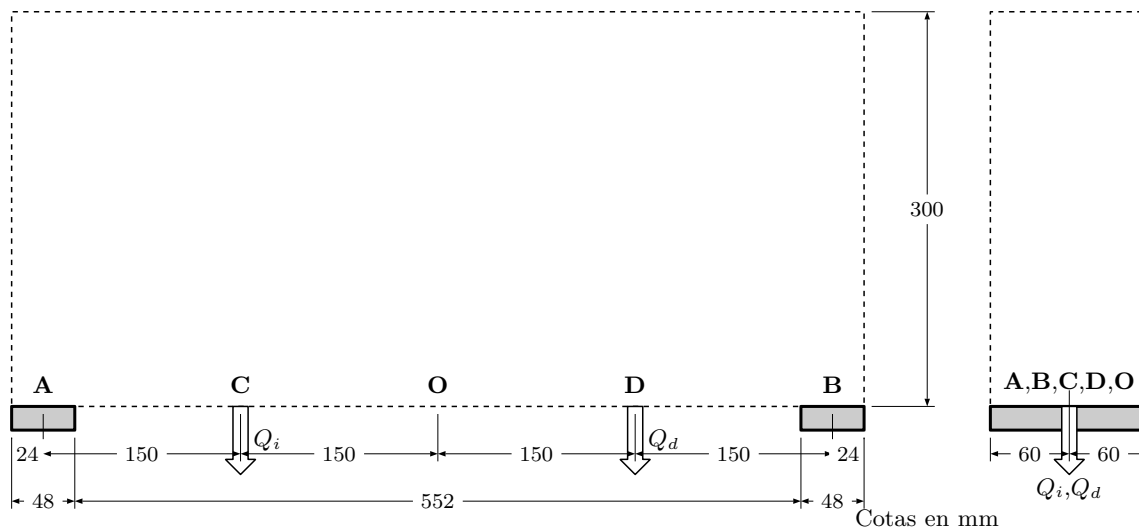


Diseño y construcción de estructuras de pasta



Objetivo

Realizar todo el proceso de diseño, proyecto y construcción de una pequeña estructura que, sin embargo, requerirá enfrentar todas las complicaciones de un caso normal.

El problema

Se trata de sostener dos pesos entre dos puntos según se muestra en la figura.

Las únicas acciones a considerar en el proyecto son:

- la acción gravitatoria: el peso propio de la estructura y cada uno de los pesos Q , variables de manera independiente entre 0 y 100 N de valor característico
- acciones accidentales: pequeños impactos durante el transporte y manipulación de la estructura, de imposible cuantificación sin haber siseñados la estructura, y difícil incluso en este caso.

Los materiales a emplear son:

- Pasta de sémola en las piezas (*spaghetti* o de cualquier otro tipo: macarrones, etc). Los valores nominales de las propiedades mecánicas fundamentales son: peso específico, $15,5 \text{ kN/m}^3$; módulo de Young E , 5 kN/mm^2 en tracción, $3,6 \text{ kN/mm}^2$ en compresión; tensión de rotura a tracción simple mayor que 25 N/mm^2 ; tensión de rotura a compresión por aplastamiento mayor que 20 N/mm^2 ; como coeficiente de pandeo en compresión puede considerarse $1 + \left(\frac{\lambda}{60}\right)^{2,7}$, siendo λ la mayor esbeltez mecánica de la pieza.
- Como pegamento para uniones puede elegirse uno o varios de los disponibles en el mercado. No se recomienda la cola blanca empleada en madera. Puede emplearse cinta adhesiva, pero en las

piezas no puede envolverlas completamente, es decir, cualquier pieza debería poderse cortar — perpendicularmente a su eje — en al menos cuatro puntos sin cortar cinta.

La sustentación de la estructura será por simple contacto sobre tablas de contrachapado de $120 \times 18 \times 48 \text{ mm}^3$, con una resistencia a la compresión superior a 20 N/mm^2 y módulo de Young de 10 kN/mm^2 . El centro de la superficie de contacto de cada apoyo debe coincidir con los puntos **A** y **B** respectivamente.

Los requisitos estructurales que debe cumplir la estructura proyectada son:

- Resistencia: el coeficiente de seguridad debe ser 2 o superior
- Rigidez: el descenso del punto **O** bajo las acciones características no debe ser mayor de 3 mm
- Estabilidad: los requisitos anteriores deben cumplirse incluso si la geometría de las acciones, la base de apoyo o de la estructura difieren ligeramente de las proyectadas; además, la estructura debe mantenerse en pie sobre las bases de apoyo por simple contacto, sin necesidad de apeos, incluso descargada.

Requisitos adicionales son:

- La estructura debe caber en una caja de $648 \times 120 \times 300 \text{ mm}^3$, indicada en la figura con líneas a trazos.
- Los puntos de carga, **C** y **D**, deben estar formalizados de manera que de la estructura puedan colgarse los pesos Q con simples ganchos metálicos, realizados con varilla de acero de 2 mm de diámetro.
- Debe buscarse una estructura eficiente que cumpla lo más estrictamente posible los requisitos estructurales con el menor consumo de materiales que pueda conseguirse.

- La estructura debe poderse construir en un tiempo razonable y con medios corrientes (los disponibles, por ejemplo, en el Taller de Maquetas de la ETSAM, aunque estas estructuras *no son maquetas*).

Fechas

- 13 de octubre: entrega del proyecto de ejecución, incluyendo memoria, mediciones y presupuesto
- 11 de noviembre: entrega a la constructora de los planos definitivos
- 9 de diciembre: recepción y prueba (rigidez y resistencia) de la estructura construida. Siempre con autorización de los constructores, la estructura podrá ser sometida a una prueba de carga adicional hasta su rotura.

Entre el 13 de octubre y el 11 de noviembre, tanto la “propiedad” (es decir, el profesorado) como la constructora podrán formular propuestas de modificación del proyecto.

Redacción del proyecto

El proyecto de ejecución de la solución estructural diseñada debe contener al menos:

- Planos a escalas convenientes de la estructura, con todos los detalles necesarios para su perfecta comprensión.
- Memoria justificativa de la solución elegida
- Instrucciones precisas de ejecución, con indicación de aquellas construcciones auxiliares que pudieran ser necesarias para el montaje.
- Mediciones de los materiales necesarios, incluso de aquellos de las construcciones auxiliares de montaje, si fuera el caso. La especificación de materiales y piezas debe ser suficiente como para que pueda verificarse que la constructora emplea los materiales especificados y no otros; puede requerirse el uso de materiales de marcas registradas. Estimación de las horas de trabajo humano necesarias para la realización de la construcción.
- Presupuesto de los materiales necesarios (reflejados en las mediciones). Puede optarse por una contabilidad monetaria a precios de mercado (crematística), o bien por una contabilidad económica. En este último caso puede elegirse libremente la unidad de medida (emisiones de CO₂, consumo de energía fósil, etc), extendiendo la contabilidad —en la medida de lo posible— al ciclo de vida de los materiales empleados. En ningún caso se presupuestará el trabajo humano (al tener un coste físico desdeñable —*killing the time*— y contribuir al bienestar humano —sobre todo en estos tiempos de paro estructural...).

Construcción

La constructora debe:

- estudiar el proyecto y asegurar su comprensión antes de comenzar los trabajos
- seguir las instrucciones de proyecto en todo momento, señalando las deficiencias o errores que pudiera contener antes de acometer la tarea afectada
- realizar una contabilidad de los materiales empleados, anotando cualquier discrepancia significativa con las mediciones del proyecto
- realizar los trabajos con tolerancias de fabricación menores del 2%, medidas según normativas corrientes (por ejemplo, el Código Técnico de la Edificación, CTE)

Nota

El enunciado de este ejercicio está sujeto a cambios sin previo aviso, siempre que se anuncien antes del 13 de octubre y no afecten a los objetivos esenciales del mismo.