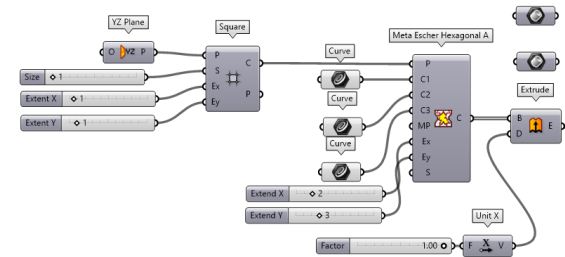
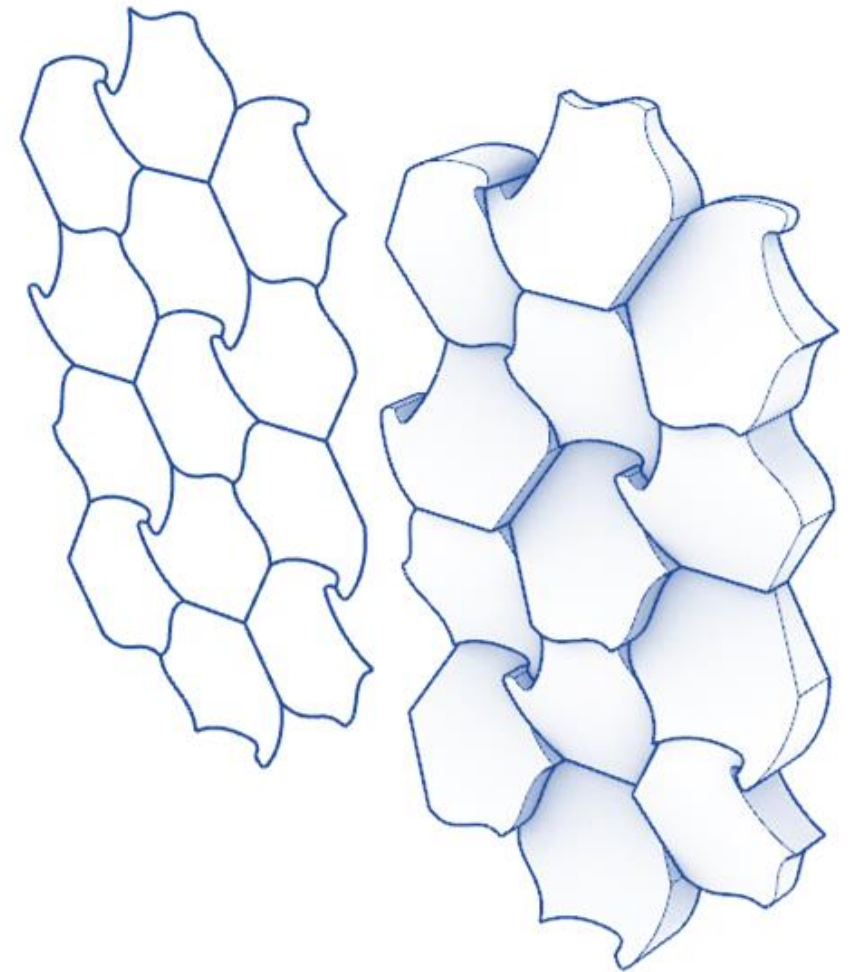
