

## Trabajo - Estructuras de Madera

El curso de **Estructuras de madera** se aprueba mediante la entrega y aprobación de un trabajo, que, para el curso 2024, corresponde al **diseño y proyecto simplificado de un puente peatonal (o pasarela)**. Este trabajo es eliminatorio; para aprobar es necesario obtener al menos un 50 % de los puntos. Aquellos grupos que entreguen en fecha, no alcancen el porcentaje de aprobación, pero superen el 25 %, tendrán la posibilidad de reentregar el trabajo. En la reentrega se exigirá el mismo porcentaje mínimo de aprobación (50 %), sin posibilidad de nueva reentrega.

El trabajo se realizará en grupos de dos o tres estudiantes (preferiblemente tres). Las consultas podrán realizarse al finalizar las clases presenciales o durante las clases de consulta por videoconferencia de frecuencia semanal. La entrega se realizará a través de la plataforma EVA, hasta la fecha establecida en el calendario (12/11). Si fuese necesario, la reentrega también se realizará a través de EVA (hasta el 03/12).

En este documento se describe el alcance y los requisitos para la aprobación del trabajo. En los Apéndices A y B se detallan los datos de partida generales y particulares del proyecto, respectivamente. La asignación de datos a cada grupo se subirá a Eva una vez finalizado el proceso de conformación de los grupos.

### 1) Objetivo

El objetivo del trabajo es diseñar y proyectar la estructura de un puente peatonal (o pasarela), de acuerdo con el alcance, los requisitos y las aclaraciones presentados en los puntos siguientes, y según los datos de partida indicados en los Apéndices.

### 2) Alcance

El trabajo comprende el diseño y proyecto de los siguientes elementos de madera:

- Elementos principales, a elección de cada grupo
- Elementos secundarios (riostros, viguetas y diagonales)

Los elementos no mencionados, como conexiones, no deberán ser calculados.

Para todos los elementos deberá seleccionarse un tipo de madera y utilizarse una única sección por tipo. Deberán realizarse todas las comprobaciones que correspondan, tanto en estado límite último —en situación persistente (flexión, cortante, entre otros) y en situación accidental (comprobación a fuego)— como en estado límite de servicio (deflexiones y vibraciones). A falta de un método más apropiado, las vibraciones deberán verificarse como si se tratase de un entrepiso.

### 3) Requisitos

Los documentos mínimos para la aprobación del trabajo son los siguientes:

- a. Memoria descriptiva
  - Ubicación y breve descripción del predio
  - Uso y dimensiones de la construcción
  - Breve descripción de la estructura y los elementos que la componen
- b. Pliego de condiciones
  - Definición de la especie y formato de la madera a emplear
  - Propiedades físicas, en particular definición del contenido de humedad
  - Propiedades mecánicas y/o clase resistente
  - Requisitos de fabricación (si corresponde), incluyendo la clasificación estructural de la madera aserrada
  - Tipo de protección en función de la especie y uso
  - Otros datos técnicos necesarios para definición de la estructura
- c. Memoria de cálculo
  - Descripción geométrica y estructural detallada
  - Inventario de las normas utilizadas
  - Definición de las acciones y combinaciones de acciones consideradas
  - Exposición del modelo analítico o numérico utilizado
  - Presentación de las sollicitaciones obtenidas
  - Detalle de las verificaciones
- d. Planos
  - Notas generales
  - Planta, alzado y secciones (cortes) de la estructura
  - Despiece individual de todos los elementos de madera
  - Detalles de conexiones (si corresponde)

Para aprobar el trabajo, el proyecto deberá entregarse en el plazo establecido (hasta el 12/11). Una vez entregado, los docentes comunicarán a los estudiantes si es necesario corregir y reentregar alguno de los documentos.

### 4) Aclaraciones adicionales

La memoria descriptiva es el primer documento que el cliente examina, por lo que debe presentarse de manera muy cuidada. En ella debe indicarse la ubicación de la construcción, describir su uso y dimensiones y, brevemente, caracterizar la estructura y los elementos que la componen. En esta parte puede justificarse la elección adoptada o presentar las ventajas en relación con otras alternativas.

El pliego de condiciones es un documento en el que se establecen las condiciones que aceptan las dos partes en un contrato, en este caso, de obras. Este documento debe contener toda la información necesaria para que el proyecto se concrete de forma satisfactoria. En general puede contener especificaciones generales, de materiales y equipos, o de ejecución. De manera excepcional, en este proyecto se presentarán, particularmente, los requisitos en cuanto a los materiales.

La memoria de cálculo contiene el conjunto de cálculos y verificaciones que respaldan y justifican el proyecto de estructura presentado. En ella se deben incluir todos los puntos indicados en 3c. En particular, deben indicarse las hipótesis utilizadas para la resolución de la estructura y los diagramas de solicitaciones y deflexiones obtenidos, ya sea mediante un cálculo analítico o utilizando un *software* de análisis estructural. En el caso de las verificaciones, debe incorporarse la información necesaria para que pueda realizarse una auditoría externa (o una corrección en este caso); no basta con presentar solo las ecuaciones sin valores, ni tampoco solo los resultados finales.

