

Reconstrucció ideal de la ciutat de *Gerunda* vista dels del nord-est, amb el fòrum en primer terme (J.Sagrera)

MAC EDUCACIÓ

Gerunda Romana

La construcció d'una nova ciutat

Connexió amb altres matèries

CIÈNCIES NATURALS

Després d'haver comentat aquests materials amb el professorat de diversos instituts, ens hem adonat que l'aplicació del currículum varia d'un centre a un altre. També cal tenir present que la realització de les activitats es produeix en èpoques del curs ben diverses. Com que el que es defineixen són competències de final de cicle i, malgrat presentar aquest projecte per al primer cicle d'ESO també hi ha sol·licituds per part de grups del segon cicle, hem optat per incloure materials curriculars corresponents a ambdós cicles. Així cada membre del professorat interessat pugui escollir aquelles qüestions que més s'adiguin amb el currículum que està impartint en aquell moment o que vulgui repassar amb el seu alumnat.



Si es vol facilitar la tasca i evitar, en part, els canvis d'unitats, en les notes a peu de pàgina i de color verd, trobareu algunes equivalències directes que podreu facilitar a l'alumnat en funció del nivell i si ho creieu convenient. Al final de tot trobareu una taula d'equivalències entre unitats romanes i mètriques.

1. En la imatge tens el perímetre de la ciutat romana de *Gerunda* projectat a sobre de l'ortofoto actual al Google Maps.



Amb les eines de Google Earth mesura la longitud d'aquest perímetre. Per fer-ho, fes clic en aquest enllaç: [Google Maps](#). Se t'obrirà l'aplicatiu amb aquest fitxer on hi ha el perímetre aproximat de la ciutat. Un cop obert, fes clic a sobre de [KML](#) i accepta que obri l'arxiu en Google Earth.

Suposant que la ciutat estigués totalment envoltada per una muralla uniforme de 2 m d'amplada i 4 m d'alçada, calcula'n el volum total.

2. Si suposem que tant els blocs de pedra de les cares exteriors com el rebliment interior de la muralla eren de pedra, amb una densitat mitjana¹ de 2300 kg/m^3 , calcula el pes de pedra que es va haver de moure per a l'edificació d'aquesta muralla.
3. Els carreus més grans de la muralla de *Gerunda* localitzats fins ara són al pati de l'edifici de les Àligues² i tenen unes mides de $297 \text{ cm} \times 144 \text{ cm}$. Si suposem que tenen un gruix de 70 cm , quin és el seu volum?
4. Si assumim que aquesta pedra té una densitat mitjana³ de 2300 kg/m^3 , calcula el pes de cadascun d'aquests carreus.
5. En el pati de l'edifici de les Àligues⁴ i al costat de llevant de la que s'anomenava porta Rufina, a l'actual plaça Sant Domènec, s'observen sobreposats els testimonis de les tres grans fases constructives del mur defensiu: blocs de pedra nummulítica a la base, damunt dels quals es troben disposats els carreus sorrencs de la muralla baix-imperial, i per damunt d'ells les pedres medievals, algunes de les quals són de gneis. Investiga els orígens geològics del gneis, de la pedra nummulítica i de la pedra sorrenca, així com les diferències que hi ha entre elles.



Imatge: Gerard Carrión

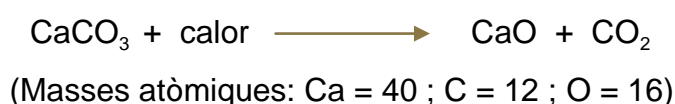
¹ Informació sobre les propietats de la pedra: [Universitat Politècnica de Catalunya](#)

² J. M. Nolla. Girona romana. De la fundació a la fi del món antic. *Quaderns d'Història de Girona*, Ajuntament de Girona, 1987.

