

Letra

Examen diciembre 2020

Ejercicio 1

Sea una viga simplemente apoyada, de 1500 mm de luz.

La viga es de madera aserrada, clase resistente C24 y clase de uso 4, y tiene una sección transversal rectangular de 75 x 150 mm².

Sobre la viga actúan dos cargas gravitatorias:

1. una carga permanente distribuida de 1.5 kN/m (incluye el peso propio de la viga);
2. una carga variable concentrada móvil (puede actuar en cualquier punto de la viga) de 3.0 kN, de duración corta, y que tiene asociada un $\psi_2 = 0.3$.

Parte a

Determinar el coeficiente de verificación de la comprobación a cortante ($\tau_d/f_{v,d}$) para la combinación que tiene en cuenta las dos cargas actuando simultáneamente. Ingresar el coeficiente con al menos tres cifras después de la coma.

Parte b

Calcular la deflexión instantánea máxima asociada únicamente a la carga puntual. Ingresar el valor en mm, con al menos dos cifras después de la coma.

Parte c

Asumiendo que la flecha instantánea debida al peso propio vale 1.2 cm y teniendo en cuenta el valor correcto de flecha instantánea debida a la carga variable (parte b), determinar la componente de flecha diferida a tiempo infinito. Ingresar la flecha en mm, con al menos dos cifras después de la coma.

Notas:

- Se pide la componente de flecha diferida debida a las dos cargas, no la flecha total.
- La flecha instantánea debida al peso propio no es real. El valor dado se genera de forma aleatoria para reducir la cantidad de cuentas necesarias del ejercicio. Usar el valor proporcionado, por más que no sea correcto.

Ejercicio 2

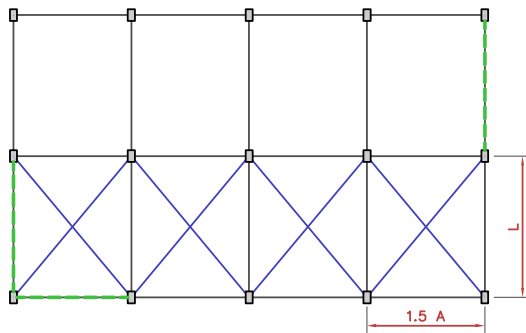
Considérese una estructura de madera, de vigas simplemente apoyadas sobre pilares (tipo entrepiso), sobre la que actúa una carga permanente de 1.4 kN/m² (incluyendo el peso propio de la estructura) y una sobrecarga de uso uniforme de 2.5 kN/m² ($\psi_1 = 0.5$).

Estructuras de madera

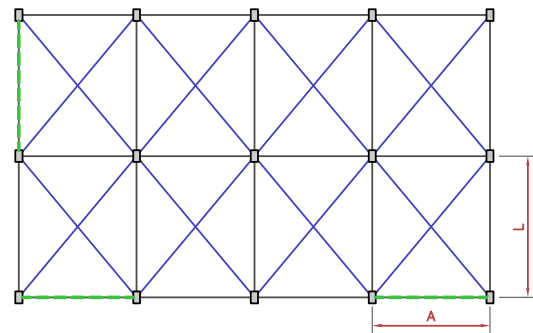
La estructura está emplazada en el interior de un edificio y está resuelta con madera laminada encolada de *Abies alba*, GL24h. Las vigas tienen una sección rectangular de 130 x 493 mm², mientras que los pilares tienen una sección de 130 x 365 mm². Estos últimos tienen una longitud de pandeo de 4.10 m respecto al eje fuerte y de la mitad respecto al eje débil.

Parte a

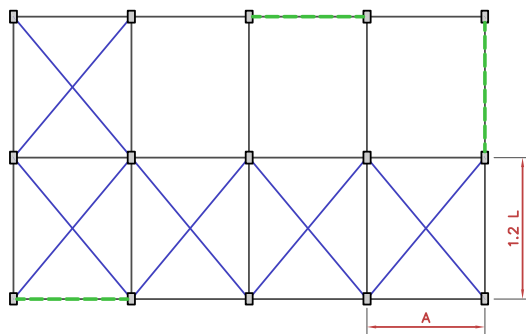
Para resolver el arriostramiento global de la estructura, se plantean cuatro soluciones distintas, como se muestra en la figura. En azul se representan los tensores a nivel de planta y en verde los planos arriostrados a nivel de fachadas. Cada una de las plantas tienen distintas dimensiones, con $A = 4.60$ m, y $L = 3.80$ m.



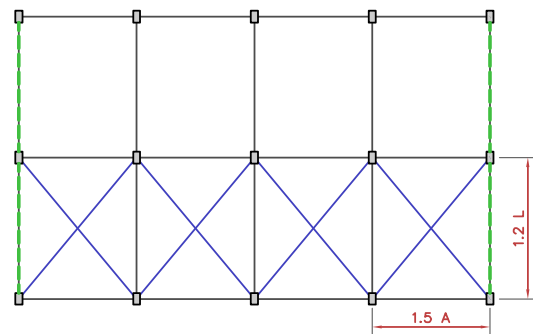
PLANTA I



PLANTA II



PLANTA III



PLANTA IV

Determinar la carga de compresión que resiste el pilar más exigido de la única estructura que está correctamente arriostrada (se pide la carga de la combinación más desfavorable, en ELU). Ingresar el valor en kN, con al menos una cifra después de la coma.

Parte b

Calcular el coeficiente de verificación de la comprobación a directa con inestabilidad, considerando que solo actúa la carga correcta del ejercicio anterior perfectamente centrada. Ingresar el coeficiente con al menos tres cifras después de la coma.

Parte c

En la situación accidental de incendio se considera que los pilares están expuestos en las dos caras y uno de los cantos. Calcular el tiempo máximo que resiste el pilar en la situación de incendio. Ingresar el tiempo en min, con al menos una cifra después de la coma.