La memoria descriptiva, el pliego de condiciones y la memoria de cálculo deberán elaborarse en un procesador de texto en papel tamaño A4; **no se aceptarán trabajos manuscritos**. Todos los documentos deberán tener carátula, tabla de contenidos, páginas numeradas y un capítulo final con las referencias bibliográficas.

Los planos son representaciones gráficas que permiten comunicar a quien va a construir la estructura toda la información que el diseñador entiende necesaria para garantizar la correcta ejecución de la obra. Deberá incluirse en cada plano, según corresponda, notas sobre los materiales, unidades de medida, niveles, dimensiones, tolerancias, etc. Se sugiere **trabajar en milímetros**. Deberán realizarse detalles a escala adecuada, por ejemplo 1:25, 1:10 o 1:5, para todo elemento que, por su complejidad, o por no quedar correctamente explicado en su construcción con los elementos anteriores, así lo amerite.

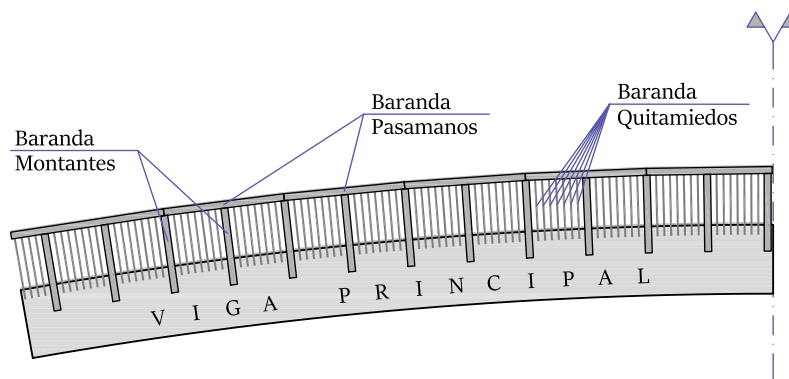
Todos los planos deberán presentarse en un mismo tamaño de lámina normalizado (para este proyecto se recomiendan los tamaños A3 o A2). Los planos deberán contener un rótulo que indique, como mínimo, nombre de la asignatura, nombre de los estudiantes y los docentes, nombre y número de plano, escala, revisión y fecha. Se prestará particular atención a la prolijidad y a la elección adecuada de espesores de línea y tamaños de letra.

**Todos los entregables deberán entregarse solamente en formato digital** a través de la plataforma Eva, antes de las fechas indicadas.

## Apéndice A

La estructura a diseñar consiste en un puente peatonal (o pasarela) de longitud  $L$  y ancho  $B$ . La estructura portante entre apoyos, o estructura principal, será a elección del grupo y deberá consistir en dos subestructuras iguales, separadas una distancia  $B$ , con apoyos fijos en los extremos. A modo de ejemplo, estas estructuras podrán ser vigas, cerchas, arcos, u otras opciones, a discutir previamente con los docentes. La estructura secundaria consistirá en riostras (perpendiculares a los elementos principales), viguetas (paralelas a los elementos principales y apoyadas sobre las riostras), y diagonales (para garantizar un comportamiento lateral adecuado). Sobre las viguetas apoyará un tablero de tablas o similar, que no deberá ser calculado.

A continuación, se presentan un alzado y dos cortes de un ejemplo de la estructura a diseñar. En el caso particular de la pasarela de tipo arco mostrada, se deberían calcular los arcos, las riostras, las viguetas y las diagonales. No es necesario calcular el piso ni las barandas, así como tampoco las conexiones y las fundaciones. Los parámetros de longitud ( $L$ ) y ancho ( $B$ ) son particulares de cada grupo y serán asignados una vez que se conformen los grupos. Asimismo, los parámetros de cargas también son variables y específicos de cada grupo.



*Figura 1: Alzado esquemático de la pasarela de ejemplo*

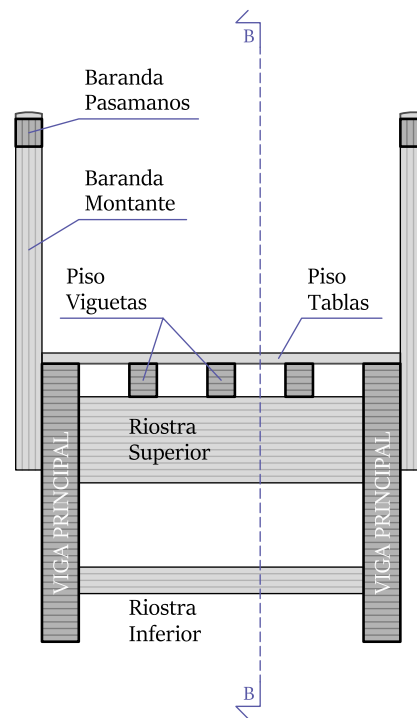


Figura 2: Corte A-A esquemático de la pasarela de ejemplo

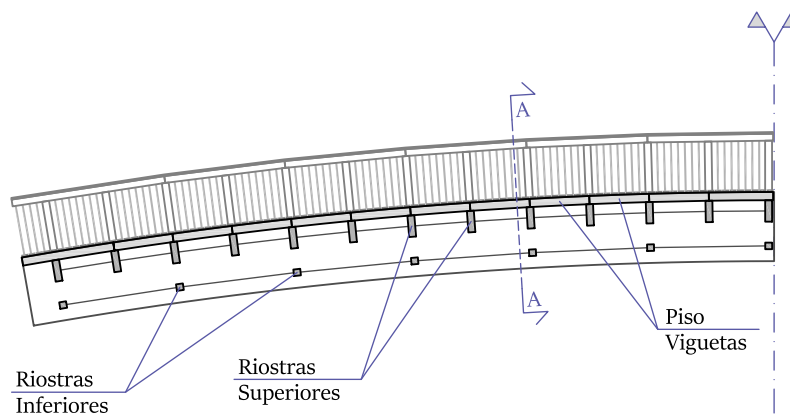


Figura 3: Corte B-B esquemático de la pasarela de ejemplo

Deben considerarse las siguientes cargas simplificadas:

- a. Cargas permanentes
  - Debe tomarse en cuenta el peso propio de todos los elementos estructurales presentados. Además debe considerarse que sobre la pasarela actúa una carga permanente distribuida descendente ( $q_g$ ), debido al peso del piso y todas sus terminaciones.

## b. Sobrecarga de uso

- Como consecuencia del tránsito de peatones debe considerarse una sobrecarga de uso uniformemente distribuida ( $q_{scu}$ ) aplicada sobre toda la pasarela, y una carga puntual ( $P_{scu}$ ) aplicada en el punto más desfavorable para la verificación y la combinación en particular.
- Las dos sobrecargas deben considerarse no concomitantes.

## c. Cargas de viento

- Debe considerarse un único caso de carga de viento, perpendicular al plano conformado por el eje del puente y la vertical. Este viento ejerce un esfuerzo lateral uniformemente desitribuído ( $q_w$ ).

Dado que las sobrecargas y las cargas de viento son cargas vivas de distinto origen, es necesario estudiar las combinaciones entre ellas. A continuación, se incluye una tabla con los coeficientes de seguridad y simultaneidad.

Acciones	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Permanentes	1.35	0.80	-	-	-
Sobrecarga (distribuída)	1.50	0	0.4	0.4	0
Sobrecarga (puntual)	1.50	0	0	0	0
Viento	1.50	0	0.3	0.2	0

Deberán realizarse las verificaciones correspondientes a la situación accidental de incendio, considerando un tiempo de exposición de 30 minutos (R30). Además, se asume que todos los elementos se encuentran expuestos en todas las caras, excepto las viguetas, cuya cara superior no está expuesta.

También deberán verificarse los estados límite de servicio relacionados con deflexiones y vibraciones. Para el estado límite de servicio de deflexiones, deben considerarse los siguientes límites (prestar especial atención a la conformación de las combinaciones adecuadas para cada caso):

- Flecha instantánea debida a las sobrecargas:  $L/500$
- Flecha activa:  $L/300$
- Flecha total:  $L/300$

El estado límite de vibraciones deberá verificarse, de manera simplificada, mediante el método visto en clase para entrepisos. Cada grupo deberá discutir con los docentes el método y los parámetros a considerar.

## Apéndice B

La tabla a continuación presenta los parámetros de dimensiones y cargas de cada trabajo. La asignación de datos particulares a cada grupo se subirá a Eva una vez finalizado el proceso de conformación de los grupos.

Grupo	$L$ (m)	$B$ (m)	$q_g$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_{scu}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$P_{scu}$ (kN)	$q_w$ (kN/m)
1	21.00	3.80	1.6	2.5	3.0	1.9
2	16.00	2.30	1.5	4.5	8.0	3.2
3	19.00	3.00	1.3	3.4	6.0	2.5
4	18.00	2.60	1.4	3.8	5.0	2.5
5	23.00	2.90	1.3	2.2	2.0	1.9
6	21.00	3.20	1.8	2.7	3.0	1.9
7	23.00	3.40	1.3	2.3	2.0	1.9
8	23.00	4.50	1.5	2.1	3.0	1.7
9	20.00	2.80	1.7	2.6	4.0	1.9
10	17.00	2.10	1.5	4.1	7.0	2.9
11	24.00	4.00	1.5	2.3	4.0	1.6
12	18.00	2.40	1.7	3.6	4.0	2.6
13	23.00	4.50	1.3	2.3	3.0	1.4
14	21.00	2.70	1.6	2.7	3.0	2.0
15	18.00	2.60	1.6	3.4	5.0	2.4
16	22.00	3.60	1.5	2.2	4.0	1.7
17	24.00	4.20	1.5	2.2	3.0	1.7
18	24.00	3.50	1.5	2.1	3.0	1.6
19	19.00	3.00	1.3	3.3	6.0	2.2
20	21.00	4.10	1.6	2.7	5.0	1.7