

## PEDRA DE GIRONA Restes d'un mar tropical de fa 40 milions d'anys



El bloc exposat de "**Pedra de Girona**" procedeix de la Pedrera Anglada, la darrera explotació activa fins fa poc anys, localitzada al carrer Bellavista, al barri de Les Pedreres, sota la Torre Alfons XII de Girona. D'unes 2,5 m<sup>3</sup>, de 185 cm d'alçada i 220 cm de llarg, el bloc està format per calcària nummulítica, roca sedimentària molt abundant a Catalunya, que durant segles va ser explotada com roca ornamental a diferents pedreres dels voltants de Girona. Es tracta, sens dubte, d'una roca molt preuada, una veritable denominació d'origen en el camp de les roques ornamentals.

La "Pedra de Girona" és una roca calcària que presenta molts fòssils, majoritàriament nummulits. Els nummulits o "monedes de pedra" en llatí, són coneguts des d'antic... De fet, els romans en arribar a les piràmides d'Egipte van pensar, en trobar-los per terra, que eren lleties petrificades dels seus constructors.

La **calcita**, o carbonat de calci, és el component fonamental d'aquesta roca, amb un percentatge que oscil·la entre el 80 i el 90%. Els components minoritaris més destacats són els **feldspats**, el **quars** i la **dolomita**. La calcita és el principal component tant de les closques de nummulits com del ciment que les lliga. Pel que fa referència a les closques, a més dels exemplars sencers, són abundants les seccions equatorials i transversals que permeten conèixer l'estructura interna dels nummulits.



Catedral de Girona

A l'actualitat únicament unes quantes empreses disposen de reserves de blocs de "Pedra de Girona", fonamentalment destinades a feines de restauració. També són molt buscades les peces procedents de l'enderroc d'edificis antics.

Un itinerari urbà ben senyalitzat, elaborat per l'Ajuntament de Girona, permet conèixer les característiques geològiques d'aquesta roca i la importància industrial i històrica que va tenir.



Antiga pedrera de Pedra de Girona

### Els nummulits

Els **nummulits** van ser uns organismes marins unicel·lulars, pertanyents als regne dels Proctostoma, que van tenir el seu màxim desenvolupament durant l'Eocè, fa uns 40 milions d'anys. Vivien en grans quantitats en un mar poc profund que ocupava bona part de la zona central de l'actual Catalunya.

En vida tenien un esquelet extern de calcita, dins on vivia l'organisme, i un sistema pseudopodial en forma de xarxa anomenat rizòpodes que utilitzaven per moure's i capturar l'aliment. Les seves mides oscil·laven entre els pocs mil·límetres fins als 16 cm que presentaven els més grans.

Els nummulits presentaven un cicle vital format per dues generacions alternants, una sexual i una altra d'asexual, el que els conferia un dimorfisme generacional. Dins de la mateixa espècie, les formes que es reproduïen asexualment eren grans (formes B), mentre que les formes que es reproduïen sexualment eren petites (formes A). Eren bentònics, vivien associats als fons marins, i molts d'ells eren gregaris, formant petites bioconstruccions, dins de la zona il·luminada de les plataformes marines, en el cinturó climàtic tropical o subtropical.



Detall de la "pedra de Girona" amb les formes A (petites) i B (grans) de nummulits

Són les restes dels seus esquelets les que trobem fossilitzades en aquest bloc. Juntament amb els nummulits trobem restes d'altres organismes amb els que van conviure.

### Perquè aquesta calcària nummulítica se l'anomena "Pedra de Girona"?

Molt senzill, les pedreres on s'extreia des de fa centenars d'anys, estaven als voltants de Girona. Aquesta pedra ha estat utilitzada per a la construcció d'edificis i també com a roca ornamental. A Girona molts edificis històrics van ser construïts amb aquest tipus de pedra, com la Catedral, l'antic Palau de Justícia, el Palau dels Agullana, etc. però també a Barcelona, com algunes parts del Palau de la Generalitat o el claustre del monestir de Pedralbes.

La construcció més gran feta per l'home amb calcària nummulítica és a Egipte, es tracta de la piràmide del faraó Kéops.



