

# Pirineus Geological Open Museum



Generalitat de Catalunya  
Departament de Territori  
i Sostenibilitat



ICGC  
Institut  
Cartogràfic i Geològic  
de Catalunya



# Pirineus Geological Open Museum

# Pirineus Geological Open Museum. Exposició permanent a l'aire lliure

**Localització:** Parc del Barranc del Joncar, **Jardí de les Roques** i Passeig de Pompeu Fabra, **Avinguda dels Temps Geològics**, Tremp

## Exposició

### **Impulsors:**

Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya  
Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya  
Ajuntament de Tremp

*Conveni:* Conveni de col·laboració entre l'Ajuntament de Tremp i l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, signat el 14 de juny de 2016, per a la realització d'una exposició permanent d'objectes geològics a ubicar al Parc del Barranc del Joncar i al Passeig Pompeu Fabra.

### **Patrocinadors:**

**Empreses del Gremi d'Àrids de Catalunya:** Gremi d'Àrids de Catalunya, Azul Aran, Àrids Alt Urgell, Cervós, Promsa, Rius

**Ens públics i particulars:** Ajuntament de Sant Joan les Fonts, Ajuntament de Tremp, Entitat Municipal Descentralitzada de la Guàrdia d'Ares (Ajuntament de les Valls d'Aguilar), Antonio Monsó Fillat, Fina Pallise Figuerola, Josep Tarrats Piqué

**Promoció i realització:** Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC). Jaume Massó i Cartagena. Director

**Direcció científica i coordinació (ICGC):** Xavier Berastegui

– Equip coordinador: Olga Costa, Esther Jiménez, Agnès Lladós, Gonzalo Rivas

**Projecte bàsic de l'obra:** oikosvia, arquitectura sccl

**Direcció de l'obra:** oikosvia, arquitectura sccl

– Arquitectes: Manuel Ortiz Alba, Jorge Urbano Salido i Ferran Pulido Roca

– Instal·lació elèctrica: Marc Edo Cruces

– Coordinador de Seguretat i Salut: Albert Altisent Tirbió

**Construcció de l'obra:** Cervós S.A.

– Delegada de l'obra: Sonia Merino Vidal

## Catàleg (ICGC)

**Contingut científic:** Xavier Berastegui

**Coordinació:** Xavier Berastegui i Isabel Ticó

**Elaboració:** Esther Muns

**Edició:** Alfred Muñoz i Joan Vidal

**Fotografies:** Jordi Uriach

### **Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya**

Parc de Montjuïc - 08038 Barcelona

Telèfon 34-93 567 15 00 – Fax 34-567 15 67

www.icgc.cat

icgc@icgc.cat

twitter.com/ICGCat

facebook.com/ICGCcat

Primera edició: novembre 2019

ISBN: 978-84-393-9975-9

DL: B. 22 932-2019



Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, 2019



# **Catàleg del Pirineus Geological Open Museum**

## **Sumari**

**Part I: Què és el Pirineus Geological Open Museum?**

**Part II: El Far**

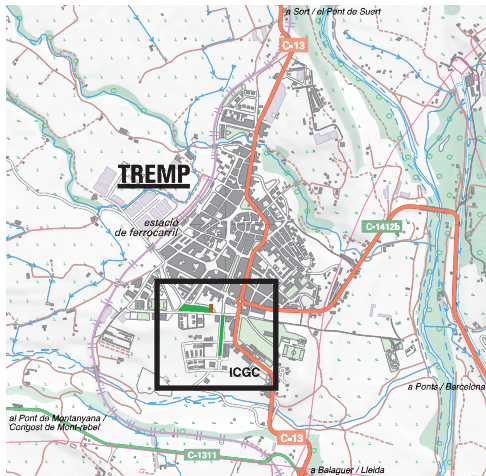
**Part III: El Jardí de les Roques**

**Part IV: L'avinguda dels Temps Geològics**

**Part V: Grans esdeveniments de la història  
de la Terra i de l'evolució de la vida  
representats a l'avinguda**

**Part VI: Glossari**

## Part I Què és el PGOM



Ubicació del PGOM



Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya  
Centre de Suport Territorial Pirineus

## Què és el Pirineus Geological Open Museum

El Pirineus Geological Open Museum (PGOM) és una exposició de geologia permanent ubicada en dos espais públics, a l'aire lliure i situats dins del nucli urbà de Tremp.

SENSE PERDRE RIGOR CIENTÍFIC,  
LA FUNCIO DEL PGOM ÉS APROPAR CONCEPTES GEOLÒGICS BÀSICS  
ALS ESTUDIANTS I AL PÚBLIC EN GENERAL

AQUESTA EXPOSICIÓ OBERTA  
A TREMP MOSTRA  
LA FORMACIÓ DE LA TERRA  
I L'EVOLUCIÓ DE LA VIDA

CONSTA DEL FAR,  
DEL JARDÍ DE LES ROQUES  
I DE L'AVINGUDA  
DELS TEMPS GEOLÒGICS

L'Exposició consta de tres àmbits. El **Jardí de les Roques**, ubicat al Parc del Barranc del Joncar, on hi ha diferents tipus de blocs de roques provinents dels Pirineus, l'**Avinguda dels Temps Geològics**, ubicada al Passeig de Pompeu Fabra, on es mostra, en el paviment construït amb diferents materials naturals i artificials, l'evolució de la Terra i de la vida. El tercer element és el **Far**, una torre singular formada per acer i roques, ubicat a la intersecció entre el Jardí de les Roques i l'Avinguda dels Temps Geològics, que indica el punt d'inici de la visita al complex geològic.

El recorregut:

Des del **Far** ens dirigim al **Jardí de les Roques**, primer àmbit de la visita, on s'exposen 13 blocs de roques representatives dels Pirineus corresponents a períodes concrets de la Taula Internacional dels Temps Geològics. Els faristols situats davant dels blocs proporcionen informació bàsica de cada tipus de roca.

A continuació ens dirigim a l'**Avinguda dels Temps Geològics**, situada perpendicularment al Jardí de les Roques, on es presenta una interpretació de la Taula Internacional dels Temps Geològics la longitud de la qual s'ha adaptat a la longitud

## Què és el PGOM

de cada tram del Passeig. A mesura que es camina des de la part nord del Passeig cap a la part sud, mitjançant els textos i els símbols se'ns va indicant el pas del temps, des de la formació de la Terra fins ara i l'evolució de la vida durant 4 600 milions d'anys.

El PGOM té com a objectiu apropar de manera el més senzilla i lúdica possibles, a estudiants i a la ciutadania en general, alguns conceptes bàsics de geologia relacionats amb l'evolució de la Terra i de la vida i la tipologia de roques representatives dels Pirineus.

L'Exposició a l'aire lliure completa el conjunt geològic de la zona que concentra en pocs quilòmetres quadrats un laboratori natural d'àmbit geològic, miner, paleontològic i cultural de primer nivell i on el Departament de Territori i Sostenibilitat a través de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya hi té la seu del Centre de Suport Territorial Pirineus.

El Pirineus Geological Open Museum és una realitat gràcies al conveni de col·laboració número 164 signat el 14 de juny de 2016 entre l'Ajuntament de Tremp i l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya per a la realització d'una exposició permanent d'objectes geològics a ubicar al Passeig de Pompeu Fabra i al Parc del Barranc del Joncar, i gràcies a l'aportació del Gremi d'Àrids de Catalunya i empreses associades, ajuntaments i particulars que han cedit les roques i els materials constructius sense els quals no hagués estat possible dur a terme aquest projecte.

Els referents del **Jardí de les Roques** es troben al campus del British Geological Survey, a Nottingham, Regne Unit:

(<https://www.bgs.ac.uk/contacts/sites/keyworth/geologicalWalk/home.html>)

i al Museo Giardino Geologico "Sandra Forni", als entorns urbans del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, a Bolonya, Itàlia:

(<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/museo-giardino-geologico>)

on els blocs de roca van ser cedits respectivament per indústries de la pedra britànica i italiana.