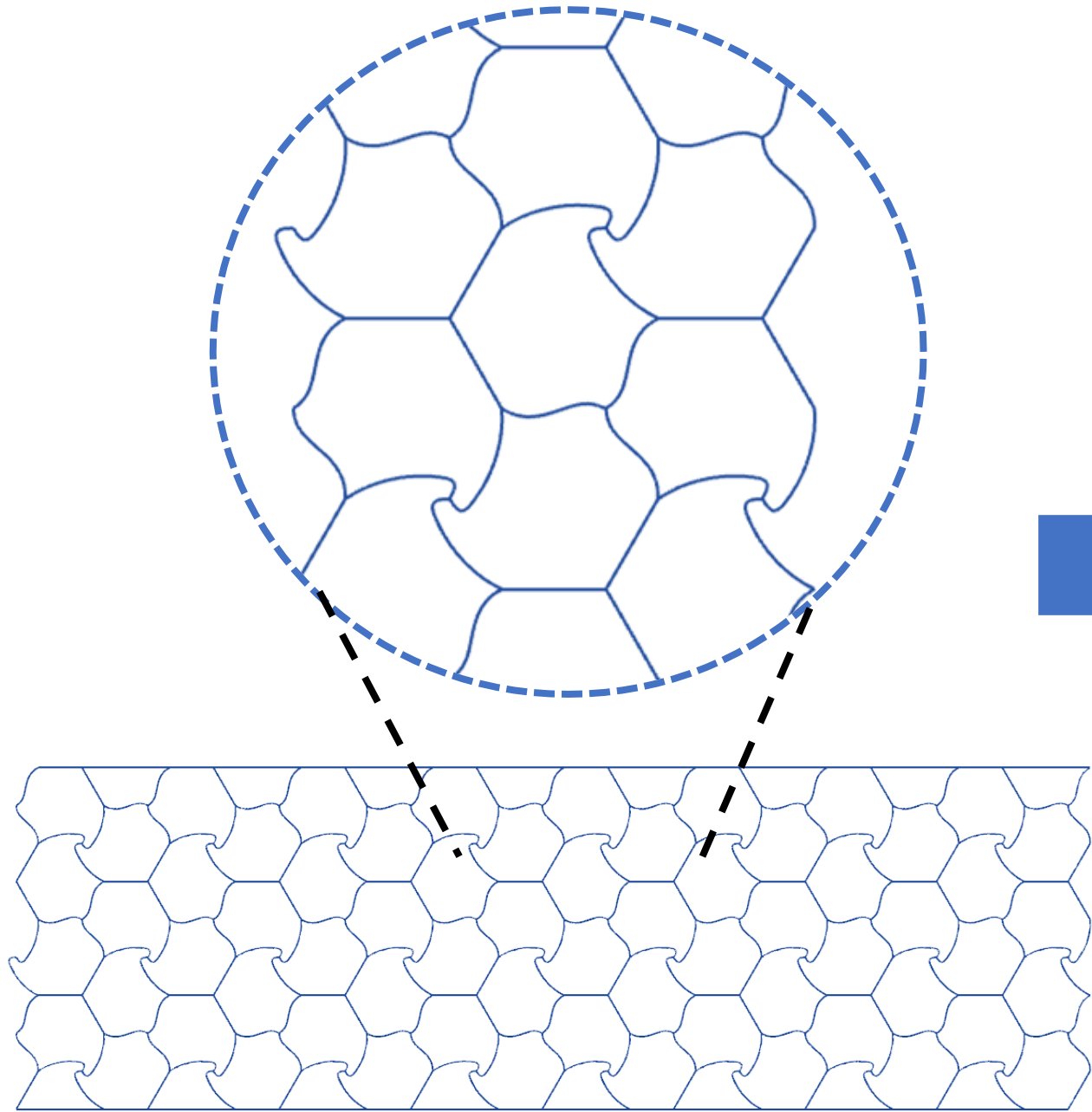
Dr. Mauricio Enrique Reyes Castillo

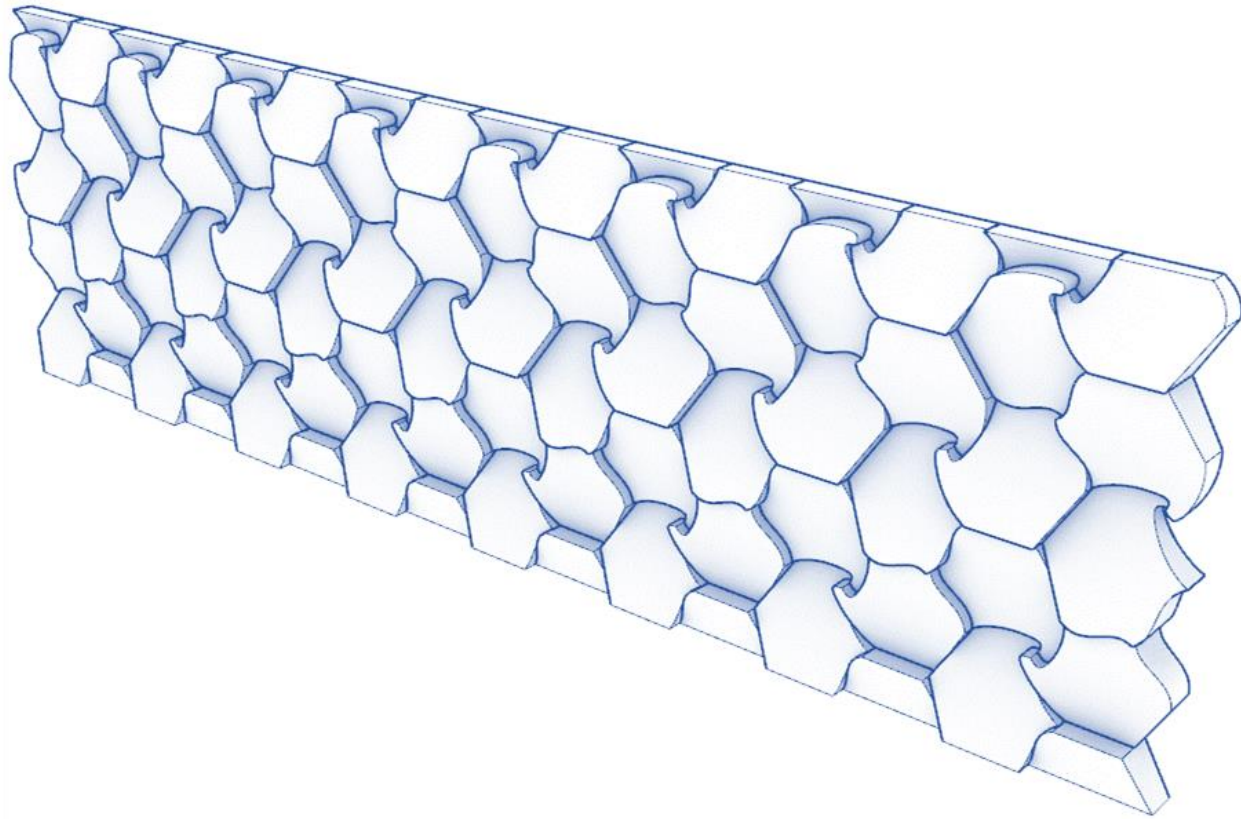


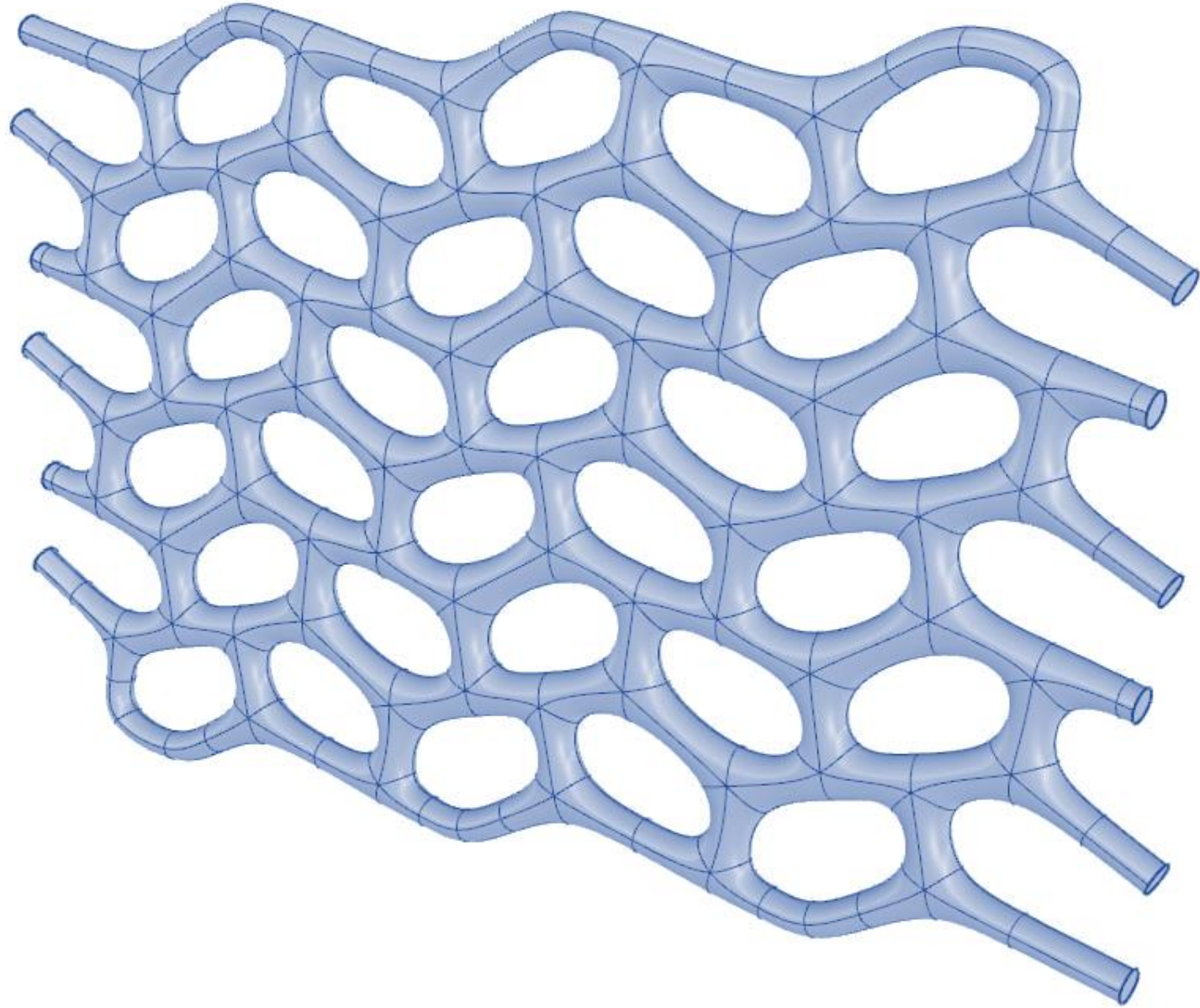


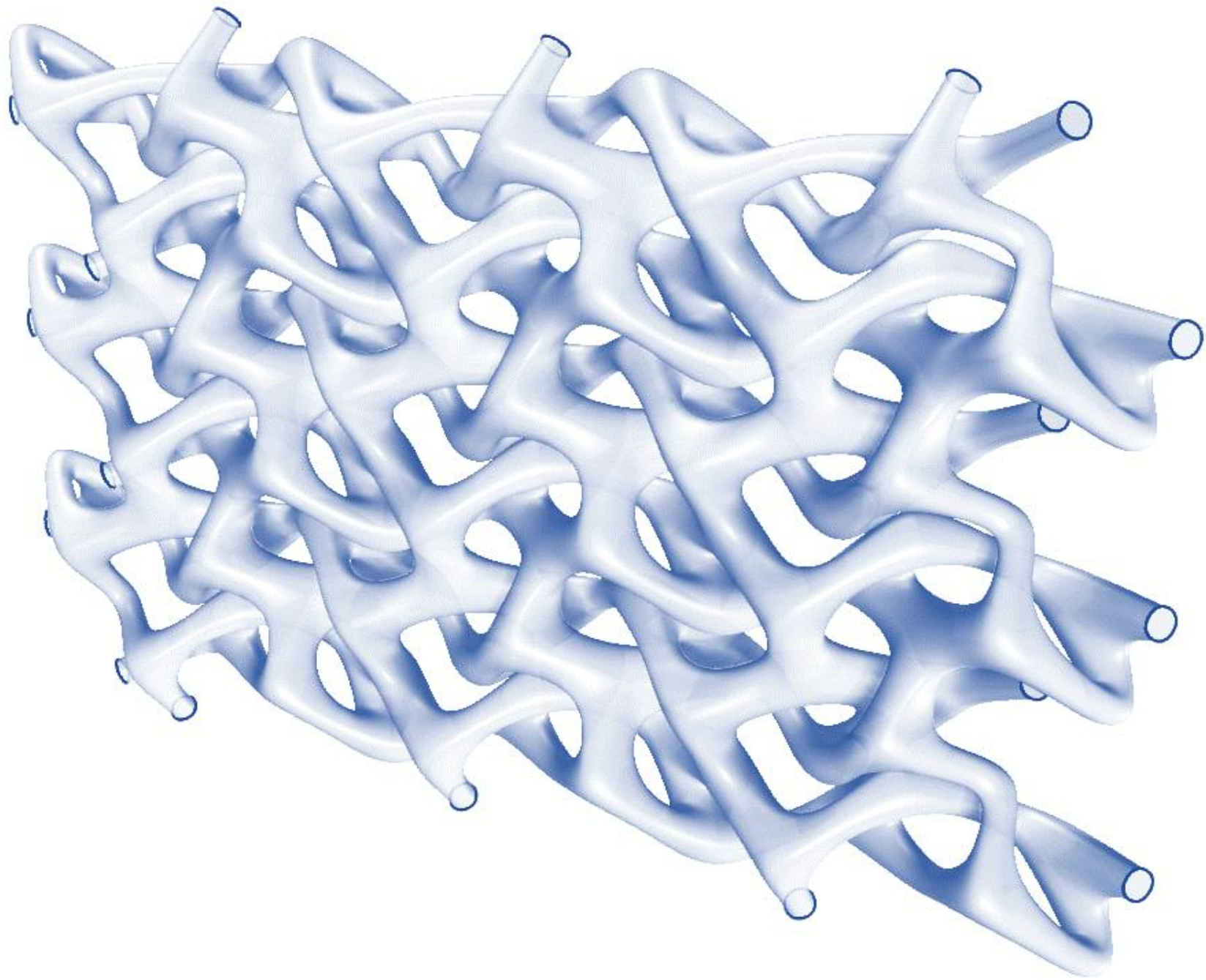