Detall de l'estructura interna d'una closca de nummulit

Amb el suport de:





## PEDRA DE GIRONA

Restes d'un mar tropical de fa 40 milions d'anys



### 1. Objectiu general del mòdul

- Quin és l'objectiu d'aquest mòdul  
Les roques ornamentals  
La Pedra de Girona  
La història geològica que ens expliquen les roques
- Quins conceptes s'exposen  
La roca com material de construcció  
La explotació de les roques ornamentals en pedreres  
Elements constituents de la Pedra de Girona  
Els nummulits
- Quin és l'interès del tema que s'exposa  
Importància industrial de les roques ornamentals  
La Pedra de Girona a la història arquitectònica



Detall de la "pedra de Girona" amb les formes A (petites) i B (grans) de nummulits

### 2. Conceptes bàsics

- Quins conceptes s'expliquen  
Roca ornamental. Roca natural utilitzada per a un fi concret, i per tant treballada, desbastada o tallada en determinada forma o mida, amb superfícies elaborades mecànicament.  
Calcita, carbonat de calci -  $\text{CaCO}_3$  -. És el component fonamental de les roques carbonàtiques.  
Dolomita, carbonat de calci i magnesi -  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  -. És un mineral molt comú a les roques carbonàtiques.  
Feldspats. Grup de silicats d'alumini, potassi, sodi i calci que són minerals molt abundants a les roques ígnies i metamòrfiques.  
Quars. Mineral del grup de la sílice,  $\text{SiO}_2$ , molt abundant a les roques ígnies i metamòrfiques i també a les sedimentàries, per la seva gran duresa.
- Quins conceptes convé repassar a l'aula abans de visitar l'exposició  
Mineral, fòssil, roca ornamental, explotació dels recursos naturals

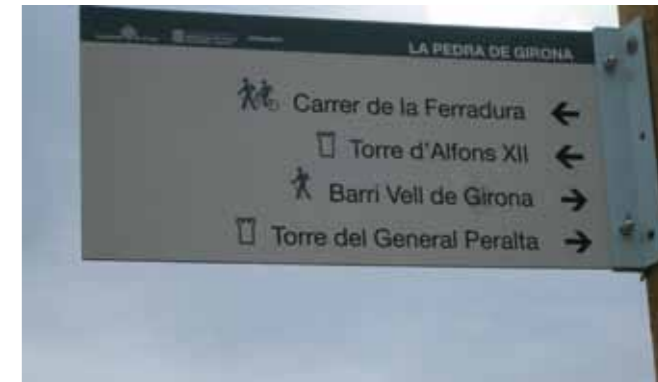
### 3. Relació amb altres temes

- Relació amb altres elements de la vida quotidiana  
Edificis amb Pedra de Girona  
Roques ornamentals més comuns
- Quins conceptes es poden ampliar a l'aula després de visitar l'exposició  
Les roques ornamentals  
Materials de construcció alternatius a les roques ornamentals

### 4. Per saber-ne més

L'itinerari de la Pedra de Girona

[http://www.pedresdegirona.com/itinerari\\_pedra\\_1.htm](http://www.pedresdegirona.com/itinerari_pedra_1.htm)



Itinerari de la Pedra de Girona



Cinglera de Tavertet formada en part per estrats de calcària nummulítica

Amb el suport de:





## Columna basàltica Castellfollit de la Roca



La zona volcànica de la Garrotxa constitueix un magnífic exemple de paisatge modelat pels volcans. Inclou unes desenes de cons volcànics, alguns cràters d'explosió, extensos mantells de piroclastos i una vintena de colades de laves basàltiques.

L'activitat volcànica de la Garrotxa és molt recent en sentit geològic: es va produir entre fa 350.000 anys i fa 9.000 anys. La darrera erupció es va produir al volcà Croscat. En època històrica no s'ha produït activitat volcànica significativa.

Malgrat que les datacions precises de les erupcions de la Garrotxa són clarament insuficients, alguns estudis estimen que en el període esmentat es va produir una erupció cada 15.000 o 20.000 anys.