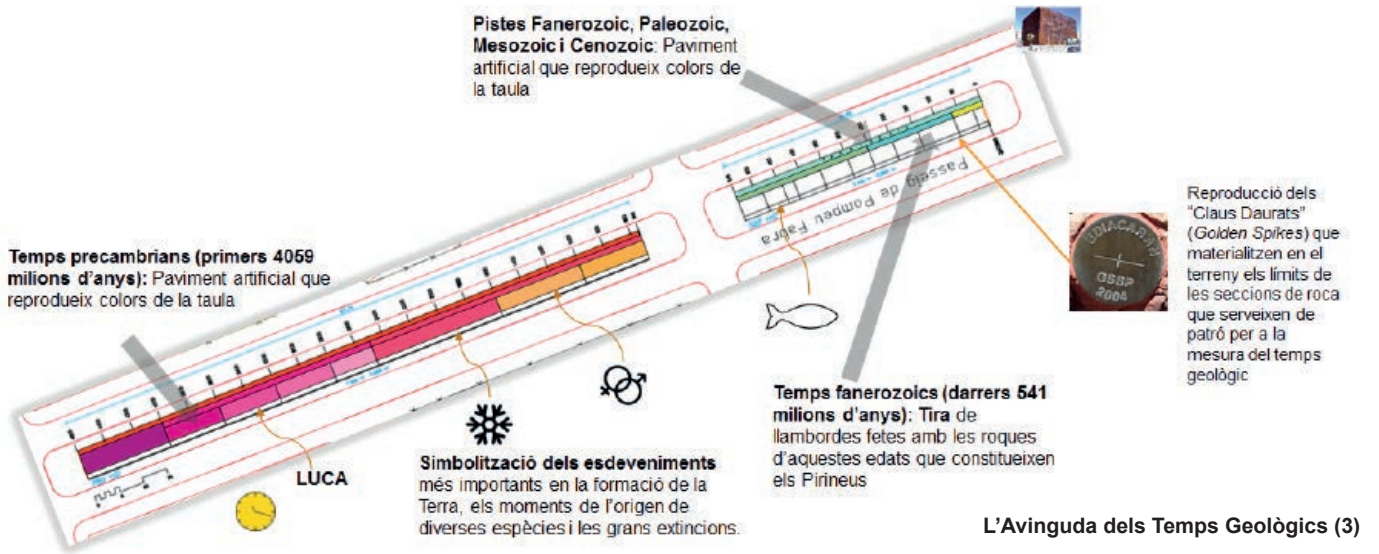
L'**Avinguda dels Temps Geològics** té dos referents parcials. Un és el paviment de llambordes del campus del British Geological Survey. L'altre és l'exposició tem-

El Far (1)





poral organitzada el 2009 al Parc de la Ciutadella pel llavors l'Institut Geològic de Catalunya, juntament amb d'altres institucions. Adaptava, mitjançant acord, continguts del Muséum national d'Histoire naturelle de Paris.





## Part II El Far



## El Far

El **Far** és la fita que marca l'inici de la visita al Pirineus Geological Open Museum i es troba en la intersecció entre el Passeig de Pompeu Fabra (Avinguda dels Temps Geològics) i el Parc del Joncar (Jardí de les Roques), essent l'element que uneix ambdós àmbits expositius.

És una torre formada per elements de xapa d'acer patinable aliat al coure, de 6 metres d'alçada. Conté el rètol del conjunt de la instal·lació i informació del recorregut expositiu.

Aquesta torre inclou tres cubicles o gabions omplerts de pedra seca; conté equips d'il·luminació perquè la fita representativa de l'Exposició continuï essent visible a la nit a través de la llum tènue que es filtra a través de la pedra seca.

El disseny i els materials de la torre donen continuïtat a l'arquitectura de l'edifici del Centre de Suport Territorial Pirineus de l'ICGC, que es troba a l'altre extrem del Passeig.



### Part III El Jardí de les Roques





## El Jardí de les Roques

A l'oest del Far, perpendicularment a l'Avinguda dels Temps Geològics trobem el **Jardí de les Roques**, al **Parc del Barranc del Joncar**. S'hi exposen 13 blocs de roques representatives de materials geològics dels Pirineus les quals han estat aportades per empreses associades al Gremi d'Àrids de Catalunya i també per ajuntaments i particulars. Corresponen a períodes concrets de la Taula Internacional dels Temps Geològics. Es distribueixen pel Parc de manera que descriuen un itinerari que comença amb el bloc de materials més moderns i acaba amb el bloc de materials més antics.

Els **faristols** situats al costat de cada un dels blocs proporcionen informació bàsica de cada un.

Jardí de les Roques. Ubicació dels 13 blocs de roques, de grans dimensions i documentades, representatives dels Pirineus.



## Blocs de roca. Procedència. Situació geològica



### Blocs de roca

Núm.	Material	Període geològic	Núm.	Material	Període geològic
1	Calcària travertínica	Quaternari	8	Calcària bioclàstica II	Cretaci
2	Columnes de basalt	Quaternari	9	Calcària dolomítica	Juràssic
3	Conglomerat	Paleogen	10	Gres vermell	Triàsic
4	Calcària lacustre	Paleogen	11	Granit i esquist	Permià
5	Calcària lumaquèl·lica	Cretaci	12	Calcària Griotte Compte	Devonià
6	Gres gris	Cretaci	13	Pissarra	Cambroordovicià
7	Calcària bioclàstica I	Cretaci			



Els tretze blocs de roca exposats al Jardí de les Roques són els següents:

### 1. Calcària travertínica

Roca sedimentària. Al voltant de 125 000 anys (Període Quaternari, Plis-tocè).

Aquest exemplar de travertí porós es va formar en una antiga zona lacustre que va existir prop de Conques (Pallars Jussà) fa uns 125 000 anys. Els travertins (pedra tosca o tova) són roques calcàries que resulten de la precipitació, en petites cascades de barrancs, en les eixides de cavitats càrstiques, en zones lacustres i en zones fluvials del carbonat càlcic dissolt en l'aigua.



### Usos

Els travertins s'han utilitzat en el passat, per la seva lleugeresa i resistència, com a pedra de construcció. Els arcs de les portes i altres elements arquitectònics de la gran majoria de les esglésies i ermites romàniques dels Pirineus estan fets amb aquesta pedra. A gran escala, molts edificis nobles de Roma són construïts en travertí, com ara la columnata de la plaça de Sant Pere del Vaticà.

Actualment, amb el nom comercial de “marbre travertí” o simplement “travertí”, s'utilitza com a pedra ornamental, especialment per a la construcció de paviments, revestiments de façanes o en cambres de bany i mobiliari.



Procedència: Rodalies de Conques (Pallars Jussà).  
Agraïment: Antonio Monsó Fillat.  
Gremi d'Àrids de Catalunya.



## 2. Columnes de basalt

Roca ígnia volcànica. Al voltant de 135 000 anys (Període Quaternari, Plis-tocè).

Les columnes de basalt es formen en posició vertical quan es refreden algunes colades de lava. Aquests exemplars provenen d'una colada de lava que va expulsar el Volcà de la Garrinada, a Olot, fa uns 135 000 anys.

En funció de la quantitat de gasos i vapor d'aigua que incloïa la lava original, el basalt és més o menys porós i en funció de la velocitat de refredament de la colada, pot incloure vidre volcànic de colors verds o negres. Aquests exemplars inclouen també alguns fragments de roques que l'explosió volcànica va arrencar de la xemena del volcà.



### Usos

El basalt és una roca densa i resistent. S'ha utilitzat per a la fabricació de llambordes per pavimentar carrers (fins a final dècada dels anys 1970 la majoria dels carrers de Barcelona estaven pavimentats amb llambordes de basalt i actualment molts carrers de Roma encara ho estan). Com a àrid de trituració s'utilitza fonamentalment en paviments d'asfalt i com a balast per a vies de ferrocarril. També s'usa com a pedra ornamental i, els exemplars sense porus, en escultura. A la zona volcànica del nord-est de Catalunya, igual que a totes les regions volcàniques del món, s'ha fet servir tradicionalment com a pedra de construcció en edificis, paviments i murs de tota mena.

Procedència: Sant Joan les Fonts (Garrotxa).  
Agraïment: Ajuntament de Sant Joan les Fonts.  
Gremi d'Àrids de Catalunya.



### 3. Conglomerat

Roca sedimentària. Entre 45 i 35 milions d'anys (Període Paleogen, Eocè).