³ Informació sobre les propietats de la pedra: [Universitat Politècnica de Catalunya](#)

⁴ La muralla fundacional de Girona: [Pedres de Girona](#)

6. Busca en un mapa geològic possibles emplaçaments de les pedreres. Fes una hipòtesi de la necessitat de camins per tal de realitzar el transport del material des de les pedreres fins a la ciutat.
7. Una de les tècniques constructives utilitzades pels romans era l'*opus caementicium* o formigó romà, elaborat amb sorra, còdols, graves, aigua i calç. Investiga la diferència entre sorra, còdols i graves. Així mateix, investiga com s'obté la calç viva. Comprova que es conserva la massa a la reacció de formació de la calç.



8. Al Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona es poden observar alguns exemples de mil·liaris. Un **mil·liari** o **pedra mil·liar** (procedent del llatí *miliarium*) és una columna que es posava a la vora de les calçades romanes per assenyalar les distàncies cada mil *passus*. Calcula:

- La mesura d'un *passus* en unitats del sistema mètric.
- La distància entre dos mil·liaris consecutius en unitats del sistema mètric.
- El volum d'un mil·liari cilíndric de pedra calcària de 3 m d'alçada i 70 cm de diàmetre.
- El pes d'aquest mil·liari



Més informació: [MAC Girona](#)

Dades: 1 *passus* = 5 *pedis*; 1 *pes* = 29,57 cm⁵; densitat de la pedra⁶: 2300 kg/m³.

⁵ Per fer més fàcil la proposta es pot donar directament com a dada: 1 *passus* = 148 cm. Més informació sobre un peu romà a la [Viquipèdia](#).

⁶ Informació sobre les propietats de la pedra: [Universitat Politècnica de Catalunya](#)

9. Polibi, a mitjans del segle II aC, en explicar la Segona Guerra Púnica a Hispània, descriu el camí que va fer Anníbal de la següent manera:

"...(els cartaginesos) s'havien apoderat de tota la Hispània fins al promontori que a la mar Mediterrània assenyala el final dels Pirineus, les muntanyes que separen els ibers dels gals. D'aquí fins a les columnes d'Hércules hi ha uns 8000 estadis. De les columnes a Cartagena n'hi ha uns tres mil... des d'aquesta ciutat fins al riu Ebre n'hi ha 2600 i des d'aquest riu fins a Emporion, 1600, des d'Emporion fins a Narbo uns 600 i des d'aquí fins al pas del Roine prop de 1600 estadis. Els romans han mesurat i amollonat acuradament aquestes distàncies amb fites cada 8 estadis"⁷.

- Calcula quantes fites varen instal·lar en tot el camí
- Comprova si aquestes distàncies s'allunyen gaire de les que cal recórrer actualment entre aquestes poblacions. Utilitza un mapa de carreteres, Google Maps o alguna eina similar.

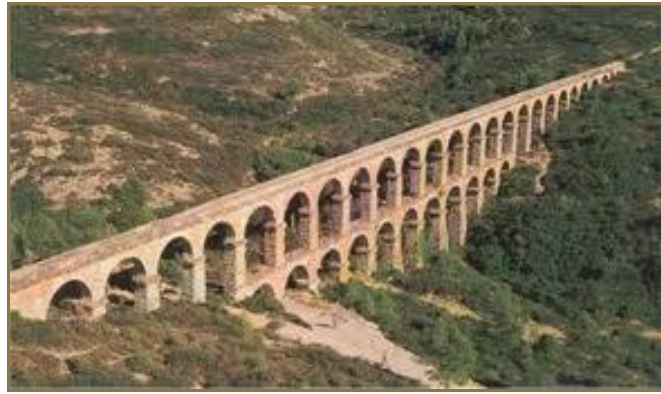
Dades⁸: 1 Stadium = 625 pedis; 1 pes = 29,57 cm

10. Tarragona s'abastia d'aigua a través de dues conduccions. La més coneguda era la que prenia les aigües del riu Francolí, a l'altura del Rourell, a una cota aproximada de 92 m d'altitud. Arribava a la ciutat després de recórrer un llarg trajecte i de salvar un profund barranc per sobre de l'aqüeducte anomenat el Pont del Diable o de les Ferreres⁹. Si suposem negligible la fricció de l'aigua en les conduccions, a quina velocitat arribava als dipòsits de la ciutat de Tarragona si els suposem situats dalt d'un turó a 32 m d'altitud? Amb quina pressió sortia l'aigua per les aixetes de la ciutat si provenia d'aquests dipòsits.