Els magmes que alimentaven el vulcanisme de la Garrotxa eren bàsics (pobres en sílice,  $\text{SiO}_2$ ), de baixa viscositat, amb una notable quantitat de gasos dissolts, i es s'originaven en el mantell superior, a algunes desenes de quilòmetres de profunditat, per fusió de roques de tipus peridotita.

L'activitat volcànica de la Garrotxa és de tipus estromboliana, caracteritzada per la successió d'explosions moderades amb projeccions de masses de piroclastos de mida molt diversa (cendres, lapilli, bombes). De fet molts dels volcans ben conservats són cons de piroclastos.

No obstant, en les erupcions també es podien produir fases d'activitat efusiva, amb emissions de colades de laves basàltiques fluides que lliscaven per les valls fluvials i per les torrenteres, algunes de les quals van recórrer més de 16 quilòmetres.

També són freqüents a les erupcions olotines les fases freatomagmàtiques, força explosives, i originades per la interacció dels magmes amb l'aigua dels aqüífers.

A la zona volcànica de la Garrotxa, les roques que s'originen en l'activitat efusiva són poc variades, com a conseqüència de la uniformitat dels magmes que les generen. Les colades de lava tenen superfícies planes, són de colors grisos i negres i presenten els diaclasats típics de la disjunció columnar, lenticular i esferoïdal.



Columna de basalt exposada

L'activitat explosiva origina els dipòsits piroclàstics. Un piroclast és un fragment de material magmàtic expel·lit a l'atmosfera durant una explosió volcànica. Sovint solidifiquen durant el seu recorregut aeri i s'acumulen per gravetat als volcans de la boca volcànica.

Els piroclastos són de forma i mida molt variada i presenten una textura vesicular. Les roques piroclàstiques són les acumulacions de piroclastos solts o soldats. Els piroclastos no consolidats reben el nom genèric de tefra.



Secció hexagonal típica de les columnes basàltiques

Els piroclastos en els que predominen les partícules de mida inferior a 2 mm s'anomenen cendres volcàniques. En les grans erupcions explosives els piroclastos de mida més petita, en especial la pols volcànica, poden arribar a les capes altes de l'atmosfera, on poden romandre força temps, alterant l'albedo terrestre i el clima, amb refredaments notables.

Amb el terme de lapilli es designen els piroclastos de mida compresa entre 2 i 64 mm, mentre que els de mida superior reben el nom de bombes. Aquestes solen tenir formes esferoïdals o globoses, a causa del moviment de rotació a que estan sotmeses, i una capa externa o escorça, sovint esquerpada.

L'escòria és un piroclast molt vesiculat, de baixa densitat i amb la superfície erigada de punxes i arestes.

El vulcanisme de la Garrotxa està relacionat amb els processos distensius, aprimament de l'escorça terrestre, en el sector occidental de la placa euroasiàtica que encara és actiu a l'actualitat. Com a conseqüència d'aquests processos es van desenvolupar un seguit de fosses i blocs aixecats degut al moviment de grans falles normals. Els magmes van aprofitar aquest aprimament de l'escorça per ascendir fins a la superfície.



Escultures de X. Corberò

Amb el suport de:





## Talc, el mineral més tou Boñar, Lleó



Per les seves característiques físiques i químiques, el talc és un mineral de gran importància en la indústria, com la paperera, la de les pintures, la ceràmica, la dels plàstics, la dels detergents, la cosmètica, l'alimentària, la farmacèutica, etc.

La indústria que més talc consumeix és la paperera. El mineral aporta al paper característiques que milloren les característiques mecàniques del paper: la suavitat, opacitat, porositat, blancor, carrega, etc.

En l'obtenció de productes ceràmics el talc accelera el procés de vitrificació i redueix el temps de cocció. El mineral és important en la fabricació de productes ceràmics refractaris (fabricació de forns), aïllants elèctrics, porcellanes, sanitaris de línia blanca, etc. Molt emprat en l'envernissat de les ceràmiques i en l'obtenció de motlles.