Aquest exemplar de conglomerat es va formar a partir de les graves dipositades en la gran plana al·luvial que fa entre 45 i 35 milions d'anys es desenvolupava al peu dels llavors joves Pirineus, tot just quan la serralada acabava d'emergir completament de les aigües de l'antic braç de l'Oceà Atlàntic on es va originar. La Serra de Pessonada, d'on prové aquest exemplar, conserva algunes de les restes d'aquella gran plana al·luvial pretèrita.



En funció de la constitució geològica dels relleus que s'estaven erosionant a cada moment, els còdols que formen el conglomerat són d'un tipus de roca o altre. Per exemple, en aquest exemplar de conglomerat la majoria dels còdols són de roques carbonàtiques dels sistemes Cretaci i Juràssic.

#### Usos

En alguns casos (quan la composició dels còdols és uniforme) s'ha utilitzat com a pedra de construcció d'alguns elements arquitectònics importants. En general aquest tipus de conglomerat s'usa a escala local, per fer esculleres, murs de pedra seca i altres construccions.



Procedència: Rodalies de Pessonada  
(Conca de Dalt, Pallars Jussà).  
Agraïment: Fina Pallise Figuerola.



#### 4. Calcària lacustre

Roca sedimentària. Al voltant de 65 milions d'anys (Període Paleogen, Paleocè).

Aquest exemplar de roca calcària prové d'uns fangs calcaris que es van dipositar originalment en una zona lacustre molt extensa que va existir fa al voltant de 65 milions d'anys on ara és el vessant sud dels Pirineus. Algunes restes importants d'aquella gran zona de llacs s'han conservat a la Conca de Tremp (Suterranya), al Berguedà (Vallcebre) i en d'altres indrets en forma de roques calcàries.



#### Usos

Aquesta roca s'ha utilitzat a escala local com a pedra de construcció. Actualment s'usa bàsicament per a fabricar àrids de trituració i esculleres.

Procedència: Pedrera de la Font Blanca  
(Gavet de la Conca, Pallars Jussà).  
Agraïment: PROMSA. Gremi d'Àrids de Catalunya.



### 5. Calcària lumaquèl·lica

Roca sedimentària. Al voltant de 70 milions d'anys (Període Cretaci, Maastrichtià).

Aquesta roca es va originar a partir d'unes sorres calcàries molt fines que contenen barrejades closques de mol·luscs i d'altres organismes (lumaquella). Aquells sediments es van dipositar en el litoral de l'antic braç de l'Atlàntic que s'endinsava on ara és la zona pirinenca fa uns 70 milions d'anys.

#### Usos

Aquesta roca s'usa a escala local per fabricar algunes esculleres. També s'ha utilitzat en algunes construccions, tot i que la quantitat d'argila que conté no la fan gaire apta perquè es desagrega fàcilment.

Procedència: Blocs caiguts al flanc nord del Montsec (Pallars Jussà).

Agraïment: Ajuntament de Tremp.







### 6. Gres gris

Roca sedimentària. Entre 72 i 83 milions d'anys (Període Cretaci, Campanià).

Aquests blocs de gres provenen originalment de sorres i fangs que hi havia a la plataforma continental de l'antic braç de l'Oceà Atlàntic que s'endinsava on ara és la zona pirinenca. Periòdicament, aquells sediments eren transportats al fons oceànic per corrents de turbiditat, on quedaven decantats per densitat (la sorra a baix i el fang a dalt; "turbidites"). Les formes que s'observen a la superfície de dos d'aquests blocs (que estan exposats cap per avall) són els contramotlles ("marques de base") de les erosions que el corrent de sediments va produir a l'estrat precedent. Les formes que s'observen en el tercer bloc (que està exposat cap per amunt) són ondulacions produïdes a la superfície de la sorra pel mateix corrent que la va transportar. El color groc de la superfície dels blocs és una patina d'alteració.

### Usos

Les propietats físiques intrínseques i el gruix molt constant dels estrats d'aquesta roca determinen que sigui fàcil de treballar. S'utilitza bàsicament com a pedra de

construcció, per fabricar carreus, com a revestiment de façanes d'algunes construccions modernes i per fer llambordes de paviments i lloses les quals, en alguns casos, aprofiten algunes de les estructures sedimentàries conservades en la roca com a elements ornamentals.



Procedència: Rodalies de Toralla, Conca de Dalt (Pallars Jussà).  
Agraïment: PROMSA.  
Gremi d'Àrids de Catalunya.

### 7. Calcària bioclàstica I

Roca sedimentària. Al voltant de 80 milions d'anys (Període Cretaci, Campanià).

Aquest exemplar de roca calcària prové originalment d'unes sorres de gra fi, formades principalment per trossets de closques d'organismes marins diversos, bàsicament mol·luscs, que s'havien dipositat fa uns 80 milions d'anys a la plataforma continental del braç de l'Oceà Atlàntic que llavors s'endinsava on ara és la zona pirinenca.

#### Usos

Aquesta roca s'utilitza bàsicament per fabricar àrids de trituració i per construir esculleres. També s'ha usat a nivell local per construir murs de diversos tipus.



Procedència: Bloc extret de la zona de la Font Blanca, inclòs en materials de peu de mont provinents de l'anticlinal de Bóixols, Gavet de la Conca (Pallars Jussà).

Agraïment: PROMSA. Gremi d'Àrids de Catalunya.





### 8. Calcària bioclàstica II

Roca sedimentària. Al voltant de 90 milions d'anys (Període Cretaci, Turonià).

Aquesta roca calcària prové d'unes sorres formades principalment per trossets de closques d'organismes marins diversos. Pot incloure restes grans de mol·luscs i coralls que vivien en uns esculls que es van desenvolupar, fa al voltant de 90 milions d'anys, al marge de la plataforma continental del braç de l'Oceà Atlàntic que llavors s'endinsava on avui és la zona pirinenca.



### Usos

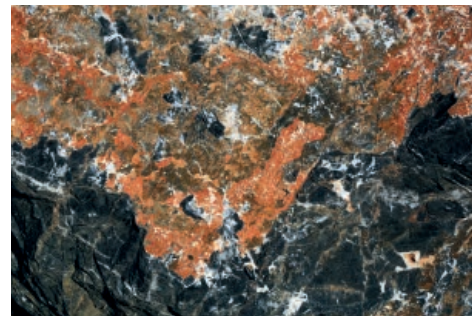
Aquesta roca s'utilitza bàsicament per fabricar àrids de trituració i per construir esculleres. També s'ha usat a nivell local per construir murs de diversos tipus.

Procedència: Congost d'Erinyà.  
Senterada (Pallars Jussà).  
Agraïment: Rius, S.A.  
Gremi d'Àrids de Catalunya.

### 9. Calcària dolomítica

Roca sedimentària. Al voltant de 160 milions d'anys (Període Juràssic, Juràssic Superior).

Aquesta roca calcària prové d'unes sorres de gra fi formades per trossets de closques d'organismes marins diversos i altres fragments de carbonat càlcic. El carbonat càlcic original ha estat substituït en part per carbonat de magnesi, que ha transformat la calcària original en dolomia. Les sorres originals es van dipositar fa al voltant de 90 milions d'anys a la plataforma continental de poca profunditat del marge occidental de l'Oceà de Tetis.



### Usos

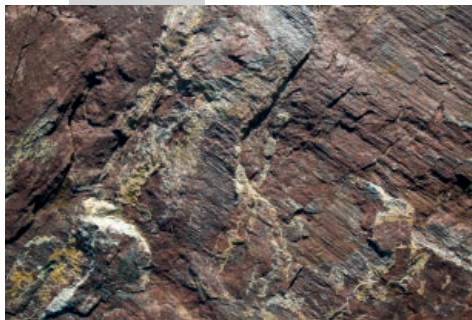
S'utilitza bàsicament per fabricar àrids de trituració i esculleres. Localment s'ha fet servir per construir alguns murs.



Procedència: Ribera d'Urgellet (Alt Urgell).

Agraïment: Àrids Alt Urgell.  
Gremi d'Àrids de Catalunya.





### 10. Gres vermell

Roca sedimentària. Al voltant de 250 milions d'anys (Període Triàsic, Triàsic Inferior. Fàcies Buntsandstein).