⁷ ARTÍFEX. *Enginyeria romana a Hispània*, Museu d'Arqueologia de Catalunya- Barcelona, 2006, p. 30.

⁸ Per fer més fàcil la proposta es pot donar directament com a dada: 1 Stadium = 185 m. Més informació sobre un peu romà a la [Viquipèdia](#).

⁹ ARTÍFEX. *Enginyeria romana a Hispània*, Museu d'Arqueologia de Catalunya- Barcelona, 2006, p. 43.

Font de la imatge: [Fotolog](#)

11. Un dels embassaments on s'acumulava l'aigua que abastia la ciutat d'*Emerita Augusta* -l'actual Mèrida- era el de Cornalvo. Es tancava amb un dic de 220 m de longitud per 20 m d'alçada. Estava construït amb un farcit de terra folrat exteriorment amb carreus de granit per ambdues cares¹⁰.

- a. Dibuixa el perfil del dic
- b. Suposant que les cares exteriors haguessin sigut planes, calcula la superfície visible de granit.
- c. Si tots els carreus de granit tenien el mateix gruix d'un metre, calcula el volum total de granit utilitzat.
- d. Tenint en compte que la densitat del granit¹¹ és de 2700 kg/m^3 , calcula el pes d'aquest material que es va utilitzar en la construcció del dic.
- e. Si suposem que el gruix mitjà total del dic era de 7 metres, calcula el volum de terra que es va utilitzar en el farciment.
- f. Quina pressió havia de suportar la part baixa del dic quan l'embassament era ple?

12. Els onze aqüeductes que Frontí descriu que abastien d'aigua a Roma als inicis del segle II proporcionaven una capacitat de subministrament diari de 900.000 m^3

¹⁰ ARTÍFEX. *Enginyeria romana a Hispània*, Museu d'Arqueologia de Catalunya- Barcelona, 2006, p. 44.

¹¹ Per saber més sobre el granit consulteu la [Viquipèdia](#).

amb una proporció de més de 1000 litres d'aigua per habitant, que ens ajuda a entendre que bona part d'aquesta aigua era desaprofitada¹².

- a. Calcula quin era el nombre màxim d'habitants que podien habitar a la capital de l'Imperi.
- b. En què penses que gastaven tanta aigua?
- c. Si passaven aquests 900.000 m³ diaris pels aqüeductes, calcula'n el cabal, és a dir, quants m³ hi passaven cada segon.
- d. Si aquest cabal s'hagués hagut de transportar només amb l'aqüeducte de *Segobriga* –l'actual Segòvia– que té un *specus* (o canal cobert)¹³ de 60x60 cm, a quina velocitat hauria circulat l'aigua? Expressa el resultat en km/h.



Aqüeducte de Segòvia. Font de la imatge: [Blog Busca Destinos](#)

13.A *Corduba* es va construir l'aqüeducte de Valdepuentes en època d'August. Proveïa entre 20.000 i 35.000 m³ diaris d'aigua a la ciutat¹⁴.

- a. Calcula el volum mitjà diari d'aigua que arribava als dipòsits de *Corduba*.
- b. Calcula el cabal mitjà diari, és a dir, els m³ que passaven en un segon per l'aqüeducte de mitjana cada dia.
- c. Si aquest cabal s'hagués hagut de transportar amb la canalització que sortia de l'embassament de Cornalvo a la ciutat d'*Emerita Augusta* -

¹² ARTÍFEX. *Enginyeria romana a Hispània*, Museu d'Arqueologia de Catalunya- Barcelona, 2006, p. 40.

¹³ ARTÍFEX. *Enginyeria romana a Hispània*, Museu d'Arqueologia de Catalunya- Barcelona, 2006, p. 42.

¹⁴ ARTÍFEX. *Enginyeria romana a Hispània*, Museu d'Arqueologia de Catalunya- Barcelona, 2006, p. 44.

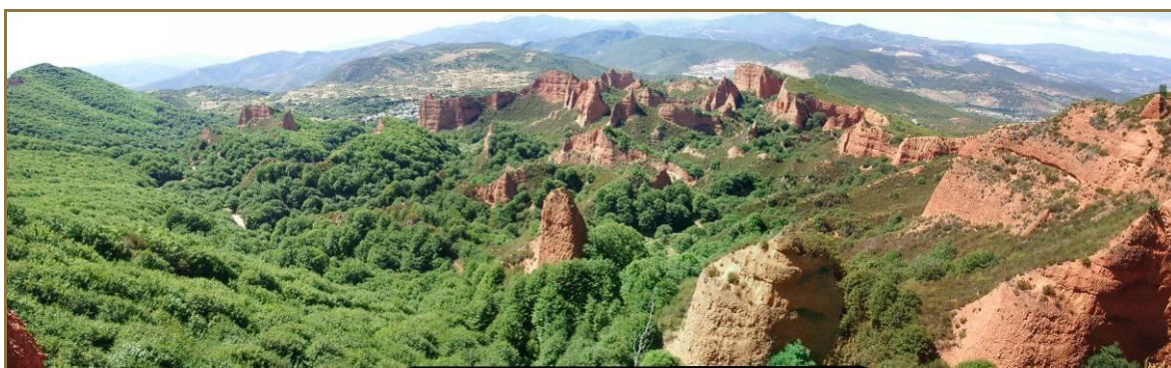
l'actual Mèrida- que tenia un *specus* (canal cobert) de 170 cm d'alçada per 70 cm d'amplada¹⁵, a quina velocitat hauria circulat l'aigua? Expressa el resultat en km/h.



Aqüeducte de Valdepuentes

Font de la imatge: [Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico](#)

14. Segons Plini el Vell, que en la seva joventut va ser administrador a les mines de *las Médulas* -a l'actual província de Lleó-, se n'extreien anualment 20.000 lliures d'or amb la tècnica de les *arrugia*e o *ruina montium* i amb el treball de 60.000 esclaus¹⁶. El contingut d'or del jaciment oscil·lava entre els 50 i els 300 grams de metall preciós per cada m³ de terra remoguda¹⁷.



Las Médulas tal com es veuen en l'actualitat. Imatge: Gerard Carrión

¹⁵ ARTÍFEX. *Enginyeria romana a Hispània*, Museu d'Arqueologia de Catalunya- Barcelona, 2006, p. 44.

¹⁶ Per saber més sobre Las Médulas consulteu la [Viquipèdia](#).

¹⁷ ARTÍFEX. *Enginyeria romana a Hispània*, Museu d'Arqueologia de Catalunya- Barcelona, 2006, p. 48.

- a. Fes una recerca i explica en què consisteix la tècnica de les *arrugia* o *ruina montium*.
- b. Calcula les tones d'or extretes en els 250 anys d'explotació de les mines
- c. Calcula la mitjana de contingut d'or del jaciment
- d. Segons aquest valor mitjà, quin va ser el volum de terra remoguda durant els 250 anys d'explotació de les mines?
- e. Si aboquessis aquesta terra a sobre de la gespa del Camp Nou, fins a quina alçada arribaria?
- f. Fes una recerca i investiga què hi ha actualment a la zona de Las Médulas.

Dades: 1 as o lliura romana = 12 unces; 1 unça (*unzia*) = 27,29 grams¹⁸; seguint la normativa de la UEFA, el terreny de joc del Camp Nou fa 105 metres x 68 metres¹⁹.