Importants quantitats de talc es destinen a la fabricació de pintures, millorant la fluïdesa i emulsió d'aquestes, augmentant la superfície de cobertura, la lluisor, la durabilitat i la resistència a la corrosió. Afegint talc a les pintures es redueix la quantitat de pigments necessaris.

En la indústria dels plàstics el talc millora la resistència mecànica (en especials als impactes i a les esgarrapades), la química i l'aïllament tèrmic d'aquests. Per fabricar un cotxe de gamma mitjana (tauler de control, acabats interiors, para-xocs, etc.) es fan servir entre 60 i 70 Kg de talc. La necessitat de talc pot arribar a ser el 40% del pes dels mobles de plàstic dels jardins. Les carcasses de plàstic de molts ordinadors també incorporen importants quantitats de talc.

Les aplicacions del talc són nombroses en la indústria alimentària. Pel seu comportament hidròfob el talc s'afegeix als pinsos animals per controlar absorció i pèrdua d'aigua i per protegir nutrients essencials, mentre que pel seu caràcter biològicament inert, es fa servir per fabricar contenidors pels aliments. En l'alimentació humana es fa servir com additiu (E 171) per blanquejar i suavitzar salses.

En la indústria cosmètica el talc confereix als sabons, pintallavis, maquillatge, desodorants de bola, etc., estabilitat, textura, adhesió a la pell i resistència a l'aigua. Actua, així mateix, com portador de perfums, com absorbent d'olors i com agent antimicrobià.



En la indústria farmacèutica el talc s'empra en la confecció de pomades, pòlvors de talc i com excipient, en nombrosos medicaments. És un component freqüent dels antiàcids i altres fàrmacs per prevenir i tractar problemes digestius.

El talc es fa servir en el tractament de les aigües, en l'obtenció de pesticides i fertilitzants, en la fabricació de l'asfalt (millora la resistència al foc i a les oscil·lacions climàtiques), en l'obtenció de motlles, en l'elaboració de productes de neteja de cotxes, etc.



Talc, Mina La Respina, Boñar, Lleó, IBERTALSA

Amb el suport de:



## Halita Súria



Aquet bloc de sal es va trobar a varis centenars de metres de profunditat en el Pou Cabalases, a Súria. Ha estat cedit per l'empresa Iberpotash (del grup ICL Fertilzers).

Els miners anomenen a aquesta roca Silvinita. Es tracta d'una roca sedimentària, del grup de les evaporites, constituïda per una alternança de capes centimètriques d'halita (color blanc) i de silvina (color rosat), amb intercalacions mil·limètriques d'argiles fosques.

L'halita, o sal gema, és un mineral lleuger (densitat 2,1 a 2,2) i tou, es ratlla amb l'ungla (duresa 2 com el guix) i la ratlla és blanca. Mineral incolor, al·locromàtic, que pot presentar coloracions diverses (rosada, vermellosa, groga, gris fosca, blava, etc.) degut a la presència d'impureses. Es cristalls purs són transparents o translúcids.

És un clorur de sodi, NaCl, amb un 39,3% és sodi i un 60,6% de clor, pertany a la classe III de minerals, anomenada halurs, halogenurs i sals haloides, i cristal·litza en el sistema cúbic. En la cel·la elemental de l'halita els àtoms d'un dels dos elements constituents ocupen els vèrtexs i els centres de les cares del cub, mentre que els àtoms de l'altre ocupen la part central de les arestes. L'empaquetament tridimensional d'aquesta cel·la elemental fa que cada àtom de clor estigui envoltat per sis àtoms de sodi i a l'inrevés.

Presenta una exfoliació perfecta amb tres plans d'exfoliació ortogonals.

El gust salat característic de l'halita permet diferenciar-la d'una altre, la silvita o clorur de potassi, de gust salat lleugerament picant.

Mineral molt soluble en aigua: en afegir clorur de sodi a l'aigua aquell és dissocia en dos tipus de ions, un carregat negativament (l'anió), el clor, Cl<sup>-</sup>, i l'altre carregat positivament (el catió), el sodi, Na<sup>+</sup>.