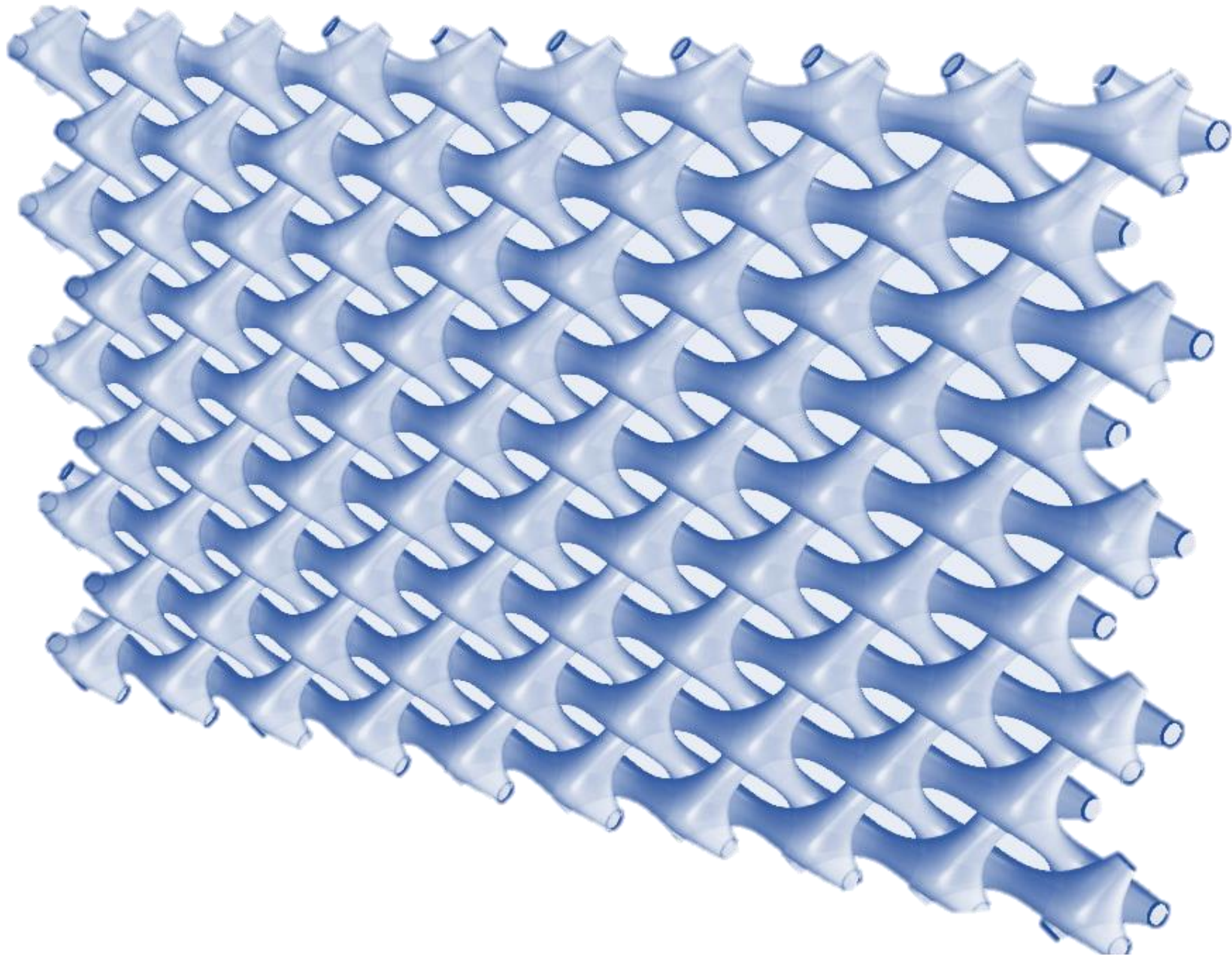




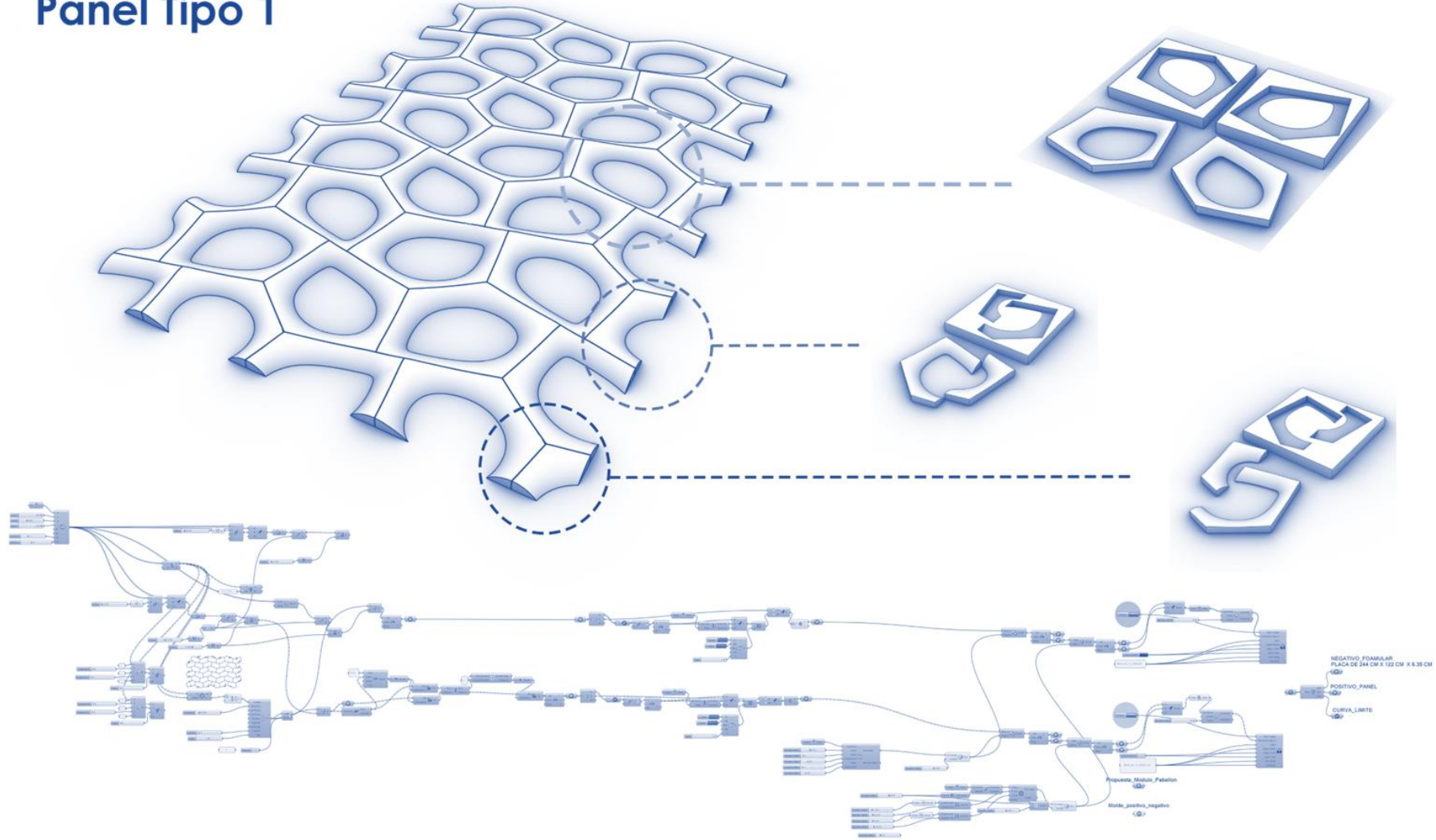




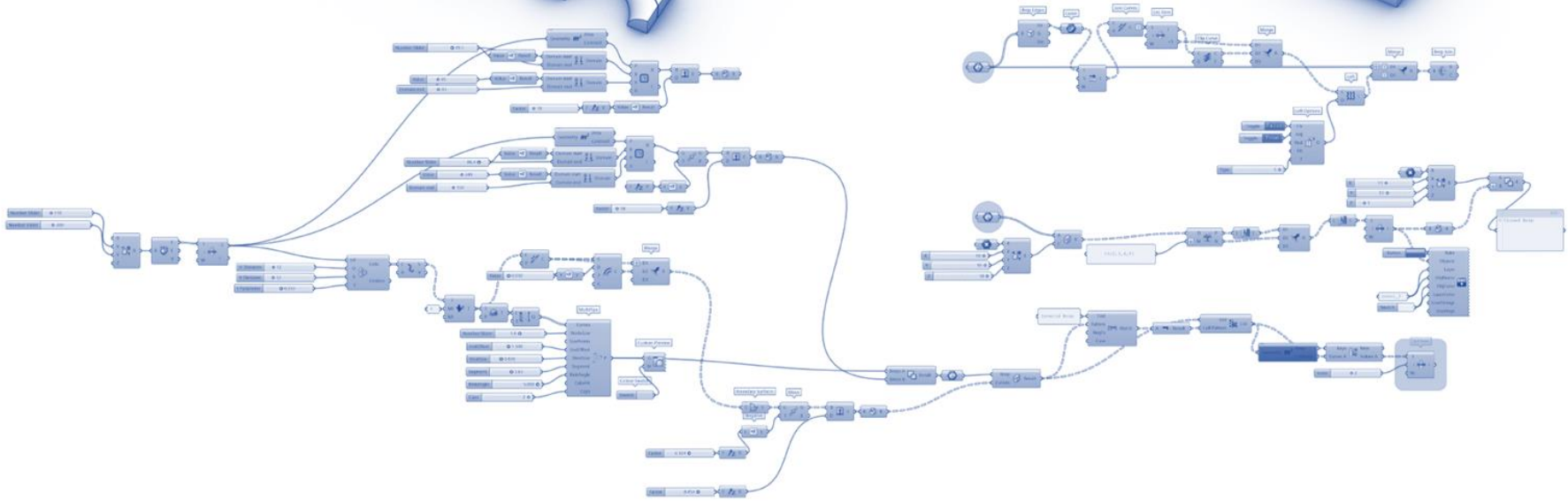
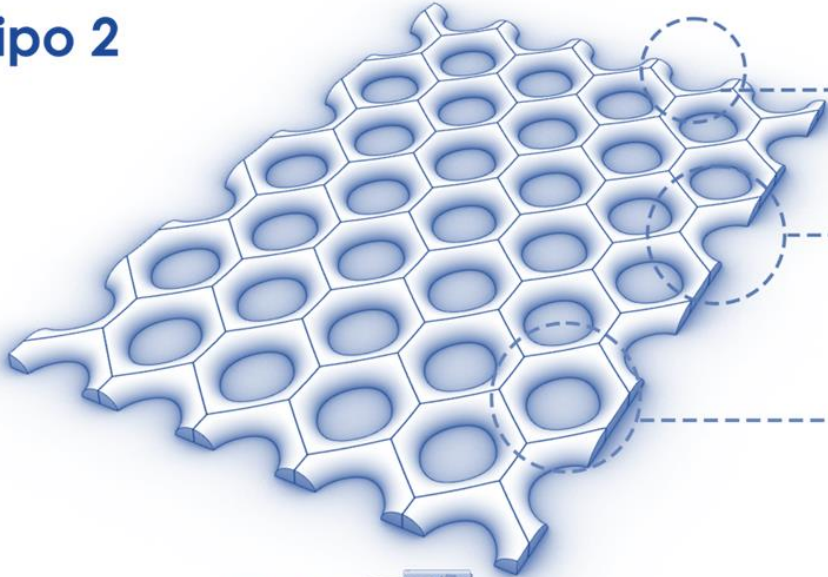




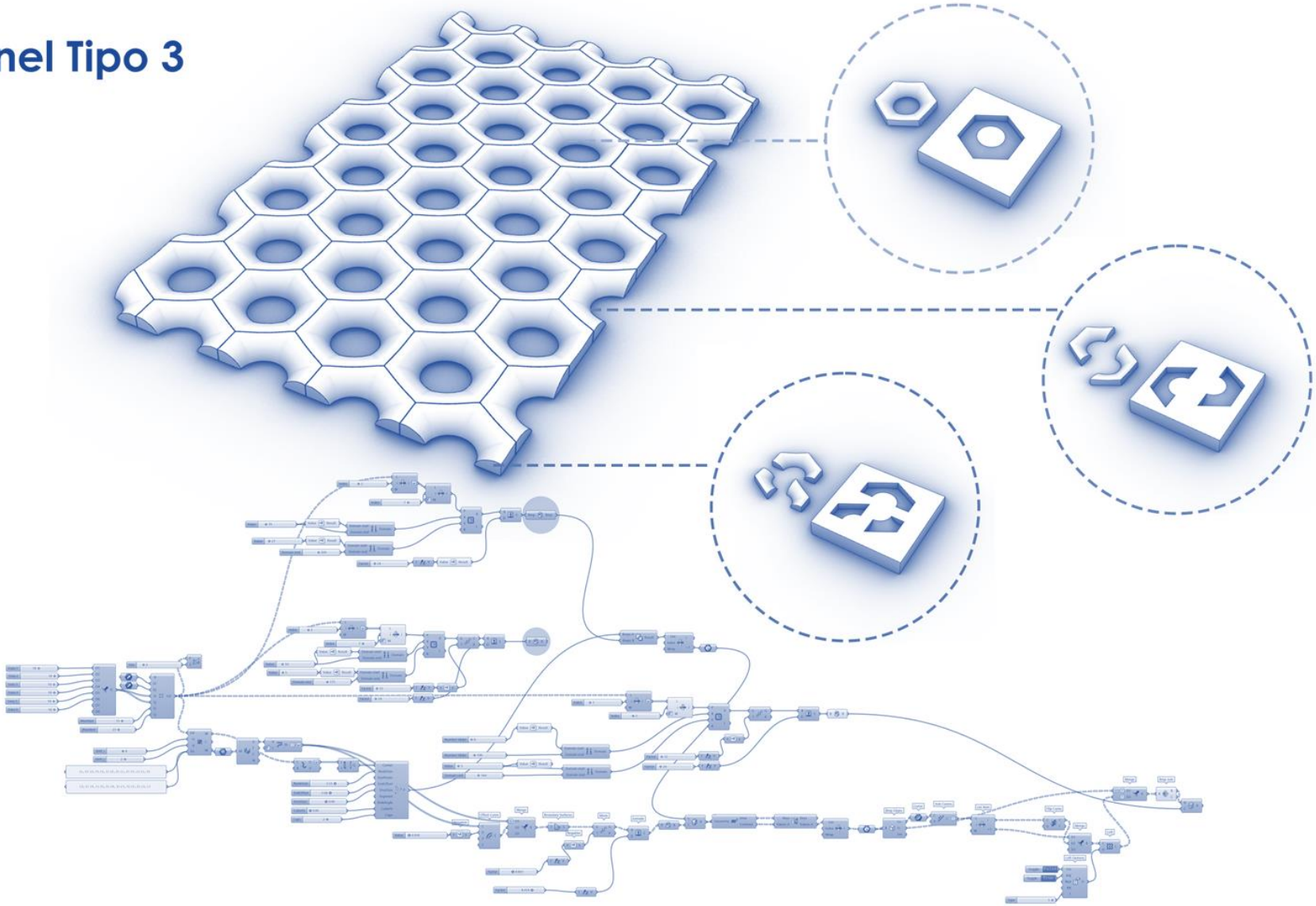
Panel Tipo 1



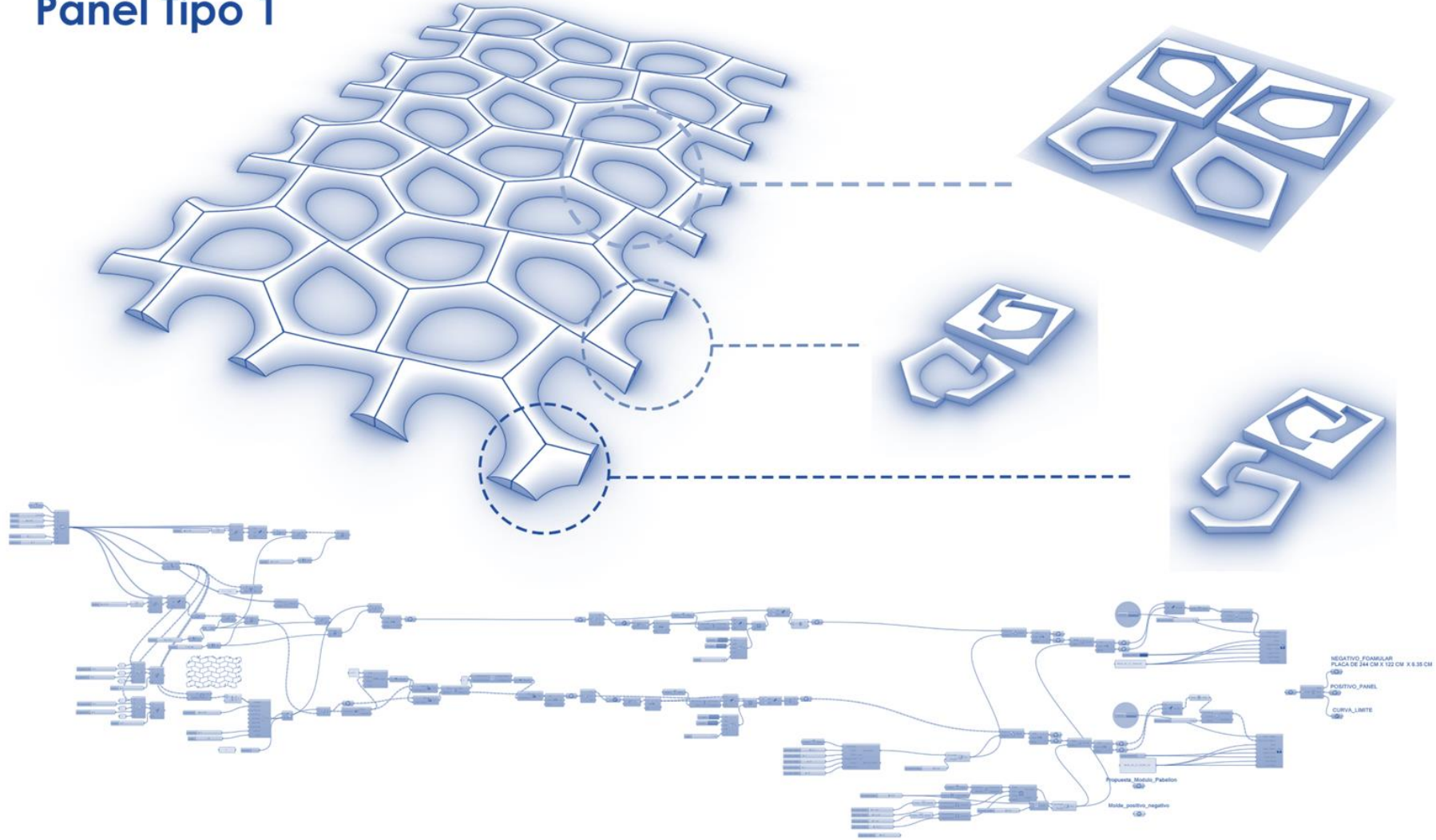
Panel Tipo 2

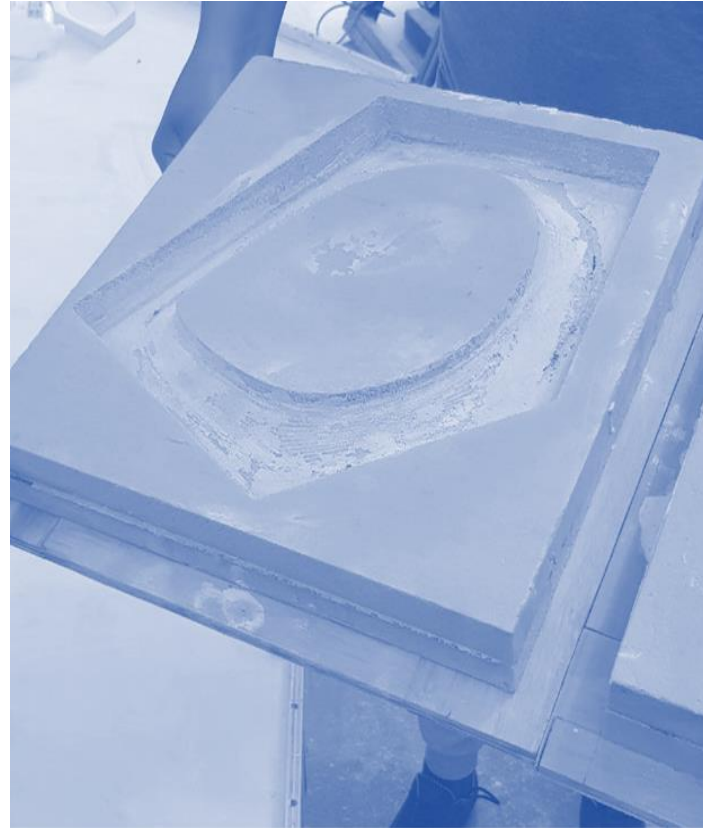