Aquest bloc de gres vermell prové originalment d'unes sorres de gra fi formades principalment per granets de quars i partícules de mica. El color vermell és degut a l'oxidació de minerals de ferro perquè la sorra original es va dipositar, en un ambient desèrtic, en una de les extenses planes al·luvials de l'interior de Pangea. El color verd del bloc menor és degut a que les partícules de ferro que conté es troben en un estat d'oxidació II, possiblement perquè en el moment primerenc de la seva història geològica la sorra original va quedar sota el nivell freàtic. A la superfície del bloc s'han conservat les ondulacions (*ripple marks*) produïdes per l'aigua que periòdicament circulava per aquelles planes al·luvials.

Les estriacions que s'observen a la superfície del bloc més gran estan associades a una falla de petites dimensions. Geològicament, tota aquesta superfície s'anomena "mirall de falla" i ha estat produïda per l'efecte del frec entre aquest

bloc i el que hi havia al damunt. Els petits graons perpendiculars a les estries indiquen el sentit de desplaçament relatiu dels dos blocs de la falla.

### Usos

Aquesta roca es va utilitzar entre 1950 i 1973 com a una de les matèries primeres, pel seu alt contingut en sílice, en la fabricació del ciment "Pirineos" a la factoria que Enher tenia a Xerallo. Altres usos a nivell local eren les pedres d'esmolar i diversos tipus de construccions.

Procedència: Xerallo; Sarroca de Bellera (Pallars Jussà).

Agraïment: Josep Tarrats Piqué.



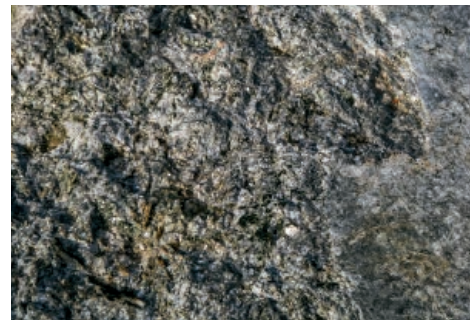


### 11. Granit i esquist

Roca ígnia i roca metamòrfica. 295 ± 2 milions d'anys (Període Permià).

L'exemplar de roca ígnia, del grup dels granits, és un leucogranit. Hi predominen els cristalls grans de minerals de tonalitats clares: bàsicament el quars i els feldespats. La mida gran dels cristalls atorga a aquest leucogranit el cognom pegmatita.

El bloc de roca que es troba al seu costat és una roca metamòrfica relacionada amb aquesta roca ígnia. S'anomena genèricament esquist. En aquest cas concret, micaesquist.



Ambdós exemplars tenen el mateix origen: són roques argiloses sotmeses a molt alta temperatura a profunditats mitjanes de l'escorça de la Terra. Les que es van fondre completament es van transformar en granits i les que no van arribar al grau de fusió, en esquists. Aquest procés es coneix en geologia com "anatèxia".

La formació d'aquestes roques està relacionada amb l'orogènia Hercínica.

### Usos

Aquests granits i esquists són molt apreciats com a pedra ornamental. L'empresa que ha cedit els blocs els comercialitza per tot el món amb el nom "Azul Aran".

Els fragments que no tenen la qualitat ornamental adequada s'utilitzen per fer esculles i àrids de trituració.



Procedència: Les (Val d'Aran).  
Agraïment: Azul Aran S.L.  
Gremi d'Àrids de Catalunya.



### 12. Calcària Griotte Compte

Roca sedimentària. Entre 387 i 355 milions d'anys (Període Devonian; Devonian Superior). Fàcies Griotte Compte.

Aquest bloc de roca calcària prové originalment d'uns fangs que es van dipositar en zones profundes de l'antic Ocea de làpetus, fa entre 387 i 355 milions d'anys. Inclouen restes de les closques d'uns cefalòpodes, parents llunyans dels nàutils actuals, i d'altres organismes pretèrits de vida marina.

Els materials de color granat fosc i negrosos que hi ha entre els nòduls de carbonat càlcic vermellós que contenen restes fòssils, són minerals de manganés i de ferro. Per aquesta raó, aquesta roca és extremadament densa. Quan han estat remobilitzats i s'han disposat en esquesdes, aquests minerals han donat lloc a filons de mineral de manganés.



Aquesta roca ha patit dues orogènia: l'orogènia Hercínica i l'orogènia Alpina.

#### Usos

Aquesta roca s'ha utilitzat com a pedra ornamental. També es va fer servir com a pedra de construcció (el monestir de Gerri de la Sal i l'ermita de la Mare de Déu d'Arboló estan fets de carreus d'aquesta roca, i també els murs que es troben al llarg de la carretera de Gerri de la Sal).

Procedència: España, les Valls d'Aguilar (Alt Urgell).

Agraïment: Entitat Municipal Descentralitzada de Guàrdia d'Ares. Ajuntament de les Valls d'Aguilar.



### 13. Pissarra

Roca metamòrfica. Al voltant de 460 milions d'anys (Ordovicià).

Aquest exemplar de pissarra es va originar a partir del fang del fons d'un oceà antic (Oceà Reic) en el qual es trobava la zona pirinenca ara fa al voltant de 460 milions d'anys (Període Ordovicià). Després, l'argila original es va sobrecompactar en condicions d'alta pressió (metamorfisme).

Aquesta roca ha patit dues orogènies: l'orogènia Hercínica i l'orogènia Alpina.

### Usos

S'ha utilitzat com a pedra local de construcció, en paviments exteriors i per fer es-culleres.



Procedència: Rodalies de Roní (Pallars Sobirà).  
Agraïment: Cervós. Gremi d'Àrids de Catalunya.



## Part IV L'Avinguda dels Temps Geològics



## L'Avinguda dels Temps Geològics

L'**Avinguda dels Temps Geològics**, al **Passeig de Pompeu Fabra** de Trepmp, és una interpretació arquitectònica de la Taula Cronostratigràfica (o Taula Internacional dels Temps Geològics) de la Comissió Internacional d'Estratigrafia (ICS, en la seva sigla anglesa). S'hi representen els 4 600 milions d'anys que abarca tota la història de la Terra (des de l'Hadeà fins al Quaternari).

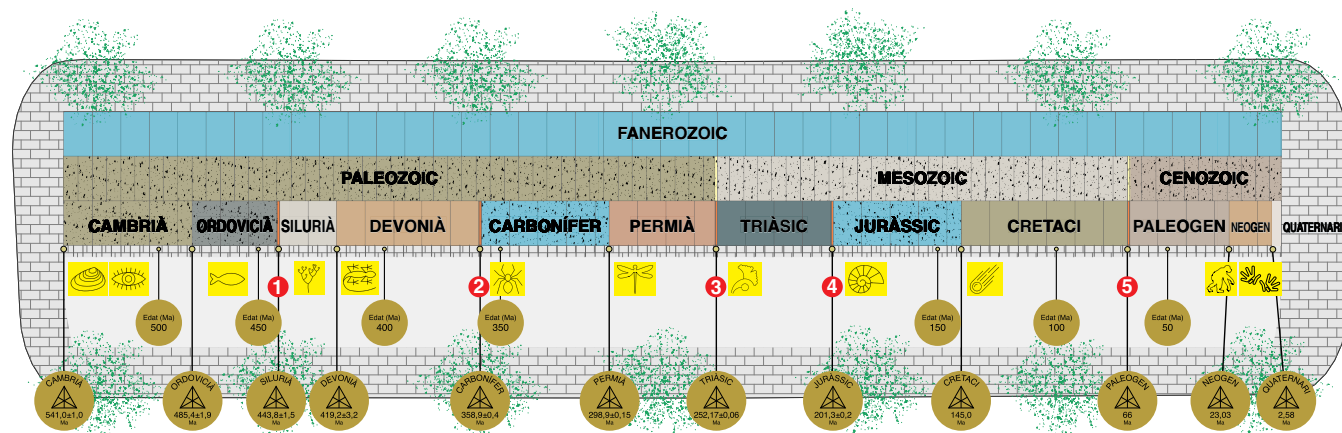
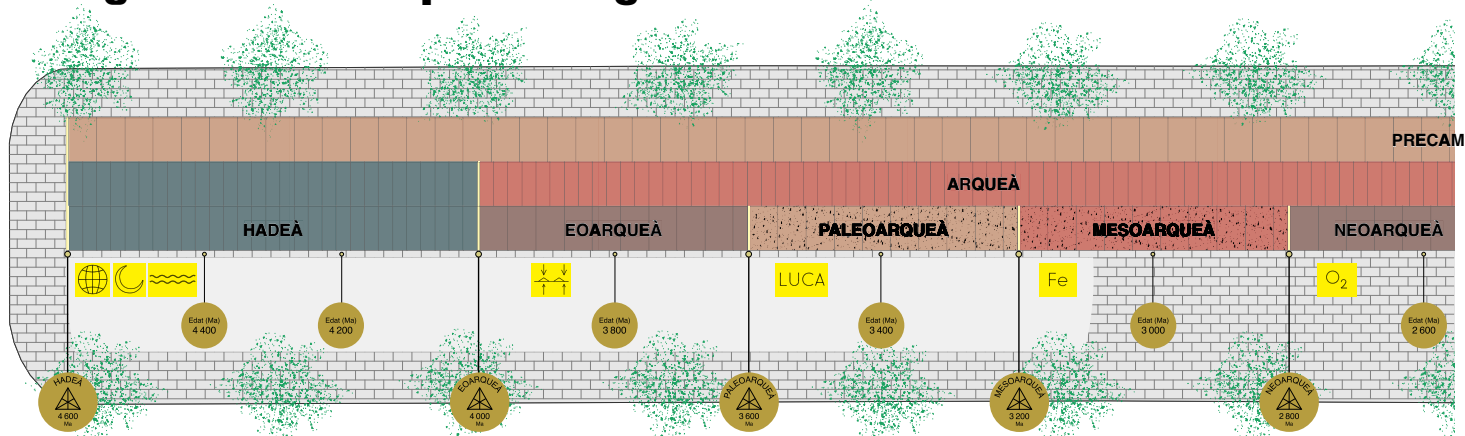
**L'AVINGUDA DELS TEMPS GEOLÒGICS ÉS UNA INTERPRETACIÓ ARQUITECTÒNICA DELS TRES PRIMERS NIVELLS DE L'ESCALA CRONOSTRATIGRÀFICA**

Al **paviment** del Passeig es representen en colors els tres primers nivells de la Taula: Eonotema/Eó, Eratema/Era i Sistema/Període i gravat a sobre hi ha el nom de cada període i les fites més rellevants de cada un (la formació de la Lluna, la desaparició dels dinosaures, l'aparició dels insectes, els primers humans, etc.).

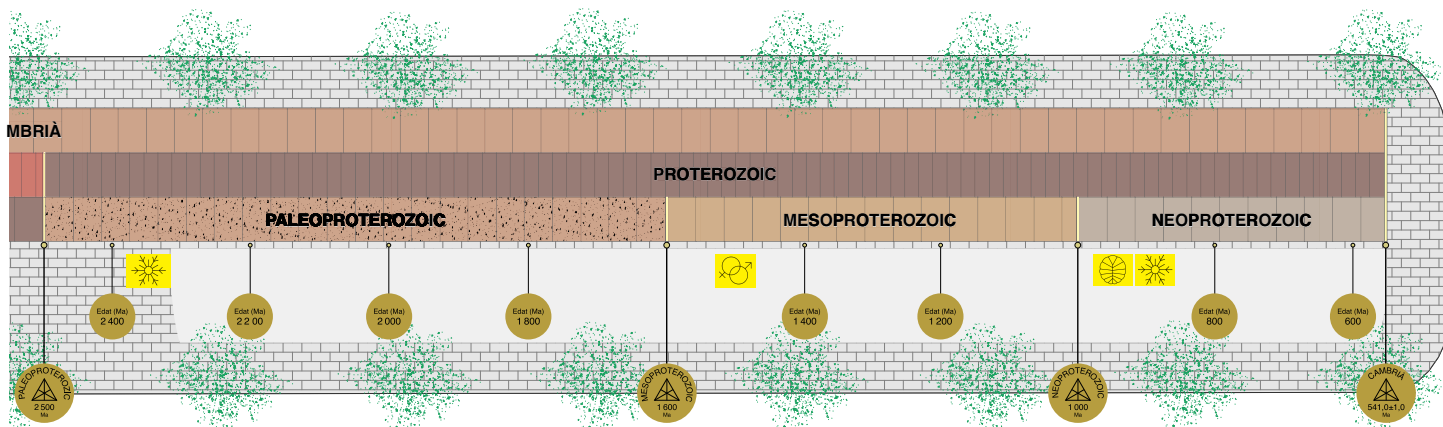
En **faristols** informatius trobem els textos que faciliten la visita i ajuden a interpretar la Taula Internacional dels Temps Geològics.



## Avinguda dels Temps Geològics. La història de la Terra i de la vida
















## Senyals en el paviment

Claus daurats i la us d'edat.  
Símbols de grans esdeveniments.  
Luminàries LED de grans extincions.

### Eó Precambrià (4 600 – 541 Ma)

-  Formació de la Terra
-  Formació de la Lluna
-  Primer oceà
-  Inici de la tectònica de plaques
-  Últim Avantpassat Comú Universal
-  Formacions de Ferro Bandat
-  La Gran Oxigenació
-  Primera glaciació global
-  Reproducció sexual i mort
-  Primers organismes pluricel·lulars
-  Quarta glaciació global

### Eó Fanerozoic (541 – 0 Ma)

-  Invenció de l'esquelet
-  Invenció de l'ull
-  Peixos amb mandíbules
-  -455 a -430 Ma. Primera Gran Extinció
-  Primeres plantes vasculares
-  Primers tetràpodes
-  -376 a -360 Ma. Segona Gran Extinció
-  Primers aràcnids
-  Libèl·lules gegants
-  252 Ma. Tercera Gran Extinció
-  Boscos de Ginkgos
-  201 Ma. Quarta Gran Extinció
-  Gran abundància d'Ammonits
-  Impacte d'un meteorit gegant
-  66 Ma. Cinquena Gran Extinció
-  Primers homínids
-  Gènere humà

## L'Avinguda dels Temps Geològics

Les **planxes** que formen l'Avinguda són d'un formigó tenyit i han estat fabricades exclusivament per Breinco per a la representació de la Taula Internacional dels Temps Geològics.

La **lluminària** encastada en el paviment situa els moments en què es van produir les cinc grans extincions més importants de la vida a la Terra.

## La mesura del temps geològic

LA HISTÒRIA DE LA TERRA S'INSCRIU EN L'ESCALA CRONOSTRATIGRÀFICA

### La Taula Internacional dels Temps Geològics

La Taula Internacional dels Temps Geològics és el marc on s'inscriu la història de la Terra. Combina una escala numèrica que utilitza com a unitat el milió d'anys (Ma; escala cronomètrica) i una escala que s'expressa en noms d'unitats de temps relatives (escala cronostatigràfica).

La Taula és establerta per convenció i es fonamenta en el Sistema Internacional Estandarditzat d'Unitats Estratigràfiques (per exemple: Juràssic, Paleocè o zona d'ammonits d'Hildoceras bifrons). Aquest sistema de classificació el regula la Comissió Internacional d'Estratigrafia.

L'escala cronostatigràfica es basa en el Principi de Superposició dels Estrats: els estrats de roques sedimentàries que contenen restes d'organismes fòssils moderns es troben damunt d'estrats de roques sedimentàries que contenen restes d'organismes fòssils més antigues. Si a cada un d'aquests grups d'estrats hom li atorga un nom, llavors s'obté una escala cronostatigràfica de, si més no, validesa local. La proliferació d'aquestes unitats de validesa local van propiciar que s'establissin unes unitats estàndard amb validesa global, a cada una de les quals la Comissió Internacional d'Estratigrafia acordà d'atorgar-li un nom.

La Taula cronostatigràfica internacional reuneix dos conceptes que són diferents però que estan íntimament enllaçats:

D'una banda, el concepte “temps absolut”, que es compta en milions d'anys enrere. Per exemple, el període Cretaci és l'interval de temps que va transcórrer entre 145,0 i 66,0 milions d'anys enrere comptant des d'ara.

D'altra banda, el concepte “temps relatiu”, que es refereix a les roques que es van formar durant un interval de temps determinat. Per exemple, el sistema Cretaci són les roques que es van formar durant el període Cretaci, després que es formessin les roques del sistema Juràssic i abans que es formessin les roques del sistema Paleogen.

És per aquestes dues raons que hom pot passejar-se per damunt del sistema Cretaci (les roques) però no pot anar al període Cretaci (entre 145,0 i 66,0 milions d'anys enrere).

El concepte “temps absolut” divideix els temps geològics en Eons, Eres, Períodes, Èpoques i Edats.

El concepte “temps relatiu” agrupa les roques que es van formar en cada interval de temps absolut en Eonotemes, Eratemes, Sistemes, Sèries i Estatges.

### Nomenclatura

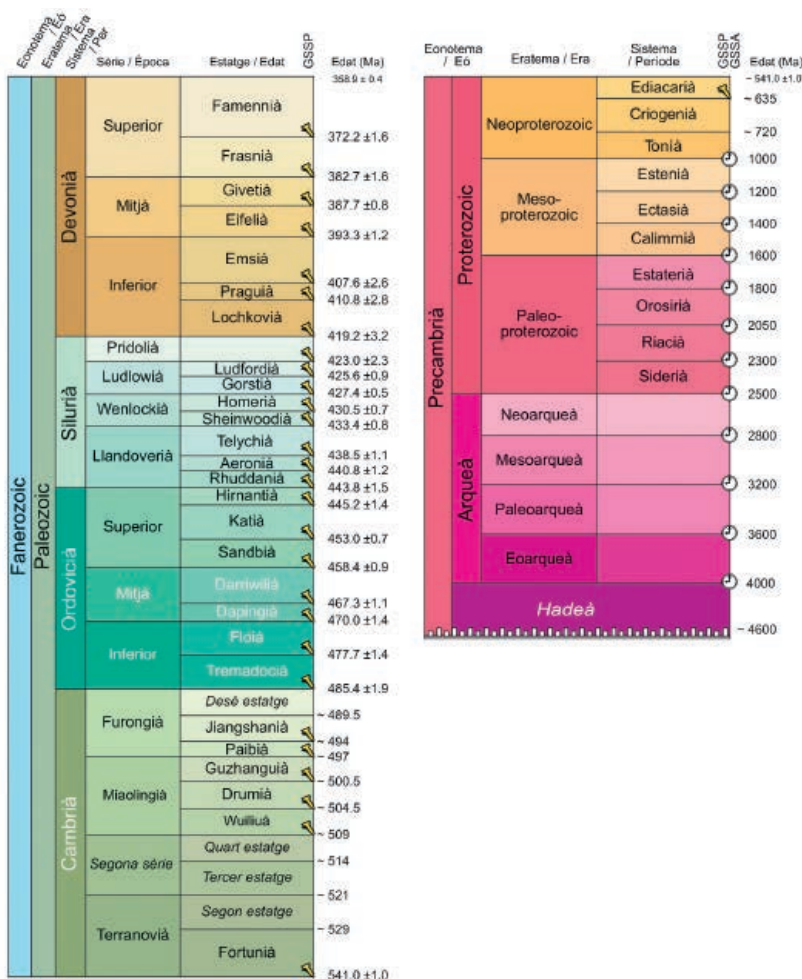
Pel que fa a l'origen de la nomenclatura de les unitats, els noms dels eonotemes i els dels eratemes fan referència als tipus de vida que es desenvolupaven a la Terra (per exemple, Mesozoic, del grec “vida animal mitjana”), mentre que les èpoques prenen el nom o bé de llur posició estratigràfica (per exemple, Triàsic superior, que vol dir que se situa estratigràficament damunt del Triàsic mitjà) o bé va ser determinada pels autors que la van definir (per exemple, Miocè, utilitzat per Charles Lyell el 1833).

Els estatges generalment prenen el nom de l'àrea on s'ha descrit la “sèrie tipus” o sèrie estratigràfica patró (per exemple, Maastrichtià indica que la secció patró es va definir per primer cop a Maastricht, Països Baixos, i llerdià, estatge de validesa regional a l'àmbit occidental de la Tetis, que equival a la part baixa de l'estatge internacional lpresità, indica que la secció patró es va definir a la província de Lleida, concretament a la Conca de Tremp).



## Taula Cronostratigràfica Internacional Comissió Internacional d'Estratigrafia Versió 2018/08

Epoca / Era Estratigràfica Sistèmica / Període	Sèrie / Època	Estatge / Edat	GSSP	Edat (Ma) actualitat	Epoca / Era Estratigràfica Sistèmica / Període	Sèrie / Època	Estatge / Edat	GSSP	Edat (Ma)		
										Edat (Ma)	
Fanerozoic	Cenozoic	Quaternari	Holocè	0.000	Mesozoic	Juràssic	Superior	Titià	152.1 ±0.9		
			Plistocè	0.0117				Kimmeridgià	157.3 ±1.0		
				0.125				Oxfordià	163.5 ±1.0		
			Neogen	Miocè			Mitjà	0.781	Calovià	166.1 ±1.2	
		1.80					Bathonià	168.3 ±1.3			
		2.58		Bajocià			170.3 ±1.4				
		3.600		Aalenjà		174.1 ±1.0					
		5.333		Toarcià		182.7 ±0.7					
		7.246		Phienbaquià		190.8 ±1.0					
		11.63		Sinemarià		199.3 ±0.3					
		13.82		Hettangià		201.3 ±0.2					
	Paleogen	Oligocè		15.97		Retià	206.5				
				20.44	Norià	227					
				23.03	Carnià	237					
		Eocè		27.82	Ladinià	242					
				27.82	Anisià	247.2					
				33.9	Olenekià	251.2					
				37.8	India	251.802 ±0.024					
				41.2	Changxingià	254.14 ±0.07					
				47.8	Wuchiapingià	259.1 ±0.5					
		Paleocè		56.0	Capitanià	265.1 ±0.4					
				59.2	Wordià	268.8 ±0.5					
				61.6	Roadià	272.95 ±0.11					
				66.0	Kungurià	283.5 ±0.6					
			66.0	Artinskià	290.1 ±0.26						
			72.1 ±0.2	Sakmarià	293.52 ±0.17						
			72.1 ±0.2	Asselià	298.9 ±0.15						
	Mesozoic	Cretaci	Superior	Maastrichtià	83.6 ±0.2	Paleozoic	Permian	Cisuralià	Gjelià	303.7 ±0.1	
					86.3 ±0.5				Kasimovià	307.0 ±0.1	
				89.8 ±0.3	Moscovià				315.2 ±0.2		
				93.9	Baixkinià				323.2 ±0.4		
				100.5	Serpukhovià				330.9 ±0.2		
Inferior			-113.0				Carbonífer	Mississippian	Permian	Viseà	346.7 ±0.4
			-125.0							Tournaisià	358.9 ±0.4
			-129.4								
			-132.9								
			-139.8								



Els límits inferiors de les unitats de tots els rangs es troben actualment en procés de ser definits com a Estratotips Globals de Límit (GSSP-*Global Boundary Stratotype Section and Point*), incloses les de l'Arqueà i el Proterozoic que, per convenció, havien estat definits cronomètricament segons edats numèriques absolutes (GSSA-*Global Standard Stratigraphic Ages*). Hom pot trobar la taula original i la informació detallada sobre els GSSP ratificats a <http://www.stratigraphy.org>.

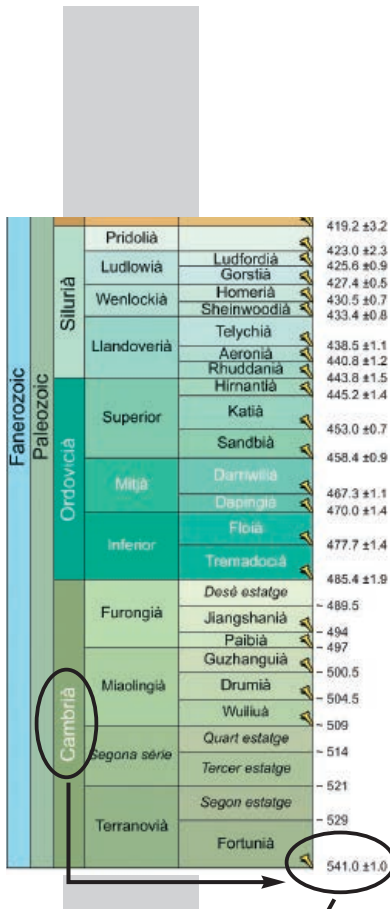
Les edats numèriques (Ma) estan subjectes a revisió i no defineixen unitats en el Fanerozoic ni en l'Ediacarià. Això només ho fan els GSSP. Pel que fa als límits d'aquelles unitats del Fanerozoic que encara no tenen un GSSP ratificat, o dels quals no es disposa d'una edat numèrica acotada, la taula dona una edat numèrica aproximada.

Les Subsèries/Subèpoques ratificades s'abrevien com S/T (Superior/Tardà), M (Mitjà) i I/P (Inferior/Primerenc). Les edats numèriques de tots els sistemes excepte el Quaternari, el Paleogen superior, el Cretaci, el Triàsic, el Permian i el Precambrià provenen de "A Geologic Time Scale 2012" de Gradstein et al. (2012). Les del Quaternari, Paleogen superior, Cretaci, Triàsic, Permian i Precambrià són aportacions originals de les subcomissions respectives de la ICS.

Taula dissenyada per K. M. Cohen, D. A. T. Harper, P. L. Gibbard, J.-X. Fan. International Commission on Stratigraphy. Agost 2018.



## L'Avinguda dels Temps Geològics



Clau de Període

Els orígens dels noms que estan representats a l'Avinguda dels Temps Geològics es detallen, juntament amb altra informació, a la part V d'aquesta publicació.

Aplicant la metodologia esmentada, la història de la Terra ha quedat subdividida en dues unitats d'ordre major les quals, de més antiga a més moderna, s'anomenen Eó Precambrià i Eó Fanerozoic. L'Eó Precambrià és en realitat un "Super Eó" format d'eons més petits.

### Les fites temporals: els claus daurats

Els canvis de període geològic es representen a l'Avinguda dels Temps Geològics amb **claus cronostratigràfics normalitzats**, que són plaques circulars de bronze encastades al paviment d'asfalt. Algunes d'aquestes plaques corresponen als "claus daurats" de la Taula Internacional dels Temps Geològics. Les altres són marques de temps o de data. Per tal de diferenciar-les, hi ha de dos diàmetres:

#### Claus de Període

Són les plaques més grans. Tenen 15 centímetres de diàmetre, estan situades a l'inici de cada interval de temps geològic i duen inscrits un nom de Període, una figura triangular (que recorda els claus que utilitza l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya per senyalitzar els vèrtexs geodèsics en el terreny) i l'edat corresponent en milions d'anys (Ma) a comptar des del present. Evoquen els "Claus Daurats" o "Golden Spikes", que la Comissió Internacional d'Estratigrafia (la Comissió) situa sobre el terreny, a la base de determinats conjunts d'estrats de roca que serveixen de patró per determinar l'edat d'altres conjunts de roques de qualsevol altra part del món. Els conjunts d'estrats-patró són únics i s'anomenen "Estratotips Globals de Límit" o GSSP en les seves sigles angleses.

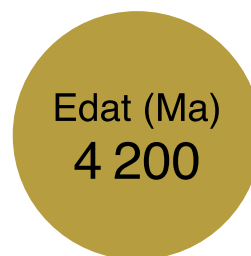
Als intervals de temps (Eres) corresponents a l'Eó Precambrià (la part alta del Passeig), tot i que els límits no estan definits de la mateixa manera que els dels intervals de temps (Períodes) de l'Eó Fanerozoic (part baixa del Passeig) s'ha optat per situar plaques similars, atès que actualment (el 2019) estan en procés de redefinició per part de la Comissió.



Les ubicacions geogràfiques i geològiques reals dels “Claus Daurats” dels GSSP, tal com estan publicades per la Comissió, s’han inclòs en els encapçalaments de la part V d’aquesta publicació.

### Claus de Data

Són les plaques més petites. Tenen 10 centímetres de diàmetre i estan situades a distàncies regulars entre elles. Només duen gravat un número, la paraula “Edat” i les sigles “Ma”. Aquestes plaques són fites que corresponen a instants del temps geològic al llarg de l’escala, a comptar en milions d’anys des del present. Serveixen per copsar físicament el decurs del temps geològic al llarg de l’Avinguda.



Clau de Data

## La dimensió del temps geològic

### La longitud dels dos trams del Passeig

La configuració urbanística del Passeig de Pompeu Fabra ha determinat que la Taula Internacional dels Temps Geològics es representi en dos trams. En cada un d’ells la representació és a escala real, és a dir, a cada pas es recorre un nombre de milions d’anys constant. Al tram superior del Passeig, un pas de 0,80 cm equival a recórrer 27,5 milions d’anys. Al tram baix del Passeig, el mateix pas de 0,80 cm equival a recórrer 8,5 milions d’anys.

Els temps més recents se situen a la part baixa del Passeig, la més propera al Centre de Suport Territorial Pirineus de l’ICGC i els temps més antics a la part alta del Passeig. D’aquesta manera es pot viure amb el propi esforç físic d’ascensió la dificultat d’investigar els períodes geològics més antics.

Cal remarcar que les versions publicades en paper o en digital no són representacions lineals del temps geològic sinó que la longitud de les unitats de temps és condicionada pel nivell de detall (i del coneixement geològic) dels eons i de la resta d’unitats. Per exemple, l’Eó Precambrià, que va durar 4 059 Ma, se sol representar en 7,5 cm, mentre que en el mateix document l’Eó Fanerozoic, de només 541 Ma, es representa en un espai de 48 cm.

**LA TAULA INTERNACIONAL  
DELS TEMPS GEOLÒGICS  
ES REPRESENTA AL LLARG  
DEL PASSEIG DE POMPEU  
FABRA EN DOS TRAMS.**

**LA LONGITUD TOTAL  
DE L’AVINGUDA ÉS DE 223,10 M:  
171,71 EÓ PRECAMBRIÀ  
(TRAM ALT DE PASSEIG)  
51,39 M EÓ FANEROZOIC  
(TRAM BAIX DEL PASSEIG)**

Els faristols de l'Avinguda dels Temps Geològics

1

## Avinguda dels Temps Geològics

La història de la Terra en milions d'anys (Ma.) a escala del passeig

*Avenida de los Tiempos Geológicos*  
*La historia de la Tierra en millones de años (Ma.) a escala del paseo*  
*Geological Times Avenue*  
*The Earth history in million of years (Ma.) at the promenade scale*



**Senyals en el paviment**  
**Señales en el pavimento**  
**Signs on the pavement**

Claus daurats i claus d'edat  
*Clavos dorados y clavos de edad*  
*Golden spikes and age spikes*



Les Cinc Grans Extincions (llums LED)  
*Las Cinco Grandes Extinciones (lucos LED)*  
*The Five Big Massive Extinctions (LED lights)*

Símbols de grans esdeveniments  
*Símbolos de grandes acontecimientos*  
*Symbols of major events*

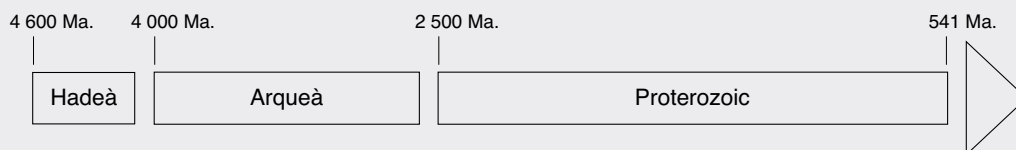
Faristol 1: Introducció. Ubicat a l'inici del Passeig.