Letra

Examen febrero 2021

Ejercicio 1

Un aserradero está caracterizando la madera aserrada de *Pinus radiata* que produce.

Parte a

Durante los ensayos a cuatro puntos, una de las piezas de madera, de 52 x 146 mm² de sección transversal, se ensaya con una luz de 2674 mm y una distancia entre el apoyo y la carga inmediata de 890 mm. La pendiente entre la carga aplicada por la prensa y la deflexión medida en el centro de la pieza (en el tramo elástico) resulta igual a 0.30 kN/mm.

Determinar el módulo de elasticidad lineal local de la pieza, considerando que $G = E_l / 16$. Expresar el valor en GPa, con al menos tres cifras después de la coma.

Parte b

Supóngase ahora que los ensayos concluyeron y se está analizando la información obtenida. Se ensayaron dos muestras, con los siguientes resultados:

Muestra	Número de probetas	E_{mean} GPa	ρ_{05} kg/m ³	ρ_{mean} kg/m ³
M1	77	Valor anterior	371	390
M2	66	8.19	397	409

Determinar la clase resistente, sabiendo además que $f_{m,k} = 27.97$ MPa. Ingresar únicamente el valor (sin la letra) que corresponda.

Ejercicio 2

Sea una viga simplemente apoyada de madera laminada encolada (de una conífera), clase resistente GL24h y clase de uso 2. La viga, que forma parte de una terraza, tiene una luz de 3.90 m, un ancho de influencia de 3 m, y una sección rectangular de 240 x 390 mm².

Estructuras de madera

Sobre la viga descarga una carga permanente lineal (de peso propio y de los elementos constructivos) de 1.2 kN/m. Además, el entrepiso de la terraza resiste una sobrecarga de uso de 2.4 kN/m², y un viento (de duración corta) que tiene asociado una presión de pico de 1500 Pa y coeficientes totales de presión 0.37 y - 1.21.

Para la resolución considerar los siguientes coeficientes de simultaneidad:

Acción	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga de uso	0.4	0.2	0
Viento	0.6	0.5	0

Adicionalmente, asumir que no aplica el factor de carga compartida.

Parte a

Calcular el coeficiente de verificación ($\sigma_{m,d}/f_{m,d}$) asociado a la verificación de flexión simple (sin efectos de inestabilidad) para la combinación de acciones crítica. Ingresar el coeficiente con tres cifras después de la coma.

Parte b

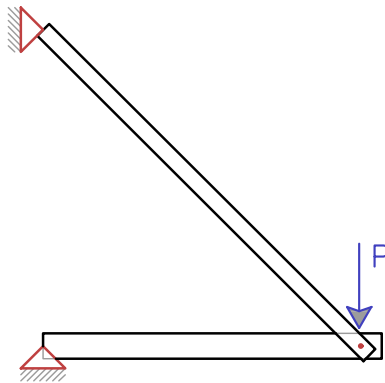
Determinar el tiempo de exposición al fuego a partir del cual empieza a ser determinante el cálculo de inestabilidad por flexión (pandeo lateral torsional). Para el cálculo, considerar que solamente la cara superior (contra el cielorraso) se encuentra protegida. Expresar el tiempo en min, con dos cifras después de la coma.

Ejercicio 3

Calcular la máxima carga admisible (P) que resiste la estructura de la figura. Para ello:

1. Asumir que la falla (situación crítica) se da en la unión.
2. Considerar que la pieza horizontal es de eucaliptus uruguayo ($f_{m,k} = 21.4$ MPa, $E_{mean} = 11960$ MPa, $\rho_k = 386$ kg/m³), de sección rectangular y con un espesor de 75 mm; el elemento inclinado consiste en dos chapas de acero, de 5 mm de espesor cada una, que "abrazan" la pieza de madera; y el ángulo es 45°.
3. Considerar que la unión se materializa mediante un único perno de acero ($f_{y,k} = 550$ MPa, $f_{u,k} = 650$ MPa) de 11 mm de diámetro, y despreciar el efecto soga.
4. Tomar $k_{mod} = 1$ y $\gamma_{union} = 1.3$.

Expresar el valor en kN, con dos cifras después de la coma.



Letra

Examen marzo 2021

Ejercicio 1

Sea una viga simplemente apoyada de madera laminada encolada (de una conífera), GL24h, que forma parte de la cubierta de una piscina climatizada cerrada. La viga tiene una luz de 10.00 m, un ancho de influencia de 2.30 m, y una sección rectangular de 140 x 290 mm² en la parte de sección menor y de 140 x 390 mm² en la parte de sección mayor (al centro).

Sobre la viga descarga una carga permanente lineal (de peso propio y de los elementos constructivos) de 1.0 kN/m (con coeficientes parciales de seguridad $\gamma_F = 0.80$ y $\gamma_F = 1.35$). Además, la cubierta resiste una sobrecarga de uso puntual (de duración corta, con $\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 0$) de 1.5 kN, y un viento (de duración instantánea, con $\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 0$) que tiene asociado una presión de pico de 1200 Pa y coeficiente total de presión - 0.55 (succión).

Parte a

Calcular el coeficiente de verificación ($\tau_d/f_{v,d}$) asociado a la verificación de cortante para la combinación de acciones crítica (en situación persistente). Considerar $f_{v,k} = 3.5$ MPa. Ingresar el coeficiente con tres cifras después de la coma.

Parte b

Calcular el coeficiente de verificación ($\sigma_{m,d}/f_{m,d}$) asociado a la verificación de flexión simple (sin efectos de inestabilidad), fuera del vértice, en el borde paralelo, para la combinación de acciones crítica en la situación accidental de incendio. Para el cálculo, asumir una exigencia R30 y considerar que solamente la cara superior (contra el cielorraso) se encuentra protegida. Ingresar el coeficiente con tres cifras después de la coma.

Parte c

Supóngase ahora que se deja fijo el largo, el ancho, la altura inferior y se estudia cómo afecta modificar la altura superior. Notar que al cambiar la altura superior y dejar fija la altura inferior, se modifica el ángulo de inclinación de la cara superior. Todos los restantes parámetros permanecen incambiadados.

Determinar el ángulo de inclinación de la cara superior de la viga que hace que la tensión de cálculo a tracción perpendicular a la fibra ($\sigma_{t,90,d}$) sea máxima (en situación persistente). Para el cálculo de $\sigma_{t,90,d}$, despreciar la contribución de la carga distribuida aplicada en la zona de vértice sobre el borde superior de la viga (p_d). Expresar el valor en grados, con dos cifras después de la coma.

Ejercicio 2

Se está estudiando la influencia de la variación de humedad en una estructura particular, fabricada de madera aserrada de pino (*Pinus elliotii/taeda*) nacional ($E_{mean} = 7.14$ GPa).

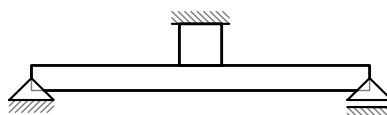
Parte a

Para conocer el contenido de humedad de la madera aserrada, se somete una probeta al ensayo de determinación de la humedad por el método de secado en estufa. Al cortar la probeta, esta tiene una masa de 0.596 kg; mientras que luego de secarla en estufa, la masa pasa a ser 0.548 kg.

Determinar el estiramiento en la dirección perpendicular a la fibra que experimentará un taco de 11 cm de lado en un ambiente con una temperatura de 20° C y una humedad relativa de 80 %. Para ello, considerar las curvas higroscópicas de Simpson (1973) (ver diapositivas y tomar el valor redondo en %), y asumir un único coeficiente de contracción radial y tangencial, igual a 0.17. Expresar el valor en mm, con dos cifras después de la coma.

Parte b

La estructura bajo estudio, representada en la figura, consiste en una viga simplemente apoyada, de sección rectangular 110 x 280 mm² y luz 3.00 m. El taco, que tiene las fibras orientadas en el eje perpendicular al plano de la figura, tiene las mismas dimensiones que en la parte anterior.



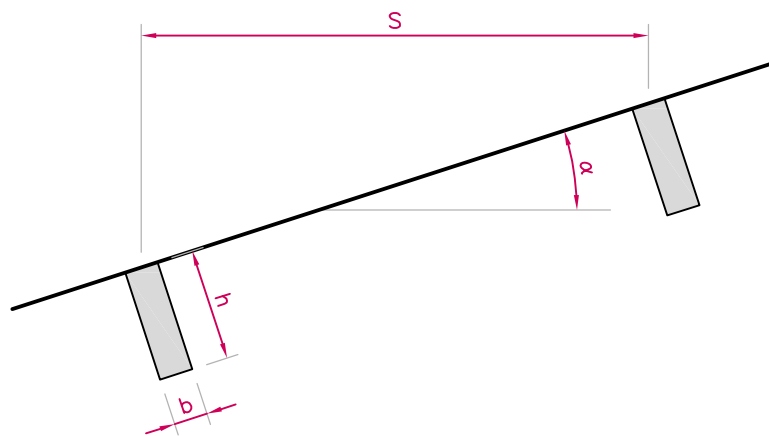
Asumiendo que toda la estructura sufre la variación de humedad calculada antes y despreciando el peso propio, determinar el cortante máximo que se genera en la viga de la estructura. Expresar el valor en kN, con dos cifras después de la coma.

Letra

Examen julio 2021

Ejercicio 1

La estructura de madera de la figura consiste en una cubierta a dos aguas de un gimnasio polideportivo. Las correas, que constituyen los elementos de estudio de este ejercicio, están fabricadas de madera laminada encolada (de conífera), clase GL28h, y en ningún caso quedan expuestas a la intemperie. Los pórticos están separados una distancia de 4.90 m. El resto de los parámetros indicados valen: $b = 90$ mm, $h = 300$ mm, $S = 1.30$ m, y $\alpha = 18$ grados.



Las correas soportan una carga permanente lineal (de peso propio y de los elementos constructivos) de 1.0 kN/m (con coeficientes parciales de seguridad $\gamma_F = 0.80$ y $\gamma_F = 1.35$). Además, la cubierta resiste una sobrecarga de uso puntual (de duración corta) de 3.6 kN, y una carga de viento (de duración instantánea) que tiene asociada una presión de pico de 1300 Pa y coeficientes totales de presión 0.31 y - 1.03.

Para la resolución, considerar los siguientes coeficientes de simultaneidad:

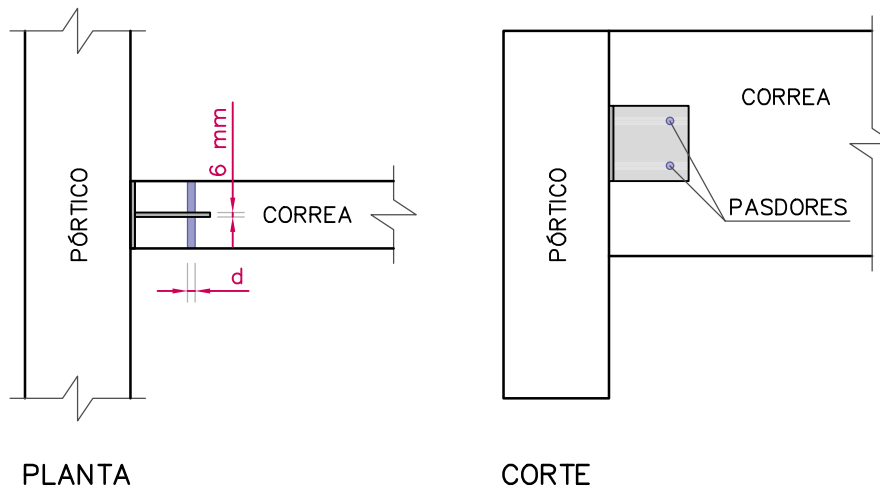
Acción	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga de uso	0.4	0.2	0
Viento	0.6	0.3	0

Parte a

Calcular el coeficiente de verificación ($\sigma_{m,d}/f_{m,d}$) asociado a la comprobación de flexión sin efectos de inestabilidad para la combinación de acciones crítica, asumiendo que no aplican ni el factor de carga compartida (k_{sys}) ni los factores de altura de la sección (k_h). Ingresar el coeficiente con tres cifras después de la coma.

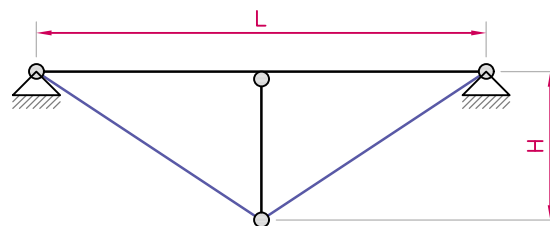
Parte b

La unión de las correas con los pórticos se realiza por medio de herrajes ocultos, como se muestra en la figura siguiente. La chapa interna paralela a las correas, que tiene un espesor de 6 mm, se vincula a estas mediante dos pasadores lisos, de acero “dulce” ($f_{u,k} = 360$ MPa). Calcular el diámetro mínimo de los pasadores, considerando únicamente el cortante principal (ayuda: unión tipo clavija). Ingresar el diámetro en mm, con dos cifras después de la coma.



Ejercicio 2

Considérese una viga de madera atensorada, de $L = 2.70$ m de luz y $H = 1.40$ m de altura total, tal cual se representa en la figura. La viga y el puntal están fabricados de madera laminada encolada (de conífera), clase GL32h ($E_{0,g,mean} = 14.2$ GPa y $G_{g,mean} = 0.65$ GPa); mientras que el tensor es de acero ($E_s = 210$ GPa).



La viga tiene una sección tiene una sección transversal rectangular de 110×260 mm², el puntal tiene una sección rectangular de 110×100 mm² (mismo ancho), y el tensor tiene una sección circular maciza de 24 mm de diámetro. Sobre la viga actúa una única carga permanente uniformemente distribuida de 5.5 kN/m.

Parte a

Calcular la directa de compresión de diseño del puntal para la situación persistente (en ELU).

Para el cálculo, considerar solo las deflexiones debidas a las deformaciones instantáneas (descartar las deformaciones diferidas). Además, despreciar las deformaciones por directa en el puntal y por tensiones perpendiculares a la fibra en la viga. Ingresar el valor absoluto de la fuerza, en kN, con al menos dos cifras después de la coma.

Parte b

Determinar el coeficiente de verificación de la comprobación a cortante ($\tau_d/f_{v,d}$), asumiendo una clase de uso 3.1. Ingresar el coeficiente con al menos tres cifras después de la coma.

Parte c

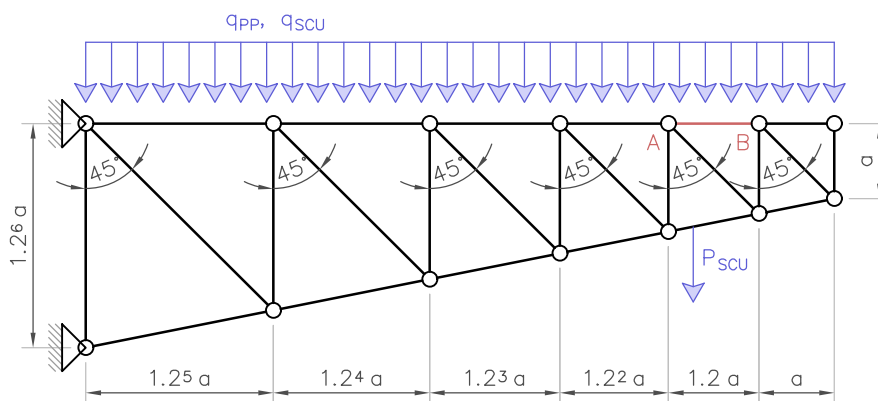
En la situación accidental de incendio se considera que el puntal está expuesto en las dos caras y en los dos cantos. Calcular el tiempo máximo que resiste el puntal en la situación de incendio. Ingresar el tiempo en min, con al menos una cifra después de la coma.

Letra

Examen diciembre 2021

Ejercicio 1

Sea una cercha con la geometría bosquejada en la figura, en la que $a = 0.80$ m. La estructura se encuentra protegida de manera que puede considerarse clase de uso 1.



Todos los elementos son de madera aserrada de eucalipto nacional ($f_{m,k} = 21.5$ MPa, $f_{t,0,k} = 12.9$ MPa, $f_{c,0,k} = 19.9$ MPa, $f_{v,k} = 3.6$ MPa, $E_m = 12$ GPa y $G_m = 0.75$ GPa), tienen una sección de 40×90 mm², y están orientados de manera que la flexión se da según el eje de mayor inercia. Todos los nodos representan articulaciones para los elementos en contacto, y están arriostrados en la dirección perpendicular. Los dos nodos de la izquierda están vinculados a tierra mediante apoyos fijos, de manera que la cercha se encuentra empotrada.

Sobre la cercha actúan tres cargas: una carga permanente distribuida $q_{PP} = 1.8$ kN/m aplicada sobre el cordón superior; una sobrecarga de uso distribuida $q_{SCU} = 1.8$ kN/m aplicada sobre el cordón superior; y una sobrecarga de uso puntual $P_{SCU} = 3$ kN, cuyo punto de acción varía en todo el cordón inferior. En el problema, se desprecian las cargas permanentes debidas al peso propio de los elementos estructurales. Las dos sobrecargas de uso se consideran con orígenes distintos, ambas de duración corta, y con los coeficientes de simultaneidad indicados en la tabla a continuación.

Sobrecarga de uso	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Distribuida	0.8	0.5	0.2
Puntual	0.5	0.2	0

Parte a

Determinar el coeficiente de verificación asociado a la comprobación a cortante ($\tau_d/f_{v,d}$) del elemento AB (indicado en rojo) para la combinación de acciones crítica. Ingresar el coeficiente con al menos tres cifras después de la coma.

Parte b

Calcular el coeficiente de verificación asociado a la comprobación combinada de tracción y flexión simple sin efectos de inestabilidad ($\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,d}/f_{m,d}$) del elemento AB (indicado en rojo) para la combinación de acciones crítica. Ingresar el coeficiente con al menos tres cifras después de la coma.

Parte c

Sabiendo que la deflexión vertical (para la combinación cuasipermanente) del nodo A es 1.0 mm y la del nodo B es 2.0 mm, calcular la deflexión vertical del punto medio del elemento AB (indicado en rojo) para la combinación cuasipermanente. Ingresar la flecha en mm, con al menos dos cifras después de la coma.

Ejercicio 2

Considérese un pilar doble de madera laminada de conífera, clase resistente GL24h ($E_{0,05} = 9.6$ GPa), en clase de uso 2. El pilar está compuesto por dos piezas de 70×260 mm², separadas 80 mm, de manera que la sección doble queda contenida en un rectángulo de 220×260 mm². El pilar tiene una luz de cálculo de 4.50 m en los dos sentidos. Las dos piezas se encuentran conectadas mediante tacos (o separadores) de madera encolados, separados entre sí una distancia igual a un cuarto de la luz de cálculo.

Sobre el pilar actúan dos cargas de compresión, una debida a cargas permanentes de valor 80 kN, y otra debida a una carga variable de valor 40 kN. La carga variable tiene una duración media y los siguientes coeficientes de simultaneidad: $\psi_0 = 0.6$, $\psi_1 = 0.5$ y $\psi_2 = 0$.

Parte a

Determinar el coeficiente de verificación ($\sigma_{c,0,d}/(k_c \cdot f_{c,0,d})$) asociado a la capacidad de carga axial (con efectos de inestabilidad) para la combinación de acciones crítica. Ingresar el coeficiente con al menos tres cifras después de la coma.

Parte b

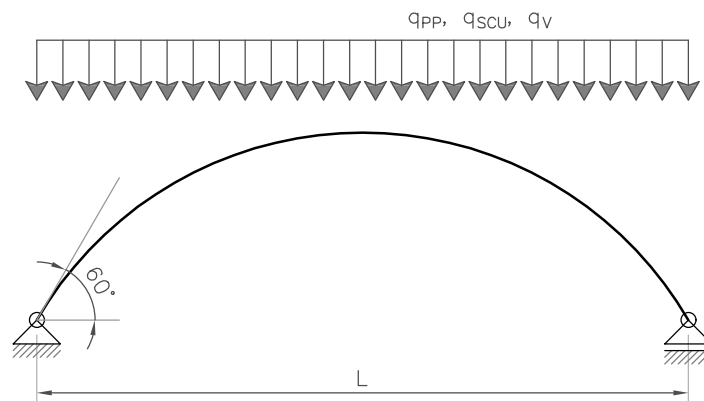
En la situación accidental de incendio se considera que los pilares están expuestos en dos de las cuatro caras y en los dos cantos (de manera que la separación entre elementos permanece constante). En otras palabras, solo el perímetro exterior de la sección queda expuesto al fuego. Calcular el tiempo máximo que resiste el pilar en la situación de incendio. Ingresar el tiempo en min, con al menos una cifra después de la coma.

Letra

Examen febrero 2022

Ejercicio 1

Sea un arco de madera laminada encolada, clase resistente GL24h, tal cual se muestra en la figura. El arco tiene una sección de $130 \times 380 \text{ mm}^2$ (orientada de manera óptima para resistir los esfuerzos en el plano) y una separación entre apoyos $L = 11 \text{ m}$.



Sobre el arco actúan tres cargas uniformemente distribuidas: una debida a todas las cargas permanentes ($\gamma_{inf} = 0.80$ y $\gamma_{sup} = 1.35$), de valor $q_{PP} = 0.7 \text{ kN/m}$; una debida a una sobrecarga de uso, de valor $q_{SCU} = 0.9 \text{ kN/m}$ y duración media; y una debida al viento, de valor $q_V = -1.8 \text{ kN/m}$ (el signo se debe a que es contraria a como está representada) y duración corta. A modo de simplificación, las tres cargas distribuidas se suponen uniformes y en la dirección de la gravedad, y se desprecia el peso propio del arco. Además, se asumen los siguientes coeficientes de simultaneidad:

Acción	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga de uso	0.4	0.2	0
Viento	0.6	0.3	0

Parte a

Considerando que la estructura se encuentra en clase de servicio 2 y que la resistencia a flexión de los empalmes por unión dentada vale $f_{m,j,dc,k} = 24$ MPa, determinar el espesor (acabado) máximo de lámina que se debe indicar en el pliego de condiciones. Ingresar el espesor en mm, con al menos una cifra después de la coma. (Nota: asumir que las distancias indicadas en la figura son al eje del arco).

Parte b

Determinar el coeficiente de verificación asociado a la comprobación a cortante ($\tau_d/f_{v,d}$) de la sección crítica para la combinación de acciones crítica, considerando que $f_{v,k} = 2.7$ MPa. Ingresar el coeficiente con al menos tres cifras después de la coma. (Ayuda: identificar primero la sección crítica con una carga distribuida unitaria, y luego hacer el cálculo a cortante con las combinaciones necesarias).

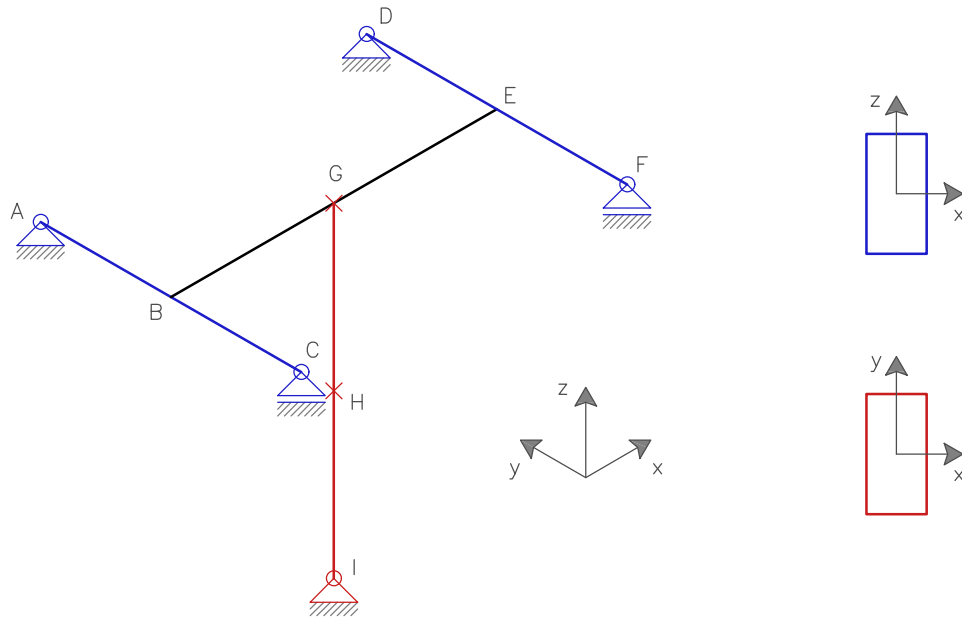
Parte c

Determinar el coeficiente de verificación asociado a la comprobación a flexión ($\sigma_{m,d}/(k_r \cdot f_{m,d})$) de la sección central para la combinación de acciones crítica. Ingresar el coeficiente con al menos tres cifras después de la coma. (Ayuda: tener en cuenta los coeficientes k_r y k_l correspondientes a la verificación singular).

Ejercicio 2

Considérese la estructura simétrica tridimensional representada a la izquierda de la figura. La estructura consiste en dos vigas ABC y DEF (representadas en azul) de madera laminada encolada de conífera, clase resistente GL32h ($E_{0,mean} = 13.7$ GPa, $E_{0,05} = 11.1$ GPa y $G = E_0/16$), de sección rectangular 130 x 550 mm y de 3.5 m de luz. Al centro de estas vigas descarga otra viga BGE (representada en negro) de 4.5 m de luz que, a los efectos del ejercicio, puede suponerse completamente rígida. Por último, la viga BGE apoya al centro en un pilar GHI (representado en rojo) de la misma madera que las vigas ABC y DEF, de sección rectangular 130 x 220 mm y de 4.1 m de luz. El pilar se encuentra arriostrado en las direcciones x y y en los nodos G e I, y solamente en la dirección x en el nodo H (al centro de GI). A la derecha de la figura se presentan las orientaciones de las secciones de madera.

Sobre la estructura actúan solamente dos cargas: una debida a las cargas permanentes, uniformemente distribuida sobre los elementos ABC, DEF y BGE, de valor 4 kN/m; y una debida a la sobrecarga de uso ($\psi_0 = 0.8$, $\psi_1 = 0.5$ y $\psi_2 = 0.2$), puntual aplicada en G, de valor 30 kN. Se desprecian las cargas de peso propio (ya incluidas en la carga distribuida).



Parte a

Calcular la deflexión en el punto B para la combinación de acciones correspondiente a la situación accidental de incendio que contiene la sobrecarga de uso. Ingresar el valor en mm, con al menos tres cifras después de la coma. (Nota: a modo de simplificación, realizar el cálculo sin reducir las secciones y que no se conoce el tiempo de exposición).

Parte b

En la situación accidental de incendio se considera que el pilar está expuesto en las dos caras y en los dos cantos. Calcular el tiempo máximo que resiste el pilar en la situación de incendio para la misma combinación de la parte anterior. Ingresar el tiempo en min, con al menos una cifra después de la coma. (Ayuda: notar que la deflexión del punto B y del punto G son iguales, por lo que se puede usar el valor correcto de la parte anterior para hallar la directa en caso de que la estructura se haya resuelto de forma incorrecta).

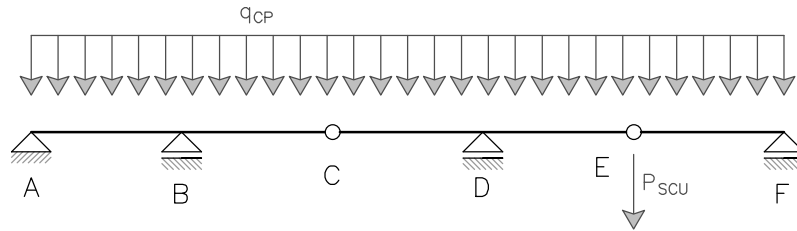
Letra

Examen marzo 2022

Ejercicio 1

La estructura de la figura está ubicada en el interior de una piscina climatizada. Consiste en una viga Gerber compuesta por tres vigas ABC, CDE y EF de madera aserrada, clase resistente C30, con una sección constante de 70 mm de ancho y alto a determinar.

Estructuras de madera



Sobre la estructura actúan dos cargas: una debida a las cargas permanentes, uniformemente distribuida sobre los elementos ABC, CDE y EF, de valor 0.9 kN/m; y una debida a la sobrecarga de uso ($\psi_0 = 0.5$, $\psi_1 = 0.3$ y $\psi_2 = 0.2$), puntual aplicada en E, de valor 1.7 kN y duración corta. Se desprecian las cargas de peso propio, ya incluidas en la carga distribuida.

Para el cálculo considerar las siguientes distancias entre puntos: $\overline{AB} = 1.1$ m, $\overline{BC} = 0.9$ m, $\overline{CD} = 0.8$ m, $\overline{DE} = 1.2$ m y $\overline{EF} = 0.9$ m. Además, no aplica el factor de carga compartida.

Parte a

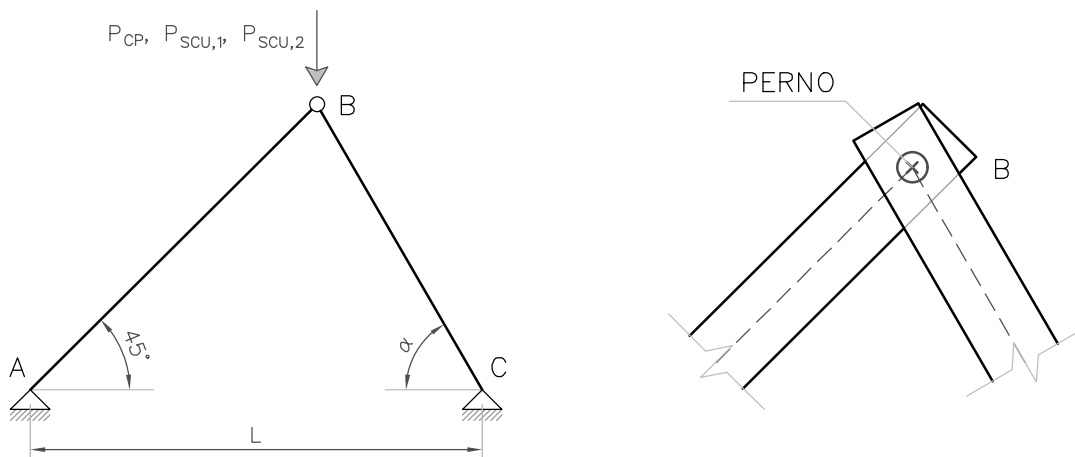
Calcular el alto mínimo necesario de la sección para que la estructura verifique el estado límite último de tensiones rasantes (debidas al cortante) en situación persistente. Ingresar el alto en mm, con al menos una cifra después de la coma.

Parte b

Despreciando la deformación por corte ($G \rightarrow +\infty$ GPa) en toda la viga Gerber, determinar la componente diferida (a tiempo infinito) de la deflexión en el punto C. Ingresar la deflexión en valor absoluto en mm, con al menos una cifra después de la coma.

Ejercicio 2

Considérese la estructura de tipo “arco triarticulado” de la figura, expuesta a un ambiente protegido en el que la humedad relativa del aire nunca supera el 65 %.



Estructuras de madera

La estructura está constituida por dos barras AB y BC de madera laminada encolada, clase resistente GL24h ($E_{0,05} = 9600$ MPa y $\rho_k = 385$ kg/m³), de sección rectangular 100 x 160 mm. La distancia entre los apoyos vale 4.8 m, mientras que el ángulo α vale 59°.

En el punto B actúan tres cargas de orígenes distintos: una debida a las cargas permanentes, de valor 12 kN; una debida a una sobrecarga de uso 1 ($\psi_0 = 0.5$, $\psi_1 = 0.2$ y $\psi_2 = 0$), de valor 15 kN y duración corta; y una debida a otra sobrecarga de uso 2 ($\psi_0 = 0.8$, $\psi_1 = 0.6$ y $\psi_2 = 0.4$), de valor 12 kN y duración media. Se desprecian las cargas de peso propio.

Parte a

En la situación accidental de incendio se considera que cada una de las barras está expuesta en una de las caras y en uno de los cantos. Suponiendo que la estructura está arriostrada lateralmente (perpendicular al plano) en los nodos A, B y C, determinar el tiempo máximo de exposición a fuego (que resiste la estructura) asociado a la capacidad de carga axial (con efectos de inestabilidad) para la combinación de acciones crítica (en situación accidental). Ingresar el tiempo en min, con al menos una cifra después de la coma.

Parte b

Supóngase ahora que la estructura se modifica ligeramente. Por un lado, la pieza BC se duplica, de modo que los dos elementos que forman la barra BC “abracen” a la barra AB. Por otro lado, el ancho de cada uno de los dos elementos de la barra BC se divide a la mitad, de manera que la sección de cada uno de ellos quede igual a 50 x 160 mm.

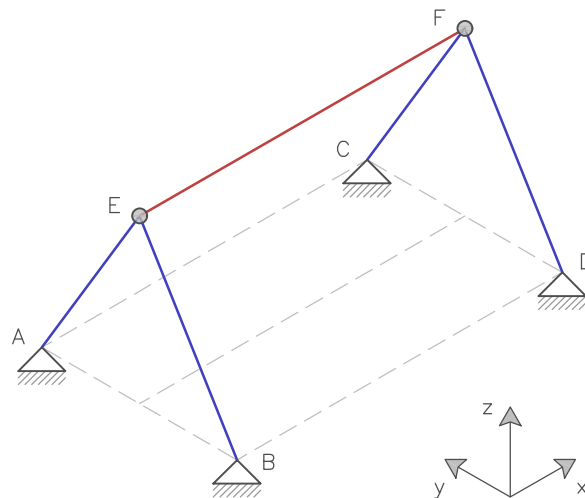
La unión entre las barras AB y BC se materializa mediante un único perno de acero ($f_{u,k} = 800$ MPa), de 20 mm de diámetro. Despreciando el efecto soga y tomando $\gamma_{union} = 1.3$, calcular el coeficiente de verificación de la unión para la combinación de acciones crítica (en situación persistente). Ingresar el coeficiente con al menos tres cifras después de la coma.