L'aigua marina és una dissolució salina en la qual els principals components són el clor (19,3 ‰) i el sodi (10,7 ‰). Dels 35 grams de sals per litre que conté l'aigua marina (salinitat) uns 27 grams són d'halita.



*Silvita y halita, Pou Cabalases, Súria*

Amb el suport de:





### Per a què s'utilitza?

L'halita és un mineral higroscòpic propietat que es manifesta en la capacitat d'atreure o absorbir molècules d'aigua contingudes en altres substàncies. Aquesta propietat és molt important en l'aplicació de la sal en la conservació de certs aliments, als que primer desseca.

El punt de fusió de l'halita és molt alt, 801<sup>o</sup> C, propietat que permet coure certs aliments a la sal, sense que quedin molt salats.

En afegir sal a l'aigua baixa un grau el punt de congelació d'aquesta. Per aquesta raó es fan servir grans quantitats de sal per afavorir el desglaç de les carreteres i carrers a l'hivern.

L'extracció d'halita i de silvita és la principal activitat minera de Catalunya. Cardona, Súria, Sallent i Balsareny, són localitats del Bages, amb una important tradició minera. La presència d'eines neolítiques demostra que els jaciments salins de la vall del riu Cardener són coneguts de fa molt segles. Diversos autors romans, com Catò o Plini el Vell, ja fan referències a les Mines de sal de Cardona en els seus escrits.



Molts aliments es dessequen amb sal

Durant un llarg període de temps la sal explotada va ser l'halita destinada a l'alimentació humana i del bestiar. A inici del segle XX va començar l'explotació de la sal potàssica, destinada a l'obtenció de potassa (òxid de potassi), fonamental per obtenir fertilitzants.

A l'actualitat l'explotació de sals al Bages es centra fonamentalment a Súria i es destina a l'obtenció de potassa una part important de la qual es destina a l'exportació. El residus salins de diferents escombreres es reciclen (flotació, depuració i assecat) per obtenir sal industrial amb la qual s'obtenen salmorres destinades a la indústria química. Per electròlisi d'aquestes s'obté clor (Cl<sub>2</sub>), sosa càustica (NaOH) i hidrogen (H<sub>2</sub>), productes de gran importància en la indústria química.

Els productes salins de les explotacions del Bages es transporten per ferrocarril de via estreta (antigament conegut com "tren potasser") fins a Martorell (indústria química) i el Port de Barcelona (exportació).



Halita, silvita i carnal·lita de Súria

Amb el suport de:

## Halita Súria



### On es forma?

Tret de petites quantitats de sal que s'originen en algunes erupcions volcàniques, la font de l'halita és l'aigua de mar, de la qual es pot extreure per evaporació amb la consegüent precipitació de les sals que conté.

Durant el període Eocé, fa uns 50 milions d'anys, el clor, el sodi i el potassi, principal components de la Silvinita, estaven dissolts a les aigües d'un mar que ocupava bona part de l'actual Depressió Central Catalana, i que s'obria a l'Atlàntic pel golf de Biscaia. L'asseccament d'aquets mar va permetre l'acumulació de grans quantitats de roques evaporítiques. Antics oceans, mars i llacs salats han desaparegut, però han deixat con a testimoni grans dipòsits de sals. Són les roques evaporites que, a més de l'halita, inclou la silvita, el guix, l'anhidrita i altres. Un bon exemple d'aquestes dipòsits de sals el trobem a la conca potàssica del Bages, amb la extraordinari Salí o Muntanya de Sal de Cardona, explotada per l'home fa mes de dos mil anys.

De fa molts segles l'home extreure la sal de les aigües marines litorals o de fonts i llacs salats. A les salines litorals actuals de bon rendiment es necessiten unes 65 tones aigua de mar per obtenir una tona de sal marina. Es tracta d'una activitat extractiva molt sostenible que utilitza majoritàriament l'energia solar i la eòlica.

La sal obtinguda amb tècniques mineres d'aquest dipòsits s'anomena sal de roca, per diferenciar-la de la que s'obté de les salines litorals o sal marina.



*Explotacions mineres de la conca potàssica del Bages*



*Cristalls de sal gemma o halita*

Amb el suport de:

