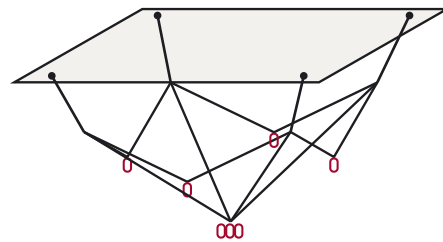


ACTIVITAT 2 · CAPÍTOLS 02 I 03 · LA MAQUETA PENJADA

# Una església de cap per avall

Per projectar l'església de la Colònia Güell, Gaudí va penjar del sostre una maqueta feta de cordes i saquets de perdigons, i hi va treballar uns deu anys. La fotografiava, girava la foto i hi dibuixava l'edifici a sobre. Tu en faràs una de petita, amb fil i clips.



Nom

Grup

Data

DURADA

Part A, 25 minuts. Part B, una sessió de 50 minuts.

AGRUPAMENT

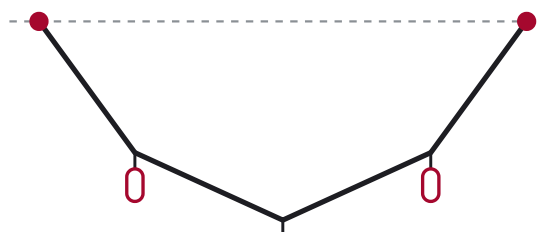
Grups de tres o quatre

MATERIAL

Fil de cosir gruixut o cordill prim (uns 3 m), una trentena de clips petits, regle, transportador, un full A3 (o dos A4 enganxats), la tapa d'una caps de sabates, cinta adhesiva, tisores, dues piles de llibres d'uns 30 cm, un mòbil o una tauleta per fer fotos i la plantilla de la pàgina 3. Per fer els forats, un punxó, que ha de fer servir un adult.

## A Un fil i tres clips

- 1 Lliga un fil entre dos punts a la mateixa altura i a 30 cm l'un de l'altre, de manera que entre tots dos quedin 40 cm de fil: dues xinxetes en un suro, o dues piles de llibres iguals.
- 2 Doblega tres clips en forma de ganxo i penja'ls del fil a 10, 20 i 30 cm d'un extrem.
- 3 Posa el full A3 darrere el fil i marca on són els clips i els dos extrems. Uneix les marques amb el regle.



fil de 40 cm amb tres clips iguals

A1 Entre clip i clip, el fil fa corba o va recte? On canvia de direcció?

A2 Mesura amb el transportador l'angle que fa el fil a cada clip. Després penja un segon clip al costat del primer i torna a mesurar.

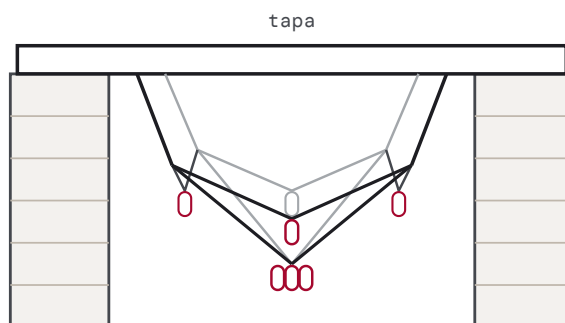
|                          | Clip1 | Clip2 | Clip3 |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| Un clip a cada punt      |       |       |       |
| Dos clips al primer punt |       |       |       |

A3 Què li passa a l'angle quan hi ha més pes? I a la resta del fil?

**A4** Gira el dibuix de cap per avall i imagina't de pedra, amb els pesos a sobre: cada tram empeny el següent i el conjunt s'aguanta dret. Els enginyers en diuen polígon funicular. Si hi volguessis posar més pes en un punt, com hauria de ser l'angle allà?

## B L'església a la capsa

- 1 Retalla la plantilla de la pàgina 3, amb un marge d'1 cm al voltant del quadrat, i enganxa-la al mig de la cara de fora de la tapa. Un adult hi fa un forat a cada punt C.
- 2 Talla els fils: quatre columnes de 10 cm, quatre arcs de 24 cm i dues diagonals de 32 cm. Ja hi compten els nusos.
- 3 Passa cada columna per un forat i fes-hi un nus gros per sobre. A l'altre extrem, lliga-hi un clip: serà un nus de la xarxa.
- 4 Lliga cada arc entre dos clips veïns i cada diagonal entre dos clips oposats. On es creuen les diagonals, lliga-les juntes.
- 5 Posa la tapa damunt les piles de llibres, amb els fils penjant. Penja un clip al mig de cada arc i tres al centre.



la tapa sobre dues piles de llibres, amb la xarxa penjant a sota

**B1** Mira els fils de les columnes. Són verticals? Cap a on s'inclinen?

**B2** Penja tres clips més al centre. Què fan les columnes? I els arcs?

**B3** Fes una foto des del costat, amb el mòbil a l'altura de la xarxa, i gira-la 180°. On són els arcs, les columnes i la volta?

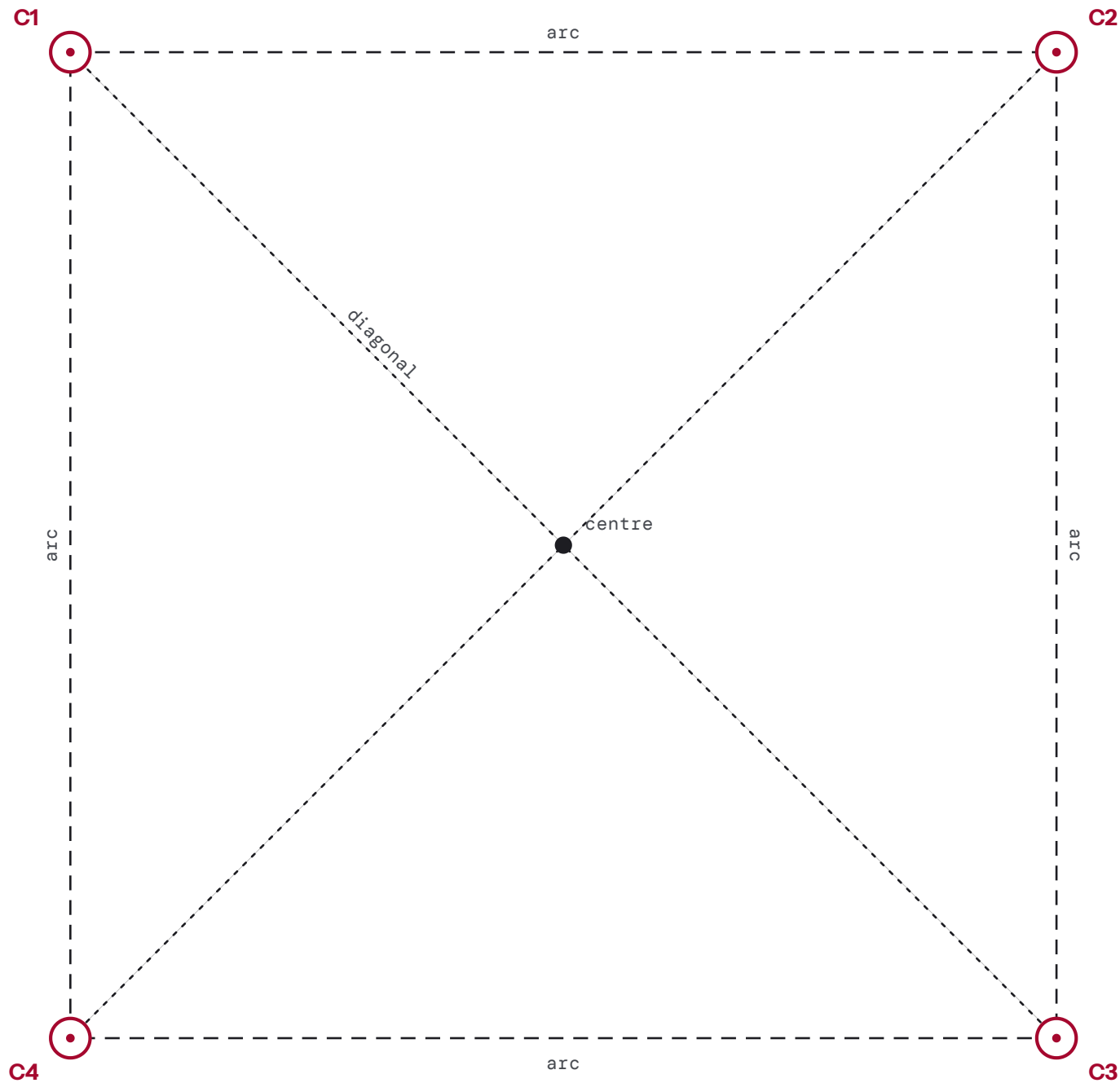
**B4** Imprimeix la foto girada, o calca-la amb paper vegetal sobre la pantalla, i dibuixa-hi parets, finestres i una porta. Gaudí feia això mateix sobre les fotos girades de la seva maqueta. El Museu Nacional d'Art de Catalunya en conserva dues.

### PER ANAR MÉS LLUNY

Canvia de lloc un sol pes i mira què es mou: es mou tot. Per això la maqueta de Gaudí funcionava com un ordinador. Quan ell canviava una càrrega, la gravetat recalculava l'església sencera en pocs segons.

Retalla la plantilla amb un marge d'1 cm al voltant del quadrat. Els forats, sempre amb un adult.

Planta de la teva església · enganxa-la a la cara de fora de la tapa



C1-C4: forats per a les columnes · línies de punts: arcs i diagonals

 control: ha de fer 4 cm

| Fil      | Quants | Llargada amb nusos | Va de                       |
|----------|--------|--------------------|-----------------------------|
| Columna  | 4      | 10 cm              | un forat C fins a un clip   |
| Arc      | 4      | 24 cm              | un clip fins al clip veí    |
| Diagonal | 2      | 32 cm              | un clip fins al clip oposat |

# Una església de cap per avall

SOLUCIONS I NOTES

## OBJECTIUS

Veure que un fil carregat fa trams rectes, relacionar el pes amb l'angle, comprovar que en una xarxa tot depèn de tot, mesurar angles i fer girs de  $180^\circ$ .

## SABERS

Sentit espacial (girs) · Sentit de la mesura (angles).  
Connexió amb Tecnologia: estructures, tracció i compressió.

## CONSELLS

- Un fil que no s'estiri, de cotó gruixut, dona formes més netes. Feu servir clips iguals, perquè pesin el mateix.
- Per guanyar temps, podeu enganxar les plantilles i fer els forats abans de la part B. La tapa ha de fer almenys 18 cm d'amplada; si és més petita o es doblega, un cartró gruixut fa el mateix servei. Si els clips del centre toquen la taula, afegiu un llibre a cada pila.
- Per a la foto, el mòbil quiet sobre una pila de llibres, a l'altura dels fils. L'editor de fotos gira la imatge  $180^\circ$ .
- La part A es pot fer amb el suro de l'activitat 1.

## LA MAQUETA DE GAUDÍ

Gaudí va rebre l'encàrrec el 1898 i va treballar uns deu anys amb la maqueta, a escala 1:10 i carregada amb saquets de perdigons. Les obres van començar el 1908 i es van aturar el 1914: només se'n va construir la cripta. Dues de les fotografies girades on va dibuixar amb carbonet i clarió, una vista de l'exterior i una de l'interior, són al Museu Nacional d'Art de Catalunya. El 1982-1983, un equip de l'institut de Frei Otto a Stuttgart, l'Institut für leichte Flächentragwerke, va reconstruir la maqueta, que avui és al Museu de la Sagrada Família. A l'exposició de l'antiga cooperativa de la Colònia Güell n'hi ha una reproducció.

## SOLUCIONS

- **A1** Entre clip i clip el fil va recte. Canvia de direcció a cada clip.
- **A2** Amb clips iguals, el càlcul dona uns  $151^\circ$  als clips dels costats i uns  $131^\circ$  al del mig. Amb dos clips al primer punt, uns  $136^\circ$ ,  $139^\circ$  i  $154^\circ$ . Les mesures reals se'n poden separar uns quants graus.
- **A3** Com més pes, més tancat l'angle. I es mou tot el fil, no només aquell punt.
- **A4** Més tancat, més punxegut.
- **B1** No. S'inclinen cap al centre, perquè els arcs i les diagonals les estiren cap a dins.
- **B2** Les columnes s'inclinen una mica més cap al centre i els arcs s'hi acosten. Són canvis de pocs mil·límetres: compareu dues fotos fetes des del mateix lloc.
- **B3** A la foto girada, la tapa és el terra. Les columnes pugen inclinades cap a dins i els arcs i les diagonals fan arcs i una volta, amb el punt més alt al centre.

Per continuar: els capítols 02 i 03 de [crm.cat/les-matematiques-de-gaudi](http://crm.cat/les-matematiques-de-gaudi), amb una corda i una xarxa interactives; l'exposició en línia «Gaudí, l'arquitecte» del MNAC, amb les dues fotografies dibuixades; i el vídeo «El mètode de models invertits. La Colònia Güell» a [educa.sagradafamilia.org](http://educa.sagradafamilia.org).

## PER LLEGIR MÉS

- Tomlow, J. (1989). *Das Modell / The Model / El modelo* (IL 34). Stuttgart: Institut für leichte Flächentragwerke. Es pot llegir de franc al web de l'ILEK.
- Huerta, S. (2003). «El cálculo de estructuras en la obra de Gaudí». *Ingeniería Civil*, 130, 121-133.
- Roca i Fabregat, P. (2005). *Antoni Gaudí i el disseny estructural*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. Es pot llegir de franc al web de l'IEC.

La bibliografia completa, amb enllaços, és a [crm.cat/les-matematiques-de-gaudi](http://crm.cat/les-matematiques-de-gaudi).