Nota: las cargas puntuales se aplican en los elementos AB y BC, no directamente en el perno. A modo de simplificación, asumir que el porcentaje de carga vertical aplicada en cada una de las barras es proporcional a la componente vertical de la directa de estas barras. Esto implica que la transferencia de esfuerzos que se produce a través del perno se puede modelar como una carga horizontal, de valor igual a las reacciones horizontales en los apoyos.

Letra

Examen julio 2022**Ejercicio 1**

La estructura de la figura consiste en una viga simplemente apoyada (EF, representada en rojo) apoyada sobre dos pórticos triarticulados (AEB y CFD, representados en azul). Las líneas grises y punteadas indican la proyección de la estructura en el plano $z = 0$.



Toda la estructura está construida con MLE de conífera, clase resistente GL24h. Los pórticos triarticulados tienen una sección rectangular de 130x220 mm², mientras que la viga transversal tiene una sección rectangular de 130x280 mm². Además, se toman las siguientes distancias entre puntos: $\overline{AB} = 2800$ mm, $\overline{AC} = 5000$ mm y $\overline{AE} = 2800$ mm.

Sobre la viga transversal actúan tres cargas de orígenes distintos:

1. una carga uniformemente distribuida debida a las cargas permanentes (gravitatorias), de valor 1.0 kN/m (incluyendo el peso propio de la viga);
2. una carga concentrada móvil (puede actuar en cualquier punto de la viga) debida a una sobrecarga de uso, de valor 7 kN según $-z$, de duración corta, y que tiene asociados unos coeficientes de simultaneidad $\psi_0 = 0.7$, $\psi_1 = 0.5$ y $\psi_2 = 0.3$;
3. una carga uniformemente distribuida debida al viento, de valor 1.7 kN/m según y , de duración instantánea, y que tiene asociados unos coeficientes de simultaneidad $\psi_0 = 0.6$, $\psi_1 = 0.4$ y $\psi_2 = 0.2$.

Parte a

Determinar el coeficiente de verificación asociado a la comprobación a flexión compuesta (sin inestabilidad) de la sección crítica de la viga EF para la combinación de acciones crítica, asumiendo una clase de uso 3.1 y sin considerar k_h (en ninguna de las dos direcciones de la sección). Ingresar el coeficiente con al menos tres cifras después de la coma.

Parte b

En la situación accidental de incendio se considera que los elementos de MLE de los pórticos ($E_{0,05} = 9.6$ GPa) están expuestos en las dos caras y en los dos cantos. Asumiendo que la estructura está arriostrada según x en E, determinar el tiempo máximo de exposición a fuego (que resisten los pórticos) asociado a la capacidad de carga a compresión (con efectos de inestabilidad) para la combinación de acciones crítica (en situación accidental). Ingresar el tiempo en min, con al menos una cifra después de la coma.

Ejercicio 2

Un aserradero uruguayo está caracterizando madera aserrada de *Eucalyptus tereticornis*.

Parte a

Para los ensayos a cuatro puntos ha decidido utilizar piezas de $48 \times 148 \text{ mm}^2$ de sección transversal, y ensayar con una luz de 2710 mm y una distancia entre las dos cargas de 900 mm. Los resultados (corregidos por humedad) se resumen a continuación:

Muestra (<i>i</i>)	1	2	3
Cantidad (<i>N</i>)	30	40	?
Módulo de elasticidad ($E_{m,i}$)	12.4 GPa	11.5 GPa	?

Los resultados de la tercera muestra no han sido analizados. Se sabe que todas las probetas de esta muestra se ensayaron con un contenido de humedad (CH) de 11 % y se obtuvieron las siguientes pendientes (en N/mm) entre la carga aplicada por la prensa y la deflexión medida en el centro de la pieza (en el tramo elástico):

313 305 340 340 265 318 309 360 390 391 265 325 242
 249 320 418 271 344 306 392 250 322 355 390 419 325
 225 272 252 470

Determinar el módulo de elasticidad lineal local a declarar ($E_m = E_l$), considerando que $G = E_l / 16$. Expresar el valor en GPa, con al menos dos cifras después de la coma.

Nota: utilizar el método de caracterización visto en clase. En caso de duda, en la carpeta de documentación complementaria de 2019 se encuentra la norma UNE-EN 384-2010.

Parte b

El aserradero desea elaborar unas tablas de luces máximas en función de distintos parámetros para facilitar el uso de la madera aserrada que produce en entresijos. La solución propuesta consiste en entresijos formados por viguetas de madera aserrada separadas 400 mm (de eje a eje) con un piso de tablas perpendiculares a las viguetas.

Determinar la luz máxima de las viguetas considerando lo siguiente:

1. El módulo de elasticidad de la madera aserrada es el calculado en la parte anterior.
2. Las viguetas tienen una sección transversal de $90 \times 340 \text{ mm}^2$.
3. El ancho del entresijo (dirección perpendicular al largo) es de 4.00 m.
4. A los efectos del criterio de velocidad, el entablado superior tiene una rigidez por unidad de longitud $(EI)_b = 50 \text{ kN m}^2/\text{m}$.
5. Las cargas permanentes de origen gravitatorio valen 1.0 kN/m^2 ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$).
6. El coeficiente de amortiguamiento es $\xi = 0.02$.

Estructuras de madera

Utilizar el método visto en clase (basado en el Eurocódigo 5) sin considerar la recomendación de considerar el peso de una persona o el 10 % de la sobrecarga de uso, y despreciando la deformación por corte ($G \rightarrow +\infty$ GPa). Tener en cuenta que se deben verificar tres criterios simultáneamente: frecuencia, rigidez y velocidad. Expresar la luz máxima calculada en m, con al menos dos cifras después de la coma.