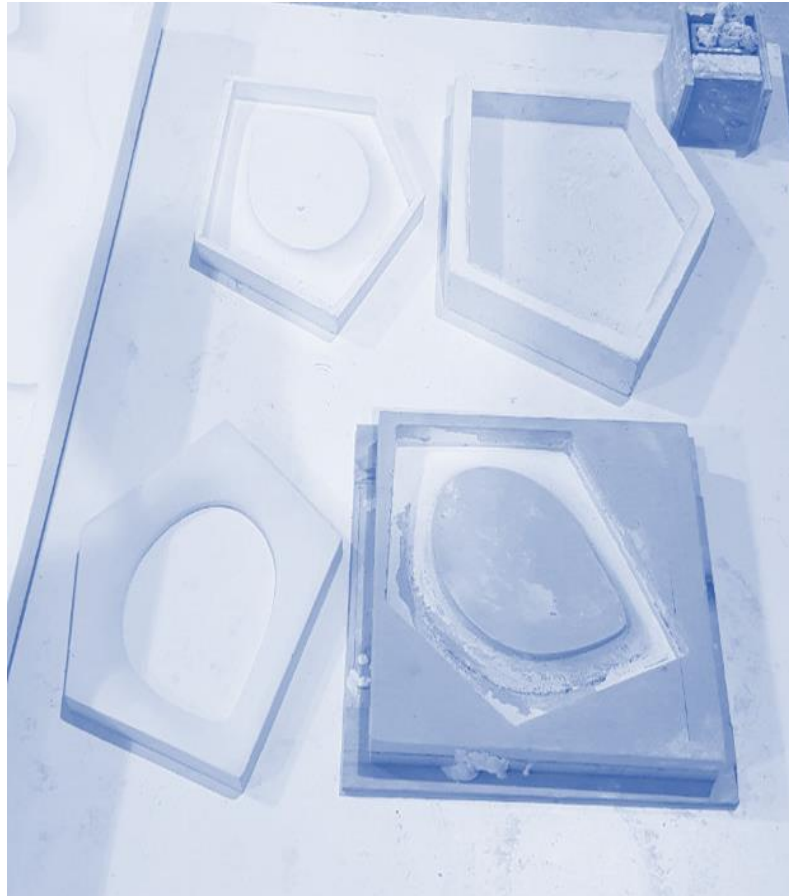
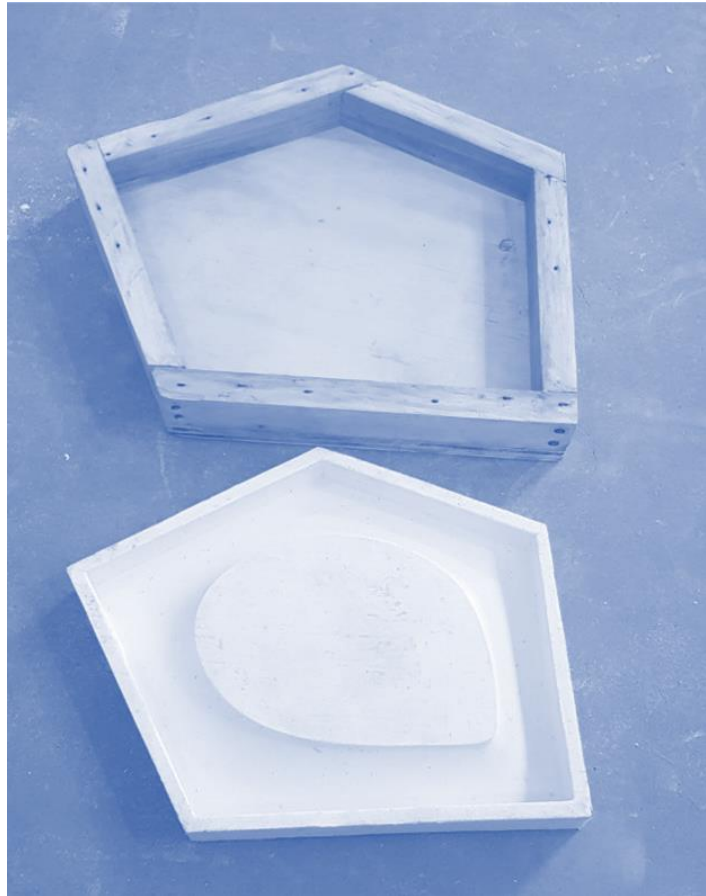
