

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA - FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO			
DNC	Cátedra: ESTRUCTURAS - NIVEL 3		
	Taller: VERTICAL III - DELALOYE - NICO - CLIVIO		
	Trabajo Práctico : MODELO ESTRUCTURAL		
Curso 2008	Elaboró: JTP Arg. Hugo Larotonda	Revisión: Ing. Delalove	Fecha: set 2024

MODELO ESTRUCTURAL

Las maquetas didácticas como herramienta de aprendizaje:

Una maqueta didáctica es un modelo físico diseñado para facilitar la comprensión de ideas, conceptos o procesos. Estas maquetas ofrecen múltiples posibilidades para consolidar el aprendizaje, ya que estimulan la imaginación de los estudiantes y establecen una conexión inmediata entre lo observado y los conceptos adquiridos. Al emprender la construcción tridimensional de estos modelos, los estudiantes enfrentan desafíos propios del proceso constructivo, lo que les permite comprender mejor las dificultades y complejidades, en este caso, asociadas a las estructuras.

Objetivo del trabajo:

El objetivo de este trabajo práctico es la creación de maquetas que incorporen sistemas estructurales estudiados durante el ciclo lectivo. El propósito principal es organizar la forma en que se presentarán y discutirán estos modelos constructivos. Los mismos ayudarán a los estudiantes a complementar los conocimientos adquiridos sobre los diferentes sistemas estructurales estudiados a lo largo del año. Además, les permitirá mejorar sus habilidades en diseño, manejo de escalas y representación gráfica.

Metodología:

Se invita a las comisiones, ya conformadas por los estudiantes, a participar en la construcción de una estructura propia. Cada grupo desarrollará un elemento constructivo concreto a través de un proceso abierto, sin una única solución posible. Esto les permitirá reflejar sus propios intereses y creatividad en la propuesta final.

Este ejercicio propone una actividad práctica que complementa las clases teóricas impartidas durante el ciclo lectivo. Como resultado final, los estudiantes trabajarán activamente, creando manualmente elementos constructivos tridimensionales a escala.

Desarrollo de tipologías estructurales:

A continuación, se describe de manera particularizada las dimensiones y los posibles materiales a utilizar en la construcción de cada una de las tipologías estructurales estudiadas.

I.- LAMINA CILINDRICA

RANGOS REALES DE LA ESTRUCTURA

A: 6/8 m.

L: 10/18m

Φ: 30/45°

e : según calculo

MAQUETA: 1:25 1:20

Hacer un modelo a escala de una lámina cilíndrica que funcione estructuralmente implica una serie de consideraciones importantes tanto para mantener la similitud estructural como para garantizar que las cargas, materiales y dimensiones sean adecuadamente escaladas. A continuación, te detallo los pasos clave para realizar un modelo a escala funcional:

1. Escalamiento geométrico

El primer paso es definir la **escala geométrica**. Si la escala es λ entonces:

- Las dimensiones lineales del modelo (radio, longitud, espesor) se deben reducir en proporción a esa escala. Por ejemplo, si el modelo es 1:20, entonces todas las dimensiones lineales (longitud, radio, espesor) deben reducirse en un factor de 20.

$$\text{Ancho de la Lamina: } D_{\text{modelo}} = \frac{D_{\text{real}}}{\lambda}$$

$$\text{Longitud de la Lmina: } L_{\text{modelo}} = \frac{L_{\text{real}}}{\lambda}$$

$$\text{Espesor de la Lamina: } t_{\text{modelo}} = \frac{t_{\text{real}}}{\lambda}$$

λ : es el factor de escala. Ej: 20

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA - FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO		
	DNC	Cátedra: ESTRUCTURAS - NIVEL 3	
		Taller: VERTICAL III - DELALOYE - NICO - CLIVIO	
		Trabajo Práctico : MODELO ESTRUCTURAL	
Curso 2008	Elaboró: JTP Arg. Hugo Larotonda	Revisión: Ing. Delalove	Fecha: set 2024

Es importante mantener estas proporciones geométricas para que el modelo se comporte estructuralmente de manera similar a la cúpula original. Complementar el trabajo con los datos que surjan de la planilla de cálculo de la cátedra.

2. Similitud estructural: Leyes de escalamiento

Para que el modelo sea estructuralmente funcional, no solo se debe reducir el tamaño de las dimensiones, sino que también es necesario mantener ciertas **relaciones de similitud estructural**:

- **Similitud geométrica:** Asegurarse de que todas las proporciones geométricas (radio, espesor, longitud) se reduzcan por el mismo factor λ
- **Similitud de carga:** Las cargas aplicadas también deben ajustarse en función del factor de escala. Por ejemplo, para mantener la similitud estructural, las cargas deben escalarse como:

$$F_{\text{modelo}} = \frac{F_{\text{real}}}{\lambda^2}$$

Esto se debe a que las fuerzas están relacionadas con el área de la superficie (que se escala al cuadrado).

- **Similitud de material:** Si estás utilizando el mismo material en el modelo a escala que en la estructura real, las propiedades del material como el módulo de elasticidad E y el coeficiente de Poisson ν permanecerán iguales.

3. Elección de Materiales

Para construir un modelo a escala de una lámina cilíndrica que funcione estructuralmente, es importante seleccionar materiales que sean fáciles de trabajar, asequibles y que representen adecuadamente el comportamiento estructural de la lámina original. Aquí te presento algunas opciones de materiales que podrían ser adecuados para el modelo:

3.1. Plásticos delgados (láminas de PVC o acrílico)

- **Propiedades:** El PVC y el acrílico son plásticos rígidos que ofrecen buena resistencia a la tracción y flexión. Son materiales ligeros, fáciles de cortar y moldear, y vienen en varios espesores, lo que los hace adecuados para replicar láminas delgadas en un modelo a escala.
- **Ventajas:** Fácilmente moldeable y disponible en diversos espesores. Tienen suficiente rigidez para representar el comportamiento estructural básico de la lámina cilíndrica.

3.2. Aluminio en láminas delgadas

- **Propiedades:** El aluminio es un metal ligero con una excelente relación resistencia-peso y buen módulo de elasticidad. Se utiliza en muchas aplicaciones de ingeniería para estructuras que requieren rigidez sin mucho peso.
- **Ventajas:** Fácil de cortar y moldear en láminas delgadas. Buena representación de la resistencia y rigidez estructural de un modelo a escala.

3.3. Policarbonato

- **Propiedades:** El policarbonato es un plástico con alta resistencia al impacto, rigidez y flexibilidad. Es fácil de moldear con calor.
- **Ventajas:** Ligero, resistente y fácil de trabajar. Puede soportar esfuerzos sin romperse, lo que lo hace adecuado para modelos que serán sometidos a pruebas de carga.

3.4. Papel o cartón reforzado

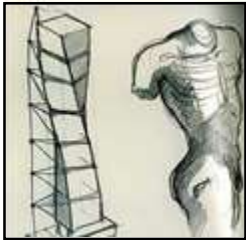
- **Propiedades:** Para un modelo experimental preliminar o educativo, el papel o cartón pueden ser usados si se refuerzan adecuadamente (por ejemplo, con pegamentos o cola resistente al agua). Aunque estos materiales no tienen las mismas propiedades estructurales que los metales o plásticos, pueden ser útiles en modelos a escala pequeños.
- **Ventajas:** Fácilmente accesible, barato y maleable.
- **Aplicación:** Puede ser útil para construir prototipos preliminares o modelos de demostración que no estarán sometidos a cargas significativas.

3.5. Resina epóxica o polímeros endurecidos

- **Propiedades:** Las resinas epóxicas pueden ser moldeadas en formas cilíndricas y endurecidas para proporcionar rigidez y resistencia. Los polímeros endurecidos son ligeros y resistentes.
- **Ventajas:** Se puede moldear con precisión para hacer modelos con geometrías complejas. Buen compromiso entre ligereza y resistencia se recomienda intercalar una delgada malla metálica tipo mosquitero.
- **Aplicación:** Útil si se necesita un modelo estructural que pueda soportar presiones o cargas moderadas sin deformarse. También se puede utilizar:
- **Lechadas de concreto con cemento rápido y mallas metálicas**
- **Yeso y cemento con malla metálica**
- **Poximix y cemento con malla interior**

4. Construcción del modelo

- Usa un material que sea flexible y delgado, pero que también tenga la rigidez suficiente para resistir las cargas aplicadas.
- Para la construcción, puedes optar por técnicas de fabricación como doblado, pegado o soldadura dependiendo del material. El objetivo es mantener la forma cilíndrica precisa y evitar irregularidades que puedan afectar el comportamiento estructural.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA - FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO			
DNC	Cátedra: ESTRUCTURAS - NIVEL 3		
	Taller: VERTICAL III - DELALOYE - NICO - CLIVIO		
	Trabajo Práctico : MODELO ESTRUCTURAL		
Curso 2008	Elaboró: JTP Arg. Hugo Larotonda	Revisión: Ing. Delalove	Fecha: set 2024

- Asegúrate de replicar las condiciones de borde y restricciones de la estructura real (apoyos, fijaciones, etc.). Si el modelo lo ensayan y se deforma en sus bordes, proponer soluciones

5. Pruebas experimentales

Una vez construido el modelo, puedes realizar pruebas estructurales como:

- **Pruebas de carga sobre la estructura:** Ensayar colocando cargas sobre la estructura para verificar sus deformaciones

II.- CUPULAS

RANGOS REALES DE LA ESTRUCTURA

D: 30/36 m.

f: 1/7 D

e: 7/8 cm aprox. R/500

$$R = \frac{D^2}{8 \cdot f} + \frac{f}{2} =$$

MAQUETA 1:50 1:75

Hacer un modelo a escala de una cúpula que funcione estructuralmente implica un proceso similar al de la lámina cilíndrica, pero con consideraciones específicas debido a la geometría curva y la distribución de cargas en una cúpula. Aquí te detallo los pasos clave y algunos puntos importantes para crear un modelo funcional:

1. Escalamiento geométrico

El primer paso es definir la escala del modelo. Si decides que tu modelo será a una escala de λ , todas las dimensiones de la cúpula real (radio, espesor y altura) se reducirán proporcionalmente en esa escala.

$$\text{Ancho de la Cupula: } D_{\text{modelo}} = D_{\text{real}} / \lambda$$

$$\text{Altura de la Cupula: } h_{\text{modelo}} = h_{\text{real}} / \lambda$$

$$\text{Espesor de la Cupula: } t_{\text{modelo}} = t_{\text{real}} / \lambda$$

Es importante mantener estas proporciones geométricas para que el modelo se comporte estructuralmente de manera similar a la cúpula original. Complementar el trabajo con los datos que surjan de la planilla de cálculo de la cátedra.

2. Similitud estructural: Leyes de escalamiento

Para que el modelo sea estructuralmente funcional, no solo se debe reducir el tamaño de las dimensiones, sino que también es necesario mantener ciertas **relaciones de similitud estructural**:

- **Similitud geométrica:** Asegurarse de que todas las proporciones geométricas (radio, espesor, longitud) se reduzcan por el mismo factor λ
- **Similitud de carga:** Las cargas aplicadas también deben ajustarse en función del factor de escala. Por ejemplo, para mantener la similitud estructural, las cargas deben escalarse como:

$$F_{\text{modelo}} = \frac{F_{\text{real}}}{\lambda^2}$$

Esto se debe a que las fuerzas están relacionadas con el área de la superficie (que se escala al cuadrado).

- **Similitud de material:** Si estás utilizando el mismo material en el modelo a escala que en la estructura real, las propiedades del material como el módulo de elasticidad E y el coeficiente de Poisson ν permanecerán iguales.

3. Elección de materiales

La elección de materiales dependerá de la precisión que desees en la simulación estructural y la disponibilidad de los materiales. Algunas opciones para la construcción de un modelo estructural de una cúpula incluyen:

3.1 Plástico (PVC o acrílico)

Fáciles de moldear en formas curvas. Adecuados para modelos ligeros y de tamaño pequeño o mediano.

3.2 Papel o cartón reforzado:

Para modelos más simples o preliminares, el papel o el cartón pueden ser reforzados con resina epóxica o pegamento, ofreciendo una representación adecuada para estudios básicos o demostraciones educativas.

3.3 Lechadas de concreto con cemento rápido y mallas metálicas

3.4 Yeso y cemento con malla metálica

3.5 Poximix y cemento con malla interior

3.6 Madera de balsa o contrachapado delgado:

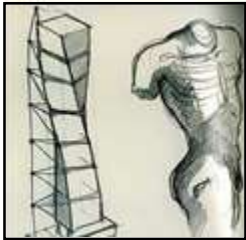
La madera de balsa es un material ligero y fácil de trabajar. Se puede utilizar para hacer moldes para modelos realizados con materiales indicados en los numerales 3.3,3.4,3.5.

4. Construcción del modelo

a. Base estructural:

La base debe ser sólida y adecuada para soportar las cargas que se aplicarán. Para un modelo a escala, asegúrate de que los apoyos representen bien las condiciones de borde de la cúpula real (por ejemplo, fijaciones rígidas en la base).

b. Construcción de la cúpula:



Las cúpulas pueden ser **monolíticas** o construidas con **segmentos** o **pétalos** que luego se unen para formar la estructura esférica.

- Si optas por un material como el plástico o las mezclas compactas, puedes moldear la cúpula como una sola pieza.
- Para materiales más rígidos o segmentados (como madera o cartón), considera construir la cúpula a partir de **arcos** o **triángulos** que deberán tener el desarrollo de la curvatura en un plano para poder dar forma alabeada que luego se ensamblan para formar la forma completa.

c. Modelos geodésicos:

Si estás construyendo una cúpula geodésica, puedes usar elementos triangulares que distribuyan las cargas de manera eficiente. Las cúpulas geodésicas usan polígonos regulares (generalmente triángulos) para aproximar la forma esférica y distribuyen las cargas de manera uniforme.

- Utiliza barras delgadas de madera, metal o plástico para los elementos triangulares.
- Ensambla los triángulos utilizando conectores regidos en los nodos para formar la estructura esférica.

5. Cargas y fuerzas aplicadas

Las cúpulas, por su geometría, distribuyen las cargas principalmente a través de **fuerzas de compresión** que se dirigen hacia la base. El peso de la cúpula, la presión externa (como el viento) o cualquier otra carga deben aplicarse de manera distribuida y proporcional según la escala.

- **Cargas distribuidas:** Puedes aplicar cargas uniformes sobre la superficie de la cúpula para replicar el peso propio o la presión externa. Si la cúpula está sometida a fuerzas de viento o carga de nieve (si simulas un modelo a escala de una estructura real), asegúrate de escalar estas cargas de acuerdo con el factor λ^2
- **Prueba de cargas puntuales:** Si deseas observar el comportamiento de la cúpula bajo una carga puntual, puedes aplicar un peso pequeño en la parte superior o en diferentes puntos de la superficie y medir las deformaciones.

6. Prueba estructural del modelo

Una vez construido el modelo, se pueden realizar diversas pruebas para observar su comportamiento estructural:

- **Pruebas de carga:** Aplica una carga distribuida sobre la cúpula y mide las deformaciones o posibles puntos de falla. Utiliza pesos pequeños o aire comprimido para simular cargas de presión.

Ejemplo:

Si deseas construir un modelo de una cúpula con un radio de 10 metros, un espesor de 20 cm y una altura de 5 metros a una escala de 1:20

- Radio del modelo: $r_{modelo} = \frac{10\text{ m}}{20} = 0.5\text{ m}$
- Altura del modelo: $h_{modelo} = \frac{5\text{ m}}{20} = 0.25\text{ m}$
- Espesor del modelo: $t_{modelo} = \frac{0.2\text{ m}}{20} = 1\text{ cm}$

Si tienes alguna preferencia en cuanto a materiales o el tipo de cúpula que deseas modelar (geodésica, monolítica, etc.), puedes consultar a ajustar el enfoque con tu ayudante.

MATERIALES

Para construir una **cúpula de concreto** a escala o a tamaño real, el proceso de **materialización** se centra principalmente en la creación de un molde o encofrado adecuado para dar forma al concreto. El concreto es un material que, en su estado fresco, necesita ser moldeado, y cuando fragua, adopta la forma del molde, lo que hace que el diseño y construcción del encofrado sean pasos cruciales. A continuación te detallo cómo hacer un molde para una cúpula de concreto y los pasos clave para materializarla:

1. Definir el tipo de cúpula

Antes de abordar el molde o encofrado, es importante definir si la cúpula será:

- **Monolítica:** Construida de una sola pieza continua de concreto.
- **Segmentada:** Hecha de bloques de concreto o elementos prefabricados que se ensamblan para formar la cúpula.

A continuación, explico cómo hacer un **encofrado monolítico**, que es el más común para cúpulas de concreto.

2. Diseño del encofrado (molde) para la cúpula

El encofrado es una estructura temporal que da soporte al concreto mientras fragua. Para una cúpula, el encofrado suele tener una forma esférica o parabólica. Los materiales más comunes para encofrados son la **madera**, el **metal**, o incluso **poliestireno expandido (EPS)** si se busca una solución más ligera.

a. Encofrado con estructura de madera

Una de las formas más comunes de construir un molde para una cúpula es utilizando madera.

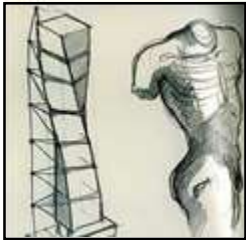
A continuación, se describe el proceso:

1. Base y anillos radiales:

- Diseña la **base del encofrado** como un anillo que defina el perímetro de la cúpula.
- Coloca **arcos radiales** que van desde la base hasta el centro de la cúpula. Estos arcos pueden ser hechos de madera contrachapada o de tiras de madera laminada. Los arcos deben estar cortados con la forma exacta de la sección de la cúpula (semi-circular o parabólica, dependiendo del diseño).

2. Listones horizontales (costillas):

- Coloca **listones de madera** horizontales entre los arcos radiales. Estos listones formarán las **costillas** que, unidas a los arcos radiales, darán la forma final del encofrado. Estos listones deben seguir la curvatura de la cúpula.



3. Superficie del encofrado:

- Recubre la estructura de madera con **contrachapado delgado** o **láminas de MDF (tableros de fibra de densidad media)**, que pueden curvarse para adaptarse a la forma de la cúpula. Asegúrate de que las uniones sean suaves y no generen líneas visibles en el concreto.

4. Refuerzos estructurales:

- Refuerza toda la estructura del encofrado con soportes diagonales para asegurar que pueda soportar el peso del concreto fresco durante la fase de colado.

b. Encofrado con moldes prefabricados de metal o plástico

Otra opción es usar **paneles prefabricados** de metal o plástico:

- Los paneles modulares de metal se pueden ensamblar para formar la cúpula, y una vez que el concreto ha fraguado, los paneles se desmontan fácilmente.
- **Plástico reforzado** o **fibra de vidrio** también pueden usarse para moldes, especialmente en casos de cúpulas repetitivas o prefabricadas. Este tipo de encofrado es más ligero y fácil de reutilizar.

3. Colocación del refuerzo de acero

1. Malla de acero:

- Coloca una **malla de refuerzo de alambre** siguiendo la forma de la cúpula. La malla puede estar compuesta de barras de acero en ambas direcciones, formando una cuadrícula. Las barras horizontales deben estar curvadas y seguir la superficie de la cúpula, mientras que las verticales deben coincidir con la dirección radial. También se puede utilizar mallas tipo mosquiteros o similares que se adquieren en negocios de ferretería.

2. Barras adicionales en puntos críticos:

- En los puntos donde se espera mayor tensión, refuerza el concreto con barras de alambre adicionales.

3. Espaciadores:

- Usa **espaciadores** para mantener la malla de acero a una distancia adecuada del encofrado, asegurando que el refuerzo esté completamente cubierto por el concreto.

4. Vertido del concreto u otro material similar

El concreto se debe verter de manera uniforme sobre el encofrado para evitar cargas puntuales que puedan colapsar el molde. A continuación, algunos pasos clave:

1. Preparación del concreto:

- Utiliza una mezcla de concreto adecuada. Un concreto no muy fluido puede ser útil para garantizar que el concreto llene adecuadamente todos los espacios del molde.

5. Curado del concreto

El curado es fundamental para que el concreto adquiera su resistencia máxima:

- **Tiempo de curado:** El concreto debe curar adecuadamente, lo que puede tomar en estos modelos entre 5 a 10 días, dependiendo del tipo de mezcla. Mantén la superficie húmeda durante el proceso de curado para evitar grietas.
- **Retiro del encofrado:** Una vez que el concreto ha fraguado lo suficiente, puedes comenzar a retirar el encofrado. En muchos casos, el encofrado se retira por fases, comenzando por las capas más superficiales.

Alternativa: Encofrado de poliéster expandido (EPS)

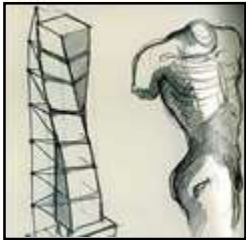
El uso de bloques de **poliestireno expandido (EPS)** es una alternativa ligera y fácil de moldear para cúpulas de concreto. En este método:

1. **Molde EPS:** Se corta el EPS en bloques que forman la cúpula y luego se colocan como un encofrado interno.
2. **Colado de concreto:** Se vierte el concreto sobre el EPS. Este puede dejarse en su lugar como parte del aislamiento térmico o ser retirado después del fraguado.

Consideraciones adicionales:

- **Tolerancias:** Asegúrate de que el encofrado esté bien alineado y que las dimensiones sean precisas, ya que las cúpulas son muy sensibles a los desajustes, lo que puede afectar su comportamiento estructural.
- **Cúpulas segmentadas:** Si decides construir la cúpula con bloques de concreto, puedes usar moldes para prefabricar los segmentos que luego se ensamblan en la obra, eliminando la necesidad de un encofrado completo para la cúpula entera.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA - FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO			
DNC	Cátedra: ESTRUCTURAS - NIVEL 3		
	Taller: VERTICAL III - DELALOYE - NICO - CLIVIO		
	Trabajo Práctico : MODELO ESTRUCTURAL		
Curso 2008	Elaboró: JTP.Ard. Hugo Larotonda	Revisión: Ing. Delalove	Fecha: set 2024

III.- LAMINA PLEGADA

RANGOS REALES DE LA ESTRUCTURA

L1: 15/20 m.

L2: 4/6 m.

α : 45°

t: 6 / 7 cm

MAQUETA: 1:25 1:20

Construir un **modelo a escala de una lámina plegada** que funcione estructuralmente requiere un enfoque cuidadoso tanto en el diseño geométrico como en la elección de materiales para que el modelo reproduzca el comportamiento estructural de la lámina a tamaño real. Las **láminas plegadas** son estructuras eficientes que utilizan pliegues para proporcionar rigidez y estabilidad bajo cargas. Aquí te detallo cómo puedes hacer un modelo a escala de una lámina plegada que funcione estructuralmente:

1. Definir el diseño de la lámina plegada

Antes de construir el modelo, debes definir el diseño geométrico de la lámina. Las **láminas plegadas** pueden tener varias formas, como:

- **Pliegues en zigzag:** Superficies con dobleces regulares en forma de "V" o "W".
- **Pliegues triangulares:** Láminas con formas de triángulo o trapecio entre los pliegues.
- **Pliegues curvos:** Láminas con pliegues suaves y curvos, usados en arquitectura moderna.

Una vez definido el diseño, el próximo paso es elegir una escala adecuada.

2. Elección de la escala

Para garantizar que el modelo funcione estructuralmente de manera similar a la lámina real, debes definir la escala correcta.

A continuación, algunos ejemplos de escalado:

- Si el modelo tiene una escala de **1:10**, todas las dimensiones (longitud, ancho y alto) se reducen a una décima parte del tamaño real.
- La rigidez y la resistencia también dependen de la escala, por lo que es importante elegir los materiales correctamente para que simulen la respuesta estructural de la lámina a escala real.

3. Elección de materiales

Para un **modelo a escala de una lámina plegada**, debes elegir materiales que imiten la flexibilidad y rigidez de la lámina real:

- **Cartulina o papel grueso:** Ideal para simular pliegues en pequeños modelos. Ofrecen flexibilidad y pueden ser fácilmente manipulados para crear pliegues precisos.
- **Plástico o láminas de acrílico:** Adecuado para modelos a mayor escala. Se pueden cortar y doblar con precisión, ofreciendo una mayor rigidez que el papel.
- **Metal delgado (hojas de aluminio):** Si buscas mayor realismo estructural, el aluminio delgado es un excelente material, ya que permite replicar las propiedades de rigidez y flexibilidad de una lámina real de metal.
- **Impresión 3D:** Para modelos complejos o con pliegues precisos, puedes usar una impresora 3D para crear la lámina plegada en un material plástico que imite el comportamiento estructural.

4. Construcción del modelo

a. Dibujo del patrón de pliegues

- Utiliza un programa de diseño (como AutoCAD o SketchUp) para dibujar el patrón de pliegues. Esto te permitirá visualizar cómo la lámina se doblará y cuál será la geometría final.
- Asegúrate de marcar las líneas de pliegue correctamente: **líneas de montaña** (pliegues hacia arriba) y **líneas de valle** (pliegues hacia abajo).

b. Corte de la lámina

- **Cartulina o papel:** Si usas cartulina o papel, corta la lámina en la forma deseada y utiliza una regla para marcar los pliegues antes de doblarlos. Puedes usar un objeto puntiagudo para marcar los pliegues sin romper la superficie.
- **Plástico o metal:** Si usas materiales más rígidos como plástico o metal, necesitarás herramientas de corte como un cúter o tijeras especiales, y dobladoras para crear los pliegues precisos. Es importante asegurarse de que los pliegues sean regulares para mantener la estabilidad estructural.

c. Doblar los pliegues

- Para doblar los pliegues, sigue las líneas previamente marcadas. Si es necesario, usa un **molde** o una herramienta que te permita doblar con precisión los pliegues.
- Asegúrate de que los pliegues estén alineados correctamente para que la geometría final sea estable y funcione estructuralmente.

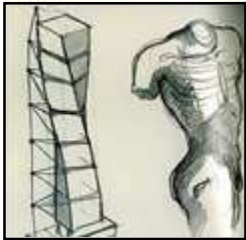
d. Uniones o refuerzos (si es necesario)

- En algunos casos, puede que necesites añadir refuerzos en las zonas donde los pliegues se conectan a otras estructuras o en las esquinas. Para esto, puedes usar pegamento o pequeños conectores si trabajas con metal o plástico.

5. Simulación estructural y pruebas

Una vez que el modelo esté completo, es crucial probar cómo responde bajo cargas. Estos pasos te ayudarán a simular el comportamiento estructural de la lámina plegada:

a. Cargas distribuidas



- Coloca pesos pequeños de manera uniforme sobre la superficie de la lámina plegada. Esto te permitirá simular cargas distribuidas como el peso propio o el viento.
- Observa cómo los pliegues ayudan a distribuir las cargas y evitar deformaciones.

b. Cargas puntuales

- Aplica pequeñas cargas en puntos específicos para ver cómo responde el modelo. Esto es útil para identificar zonas débiles o puntos de fallo potenciales.

c. Deformación y estabilidad

- Observa cómo el modelo se deforma bajo carga. Un buen modelo debe mostrar la rigidez proporcionada por los pliegues, evitando grandes deformaciones.

d. Reacciones en los apoyos

- Si la lámina está apoyada en un marco o estructura más grande, asegúrate de que los apoyos distribuyen las cargas correctamente.

6. Ejemplo de modelo de lámina plegada

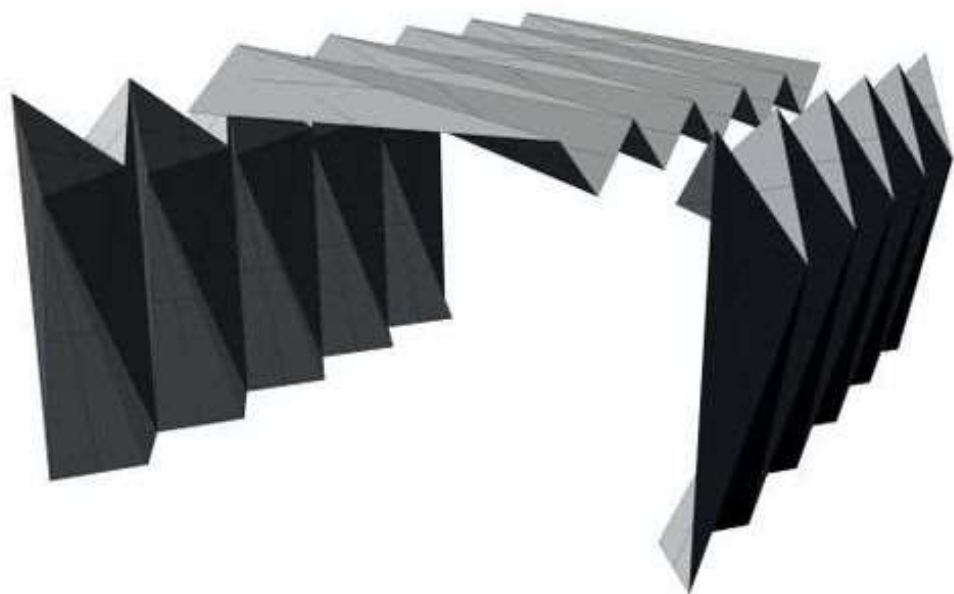
Supongamos que quieres construir un modelo de una lámina plegada con pliegues en zigzag:

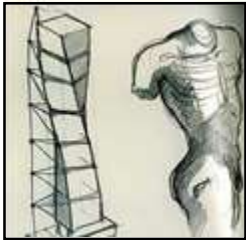
1. **Escala:** Decides construir el modelo a una escala 1:20.
2. **Material:** Usas una lámina de **cartulina gruesa** para el modelo.
3. **Diseño:** Dibuja el patrón de pliegues en zigzag en la cartulina, asegurándote de marcar las líneas de montaña y valle.
4. **Corte y pliegue:** Corta la cartulina y pliega cuidadosamente siguiendo las líneas marcadas.
5. **Montaje:** Monta el modelo sobre una base rígida para simular los apoyos, asegurándote de que los pliegues estén bien alineados.

Luego aplicas pequeñas cargas, como pesas o monedas, sobre la superficie de la lámina plegada para ver cómo distribuye las cargas. Si los pliegues están bien diseñados, el modelo resistirá las cargas sin colapsar ni deformarse significativamente.

Consideraciones adicionales

- **Precisión en los pliegues:** Los pliegues deben ser precisos para que la lámina funcione estructuralmente, ya que cualquier irregularidad puede causar puntos débiles.
- **Optimización del diseño:** Si notas que el modelo se deforma más de lo esperado, puede ser necesario ajustar la geometría o agregar refuerzos en ciertas zonas.
- **Factores de escala y material:** Si el comportamiento estructural no es adecuado, es posible que el material del modelo no represente correctamente el comportamiento del material real. En ese caso, puedes considerar cambiar a un material más rígido o ajustar la escala. Con estos pasos, podrás construir un **modelo a escala funcional de una lámina plegada** que resista cargas de manera similar a una estructura real.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA - FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO			
DNC	Cátedra: ESTRUCTURAS - NIVEL 3		
	Taller: VERTICAL III - DELALOYE - NICO - CLIVIO		
	Trabajo Práctico : MODELO ESTRUCTURAL		
Curso 2008	Elaboró: JTP.Ard. Hugo Larotonda	Revisión: Ing. Delalove	Fecha: set 2024

IV.- ESTRUCTURAS TENSADAS

- Cubiertas de cables pesadas
- Estructuras de cables
- Neumáticas-
- Estructuras de membranas Tensadas-
- Tensegrity

Para construir un **modelo a escala funcional de una estructura tensada**, necesitas replicar el comportamiento estructural de los cables, membranas y sus puntos de anclaje bajo tensión. Las estructuras tensadas funcionan principalmente a través de fuerzas de **tracción**, en contraste con estructuras que resisten fuerzas de compresión.

1. Tipos de estructuras tensadas

Existen varios tipos de estructuras tensadas, y el modelo dependerá del tipo que elijas:

- **Carpas tensadas o velarias:** Estructuras con una membrana flexible que se ancla mediante cables y postes.
- **Puentes colgantes:** Estructuras donde los cables principales soportan el tablero del puente.
- **Cúpulas o superficies tensadas:** Cables dispuestos de manera radial o en redes que soportan cargas.

Cada tipo requiere un diseño diferente, pero los principios básicos de tensión son comunes a todas.

2. Escala geométrica y estructural

Como en cualquier modelo estructural, la **escala** es fundamental para que el modelo funcione de manera realista. Si reduces la estructura real a una escala λ :

- **Dimensiones:** Las longitudes se reducen por un factor λ .
- **Cargas:** Las cargas que soportará el modelo deben ajustarse a la escala geométrica, generalmente escalando proporcionalmente al área de la estructura λ^2

Al reducir la escala, debes asegurarte de que las propiedades mecánicas del material se mantengan para reflejar la resistencia a la tracción en el modelo.

3. Materiales para el modelo a escala

Cables o elementos de tensión:

- **Hilo de nylon o pesca:** Estos materiales son livianos, fáciles de manipular y resistentes, lo que permite replicar el comportamiento de los cables a escala real.
- **Alambre delgado:** El alambre fino (como el de acero o cobre) puede replicar los cables más rígidos en estructuras tensadas.
- **Cuerda fina o hilo de seda:** Adecuado para modelos más pequeños o si deseas mayor flexibilidad en los elementos tensados.

Membranas o cubiertas:

- **Tela elástica:** Material como lycra o nylon elástico es ideal para simular superficies tensadas.
- **Plástico fino (polietileno o vinilo):** Estos materiales pueden imitar mejor las propiedades de las membranas en estructuras tensadas a gran escala.

Anclajes y soportes:

- **Palillos de madera o varillas metálicas:** Usados para los postes o estructuras de anclaje en los bordes.
- **Pines, clips o pegamento:** Estos elementos ayudan a sujetar los cables en los puntos de anclaje.

4. Diseño y construcción del modelo

a. Diseño preliminar

Primero, decide el diseño de la estructura tensada. Por ejemplo:

- **Estructura tipo velaria:** Tiene una membrana tensa que se apoya en postes con cables que tiran de los extremos hacia abajo.
- **Cúpula tensada:** Se forma mediante cables dispuestos radialmente y una membrana entre ellos.

Dibuja el diseño a escala, considerando las ubicaciones de los anclajes, la geometría de la membrana y las líneas de tensión.

b. Construcción del marco o anclajes

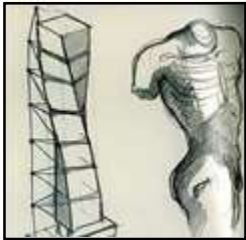
1. **Soportes verticales o anclajes:**
 - Utiliza varillas o palillos de madera para construir los postes verticales o los soportes que mantendrán la estructura en su lugar.
 - Si es una estructura suspendida, coloca puntos de anclaje en el borde de una mesa o en una estructura rígida.
2. **Tensión de los cables:**
 - Corta el hilo o alambre en longitudes que correspondan a las líneas de tensión en el diseño.
 - Ancla cada extremo en los puntos de soporte, manteniendo los cables bien tensados para simular la tracción. Asegúrate de que los cables tengan la suficiente tensión para que mantengan la estructura estable.
 - Usa clips o nudos firmes para asegurar los cables.

c. Instalación de la membrana o cubierta

1. Si estás trabajando con **membranas tensadas**, corta el material (tela, plástico o papel de seda) en la forma adecuada para que cubra los puntos de tensión.
2. Estira la membrana entre los puntos de anclaje, asegurándote de que quede tensa entre los cables o los postes.
 - En una estructura tipo velaria, los bordes de la membrana estarán sujetos por los cables que tiran hacia abajo.
 - En una estructura tipo cúpula, la membrana estará sostenida por los cables radiales o la estructura de soporte.

d. Refuerzos y ajustes

- Si el modelo tiene zonas que no están bien tensadas o parece inestable, ajusta la tensión de los cables. Asegúrate de que la membrana esté correctamente sujeta en todos los puntos de anclaje.



- En algunos casos, puede que necesites reforzar los anclajes para que los cables no se suelten bajo la tensión.

5. Simulación de cargas y pruebas estructurales

Una vez que hayas construido la estructura tensada, es importante probar cómo funciona bajo diferentes cargas:

a. Aplicación de cargas distribuidas

- Coloca pequeñas pesas (como monedas o bolas de arcilla) sobre la membrana o los cables para simular cargas uniformemente distribuidas.
- Observa cómo los cables y la membrana responden a la carga. Si el modelo está bien diseñado, los cables deberían distribuir las fuerzas de tracción de manera uniforme sin colapsar.

b. Cargas puntuales

- Aplica cargas en puntos específicos de la estructura (por ejemplo, en los postes o en el centro de la membrana) para ver cómo se deforma.
- En un modelo bien construido, las cargas puntuales deben generar una redistribución de las fuerzas a través de los cables tensados, sin que la estructura pierda estabilidad.

c. Verificación de la estabilidad

- Verifica que todos los anclajes mantengan su integridad bajo carga y que la estructura no se deforme de manera excesiva.
- Ajusta la tensión de los cables si es necesario para mejorar la estabilidad del modelo.

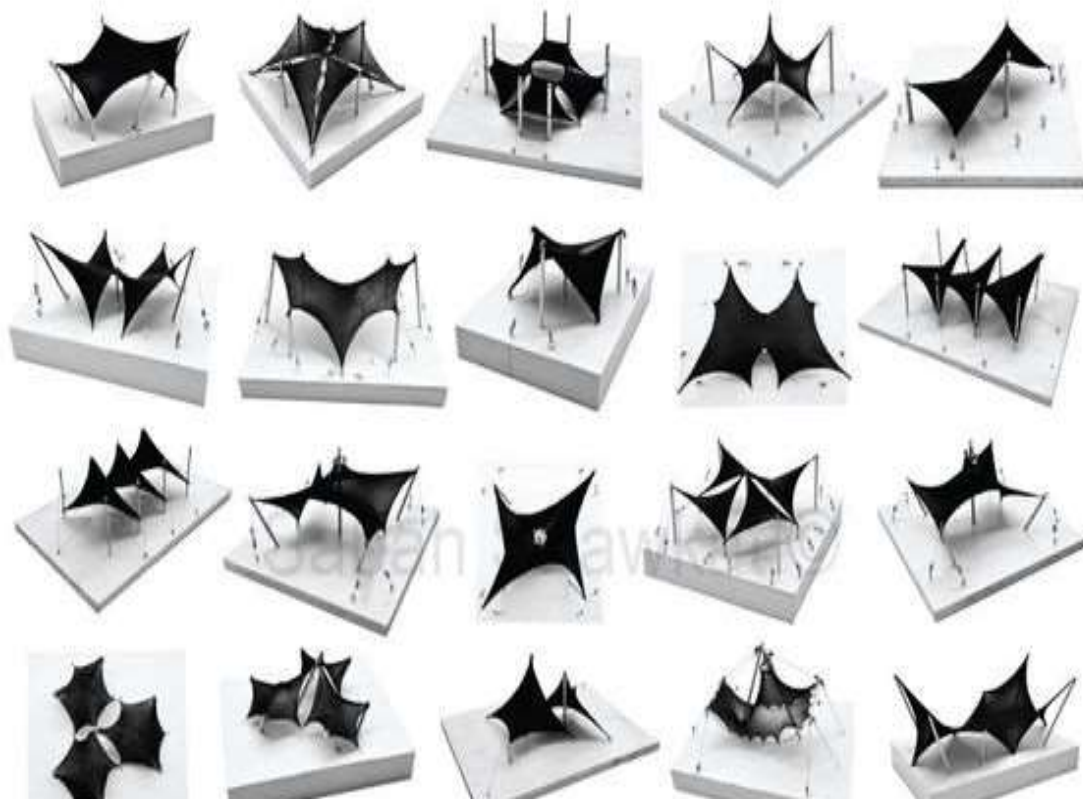
6. Ejemplo de modelo: Carpa tensada o velaria

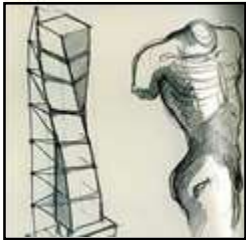
Supongamos que deseas construir una pequeña carpa tensada o **velaria**:

1. **Escala:** Decides construir el modelo a una escala de 1:20 1:25 1:50 .
2. **Materiales:**
 - Usa hilo de nylon para los cables tensados.
 - Usa tela elástica o papel de seda para la membrana.
 - Varillas de madera para los postes.
3. **Diseño:** Dibuja una velaria con un poste central y cuatro postes en los extremos. Los cables tiran de los bordes de la membrana hacia abajo desde los postes exteriores.
4. **Construcción:**
 - Coloca el poste central y los cuatro postes exteriores.
 - Ancla los cables desde la parte superior del poste central hasta los puntos de anclaje exteriores, manteniendo la tensión.
 - Estira la membrana entre los cables y los postes, asegurando que esté bien tensa.
5. **Prueba estructural:** Aplica cargas distribuidas (pequeñas pesas) sobre la membrana y observa cómo se distribuyen las fuerzas. Ajusta la tensión de los cables si es necesario.

Consideraciones adicionales

- **Elasticidad de los materiales:** Si la membrana es demasiado rígida, no reaccionará de manera realista a las tensiones. Usa materiales que sean lo suficientemente flexibles.
- **Cálculo de cargas:** Si deseas un análisis más detallado, puedes calcular las fuerzas de tensión en los cables utilizando la teoría de estructuras tensadas.



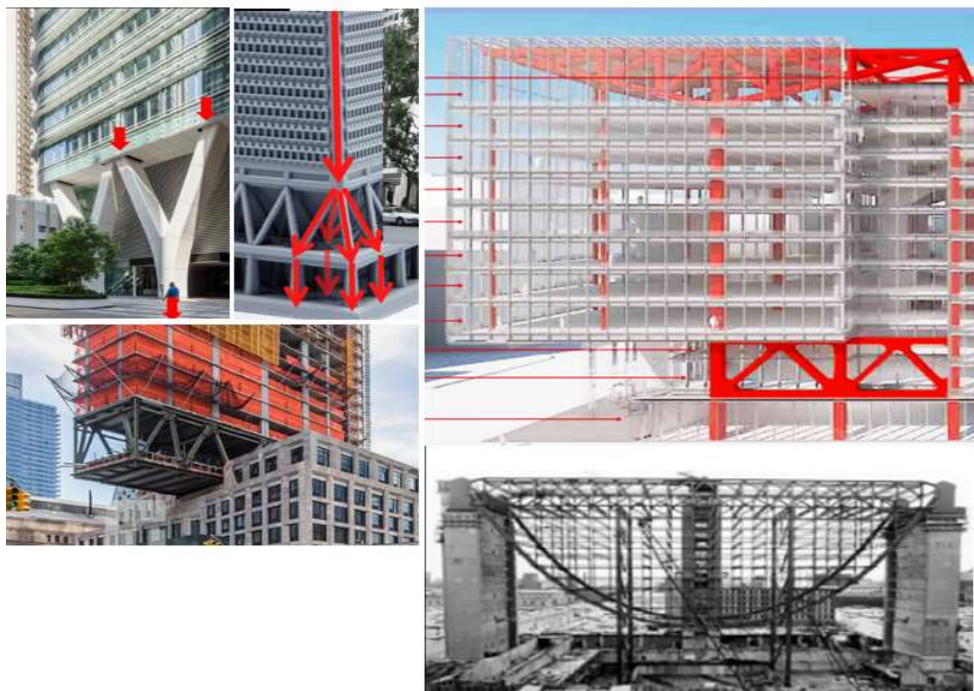


V.- ESTRUCTURAS DE TRANSICION

- **VIGA VIERENDEEL-**
- **RETICULADOS-**
- **BIPODOS TRIPODOS**
- **PORTICOS,**
- **ARCOS POLIGONALES**

Para hacer un modelo a escala de una viga reticulada que funcione estructuralmente, sigue estos pasos:

1. **Diseño del Modelo:**
 - **Selecciona la escala:** Decide la escala a la que vas a construir el modelo (por ejemplo, 1:, 1:20 1:25).
 - **Dibuja los planos:** Crea un diseño detallado del modelo en la escala elegida, incluyendo la disposición de los nodos y miembros de la viga reticulada.
2. **Materiales:**
 - **Materiales para el modelo:** Escoge materiales adecuados que sean fáciles de manejar y ensamblar. Para modelos a escala, se pueden usar materiales como madera, cartón, plástico o metal en miniatura.
 - **Conexiones:** Usa pegamento, soldadura en frío, o técnicas de ensamblaje que se adapten a los materiales seleccionados.
3. **Construcción:**
 - **Corte de Materiales:** Corta los materiales según las dimensiones especificadas en los planos.
 - **Montaje:** Ensambla la viga reticulada siguiendo el diseño. Asegúrate de que todas las conexiones sean fuertes y precisas.
4. **Pruebas y Ajustes:**
 - **Prueba de carga:** Realiza pruebas para verificar la capacidad estructural del modelo. Puedes usar pesos graduales para simular cargas reales.
 - **Ajustes:** Si el modelo no soporta las cargas como se esperaba, revisa las conexiones y los materiales, y realiza los ajustes necesarios.
5. **Documentación:**
 - **Registra los resultados:** Documenta el comportamiento del modelo bajo carga, incluyendo cualquier deformación o fallo.
 - **Análisis:** Compara el comportamiento del modelo con los cálculos teóricos para evaluar su rendimiento. Este proceso te permitirá crear un modelo a escala que no solo represente visualmente una viga reticulada, sino que también funcione estructuralmente para pruebas y demostraciones.



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA - FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO		
	Cátedra: ESTRUCTURAS - NIVEL 3		
	Taller: VERTICAL III - DELALOYE - NICO - CLIVIO		
	Trabajo Práctico : MODELO ESTRUCTURAL		
Curso 2008	Elaboró: JTP.Ard. Hugo Larotonda	Revisión: Ing. Delalove	Fecha: set 2024

VI.- PARABOLOIDE HIPERBOLICO

Un caso especial es este tipo de geometría dado que la podemos utilizar tanto en estructuras de cascaras como de membranas

1. Para modelos de Estructuras tensadas seguir los lineamientos descriptos en:
IV.- ESTRUCTURAS TENSADAS

RANGOS REALES DE LA ESTRUCTURA

L1: 20/libre m. (sujeto a definiciones de propuestas)

MAQUETA: 1:50 1:25 1:20 (sujeto a definiciones de propuestas)

2. Para modelos de Estructuras de hormigón seguir los lineamientos descriptos en la metodología de cúpulas en cuanto a la definición de escala, uso de materiales y en caso de utilizar algún material que requiera uso de molde ver detalle de encofrado en la misma descripción.

RANGOS REALES DE LA ESTRUCTURA

L1: 15/25 m.

L2: 15/25 m.

e: 6 / 7 cm

MAQUETA: 1:50 1:25 1:20

$$0,07 L < f < 0,15 L$$

VII.- DOCUMENTACIÓN PARA LA APROBACIÓN DEL TRABAJO

- 1- Memoria descriptiva: Incluirá la descripción del trabajo realizado, la finalidad del mismo, los materiales y la forma constructiva.
- 2- Esquema de planta, cortes y vistas: En la escala adecuada, representará las dimensiones del trabajo presentado.
- 3- Esquema y análisis estructural: Deberá presentarse un esquema que represente el funcionamiento estructural de cargas externas, peso propio y reacciones de apoyos generadas (sin valores), graficando las líneas de acción de las fuerzas.
- 4- Fotografías de la maqueta - Imágenes del modelo terminado y su proceso constructivo.
- 5- Explicación pública del proyecto (de los puntos 1 a 4)

Presentación en Hojas A4 – Escala a definir por el alumno s/ Modelo elegido.