- 15.** Segons Plini, el *garum* el varen començar a produir els grecs amb els budells i rebutjos de salaó d'un peix que anomenaven *garos*. A l'època de Plini²⁰ el *garum* més car es produïa a *Cartago*. S'obtenia del verat i es pagava a mil sestercis els dos *congius*. Calcula:

- a. El preu d'una àmfora com ara la de la figura, que es pot veure al museu d'Empúries, de fabricació probablement emporitana al segle I, plena de *garum*.
- b. La capacitat d'una àmfora expressada en litres
- c. A quant hauríem hagut de pagar el litre de *garum*?

Dades²¹: 1 àmfora = 2 *sesquimodius*; 1 *sesquimodius* = 4 *congius*; 1 *congius* = 3,28 litres.



Imatge: CdA Empúries

¹⁸ Per tal de fer més fàcil la proposta, es pot donar directament com a dada que s'extreien 6,55 tones anuals d'or. Més informació sobre l'unça a la [Viquipèdia](#).

¹⁹ Més informació: [Futbol Club Barcelona](#)

²⁰ ARTÍFEX. *Enginyeria romana a Hispània*, Museu d'Arqueologia de Catalunya- Barcelona, 2006, p. 54.

²¹ Per fer més fàcil la proposta, es pot donar directament com a dada: 1 àmfora = 26,24 litres. Més informació: [Mesures de capacitats romanes](#).

16. Ferro, pedra calcària, bronze, plom, marbre, or, fusta, pedra nummulítica, coure, calç, sorra, aigua, granit, estany, plata, sofre, mercuri, pedra sorrenca, ceràmica, vi i oli.

- a. Classifica aquests materials -que eren utilitzats pels romans- en substàncies pures i mescles.
- b. Tot seguit classifica les substàncies pures en elements químics i compostos.
- c. En cas que siguin elements químics, classifica'ls en metalls i no metalls.
- d. Si no són elements químics, fes una recerca i concreta quina és la seva composició.
- e. Especifica quin és l'estat físic de cadascun dels materials a temperatura ambient.
- f. Fes una recerca i explica si en la manipulació per part dels romans d'aquests materials, per a la seva obtenció o per a la seva utilització, penses que varen intervenir canvis físics i/o canvis químics. Especifica quins penses que es varen utilitzar en cada cas i per a què.

17. La riquesa en plata dels Pirineus sembla ser que va tenir molt a veure en la fundació d'*Emporion* per part dels focesus. Igualment, poc abans -entorn de l'any 600 aC- la fundació de *Massalia* per aquests mateixos comerciants va ser deguda al control de les rutes de l'estany atlàntic a través dels rius de la Gàl·lia²². Investiga per què era tant important el comerç de l'estany en aquells moments.

²² ARTÍFEX. *Enginyeria romana a Hispània*, Museu d'Arqueologia de Catalunya- Barcelona, 2006, p. 46.

TAULES D'EQUIVALÈNCIES

Longitud ²³		
1 <i>milliarium</i>	=	8 <i>stadiums</i>
1 <i>stadium</i>	=	125 <i>passus</i>
1 <i>passus</i>	=	5 <i>pedis</i>
1 <i>pes</i>	=	29,57 cm

Massa ²⁴		
1 as o lliura romana	=	12 unces
1 unça (<i>uncia</i>)	=	2,29 g

Capacitat ²⁵		
1 àmfora	=	2 <i>sesquimodius</i>
1 <i>sesquimodius</i>	=	4 <i>congius</i>
1 <i>congius</i>	=	3,28 litres

²³ Més informació sobre un peu romà a la [Viquipèdia](#)

²⁴ Més informació sobre un peu romà a la [Viquipèdia](#)

²⁵ Més informació: [Mesures de capacitats romanes](#)

Aquest material s'ha elaborat en el marc del grup de treball **MAC-Girona: el monestir de Sant Pere de Galligants** del Pla de Formació de la zona del Gironès.



Generalitat de Catalunya
**Departament
d'Ensenyament**



Generalitat de Catalunya
**Departament
de Cultura**



Generalitat de Catalunya
**Agència Catalana
del Patrimoni Cultural**



Girona
Museu d'Arqueologia
de Catalunya