Panel Tipo 3

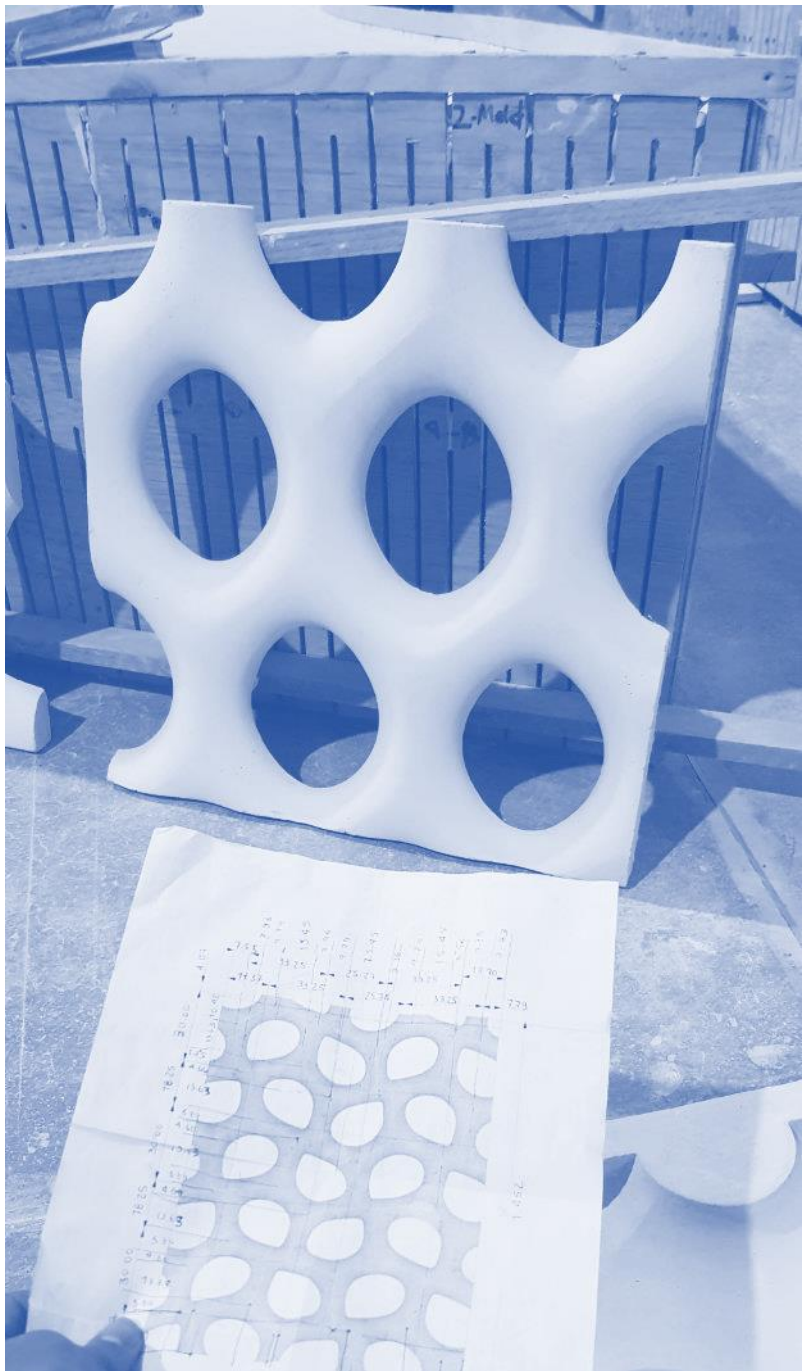


Panel Tipo 1











Muchas Gracias



LAF