## 2

## Eó Precambrià (4 600 – 541 Ma.)

El 90% del temps geològic

*Eón Precámbrico (4 600 – 541 Ma.). El 90% del tiempo geológico*  
*Precambrian Eon (4 600 – 541 Ma.). The 90% of geological time*



### Símbols de grans esdeveniments Símbolos de grandes acontecimientos Major events symbols

	Formació de la Terra <i>Formación de la Tierra</i> <i>Formation of Earth</i>		La Gran Oxigenació <i>La Gran Oxigenación</i> <i>The Great Oxygenation Event</i>
	Formació de la Lluna <i>Formación de la Luna</i> <i>Formation of Moon</i>		Primera Glaciació Global <i>Primera Glaciación Global</i> <i>First Global Snowball</i>
	Primer oceà <i>Primer océano</i> <i>First ocean</i>		Reproducció sexual <i>Reproducción sexual</i> <i>Sexual Reproduction</i>
	Inici de la tectònica de plaques <i>Inicio de la tectónica de placas</i> <i>Onset plate tectonics</i>		Primers organismes pluricel·lulars <i>Primeros organismos pluricelulares</i> <i>First multicellular life</i>
LUCA	Últim Avantpassat Comú Universal <i>Último Antepasado Común Universal</i> <i>Last Universal Common Ancestor</i>		Quarta Glaciació Global <i>Cuarta Glaciación Global</i> <i>Fourth Global Snowball</i>
Fe	Formacions de Ferro Bandat <i>Formaciones de Hierro Bandeado</i> <i>Banded Iron Formations</i>		

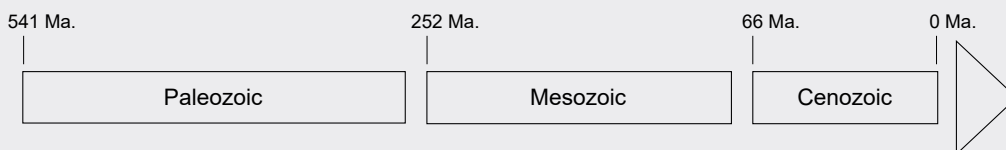


3

## Eó Fanerozoic (541 – 0 Ma.)

L'Éó actual

*Eón Fanerozoico (541 – 0 Ma.). Eón actual*  
*Phanerozoic Eon (541 – 0 Ma.). Current Eon*



### Símbols de grans esdeveniments *Símbolos de grandes acontecimientos* *Major events symbols*



Invenció de l'esquelet  
*Invención del esqueleto*  
*Invention of skeleton*



Extinció de les libèl·lules gegants  
*Extinción de las Libélulas gigantes*  
*Extinction of the Giant dragonflies*



Invenció de l'ull  
*Invención del ojo*  
*Invention of eye*



Boscos de ginkgos  
*Bosques de ginkgos*  
*Ginkgo forests*



Primers peixos  
*Primeros peces*  
*First fishes*



Gran abundància d'ammonites  
*Gran abundancia de ammonites*  
*Great deal of ammonites*



Primeres plantes vasculares  
*Primeras plantas vasculares*  
*First vascular plants*



Impacte d'un meteorit gegant  
*Impacto de un meteorito gigante*  
*Impact of a giant meteorite*



Primers tetràpodes  
*Primeros tetrápodos*  
*First tetrapods*



Primers homínids  
*Primeros homínidos*  
*First hominids*



Primers aràcnids  
*Primeros arácnidos*  
*First arachnids*



Gènere Homo  
*Género Homo*  
*Genus Homo*

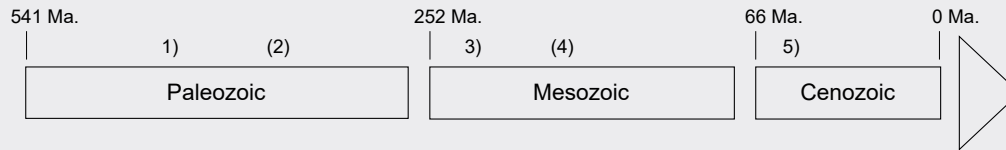
Faristol 3: Els Temps Fanerozoics. Ubicat a l'inici del segon tram del Passeig.

4

## Eó Fanerozoic (541 – 0 Ma.)

L÷Eó actual

*Eón Fanerozoico (541 – 0 Ma.). Eón actual*  
*Phanerozoic Eon (541 – 0 Ma.). Current Eon*



**Les Cinc Grans Extincions (llums LED)**  
**Las Cinco Grandes Extinciones (luces LED)**  
**The Five Big Massive Extinctions (LED lights)**

- 450—440ÀMa Primera Gran Extinció (1)  
*Primera Gran Extinció (1)*  
*First Mass Extinction (1)*
- 375—360ÀMa Segona Gran Extinció (2)  
*Segunda Gran Extinció (2)*  
*Second Mass Extinction (2)*
- 252ÀMa Tercera Gran Extinció (3)  
*Tercera Gran Extinció (3)*  
*Third Mass Extinction (3)*
- 201ÀMa Quarta Gran Extinció (4)  
*Cuarta Gran Extinció (4)*  
*Fourth Mass Extinction (4)*
- À 66ÀMa Cinquena Gran Extinció (5)  
*Quinta Gran Extinció (5)*  
*Fifth Mass Extinction (5)*

**Mostres de roques dels Pirineus**  
**Muestras de rocas de los Pirineos**  
**Sample rocks of the Pyrenees**



**Llambordins de roques naturals**  
**Adoquines de rocas naturales**  
**Cobblestone made of natural rocks**

Faristol 4: Les cinc grans extincions. Ubicat al mig del segon tram del Passeig.

## Els elements constructius

Per reproduir la Taula Internacional dels Temps Geològics s'ha construït un paviment de materials artificials que s'ubica a la meitat esquerra, en sentit del pendent, de la zona central de vianants del Passeig de Pompeu Fabra. La meitat dreta d'aquesta zona s'ha repavimentat de nou amb asfalt.

Els materials artificials amb els quals es representa la Taula Internacional dels Temps Geològics són peces úniques fabricades especialment per Breinco per aquest propòsit. Duen inscrits els noms dels intervals dels temps geològics i uns símbols que representen moments cabdals a la història de la Terra i l'evolució de la vida, tots ells gravats amb tècniques làser. Unes lluminàries LED encastades en el paviment de la part baixa del Passeig marquen les cinc grans extincions de la vida a la Terra ocorregudes durant l'Eonotema Fanerozoic.

Al llarg del tram baix de l'Avinguda dels Temps Geològics, la que correspon a l'Eó Fanerozoic, hi ha una filera de llambordins entre les lloses acolorides de la Taula Internacional dels Temps Geològics i el paviment d'asfalt. Mostren algunes de les roques pirinenques que es van formar durant l'interval de temps que va entre fa 541,0 milions d'anys i l'actualitat.

A la part alta del Passeig, corresponent a l'Eó Precambrià (entre 4 600 i 541,0 milions d'anys) no hi ha llambordins atès que als Pirineus no han estat documentades roques tan antigues, excepte dels últims temps d'aquell Eó (període Ediacarià). Però no ha estat tècnicament factible obtenir-ne cap exemplar per a les finalitats requerides. Per tal d'incloure també materials naturals en aquesta part de l'Avinguda dels Temps Geològics s'ha optat per situar unes peces que delimiten les eres del Precambrià. Els materials utilitzats i els seus significats es resumeixen a la taula: Materials naturals de separació entre les eres de l'Eó Precambrià.

Dins de la part que correspon a l'Eó Fanerozoic, el de la part baixa del Passeig, quan no ha estat tècnicament factible fabricar llambordins de pedra natural, s'ha optat per omplir l'interval corresponent amb formigó comercial, un material que es diferencia fàcilment dels naturals.



L'ordre en el qual es disposen els llambordins segueix el Principi de Superposició dels Estrats (les roques més modernes estan damunt de les més antigues). Només en alguns casos, com en el Paleogen o el Devonià, per tal d'evocar la varietat de roques que es van formar durant aquells períodes, algunes roques que tenen la mateixa edat s'han hagut de posar tècnicament les unes a continuació de les altres i no al costat, on realment les hi correspondria.

En aquest Catàleg, els noms que figuren a continuació dels tipus de roca dels llambordins són els més usuals que s'utilitzen en geologia per identificar-les. Per exemple "Conglomerat i gres vermells Peranera" descriu el tipus de roca (conglomerat i gres de colors vermells) i la formació geològica en la qual s'integra la roca (Formació de Peranera, definida a aquella localitat de l'Alta Ribagorça).

Les roques de les quals s'han fet els llambordins han estat seleccionades i localitzades per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (Centre de Suport Territorial Pirineus) i la majoria han estat aportades per les empreses associades al Gremi d'Àrids de Catalunya que han col·laborat en el projecte.

### Materials naturals de separació entre les eres de l'Eó Precambrià

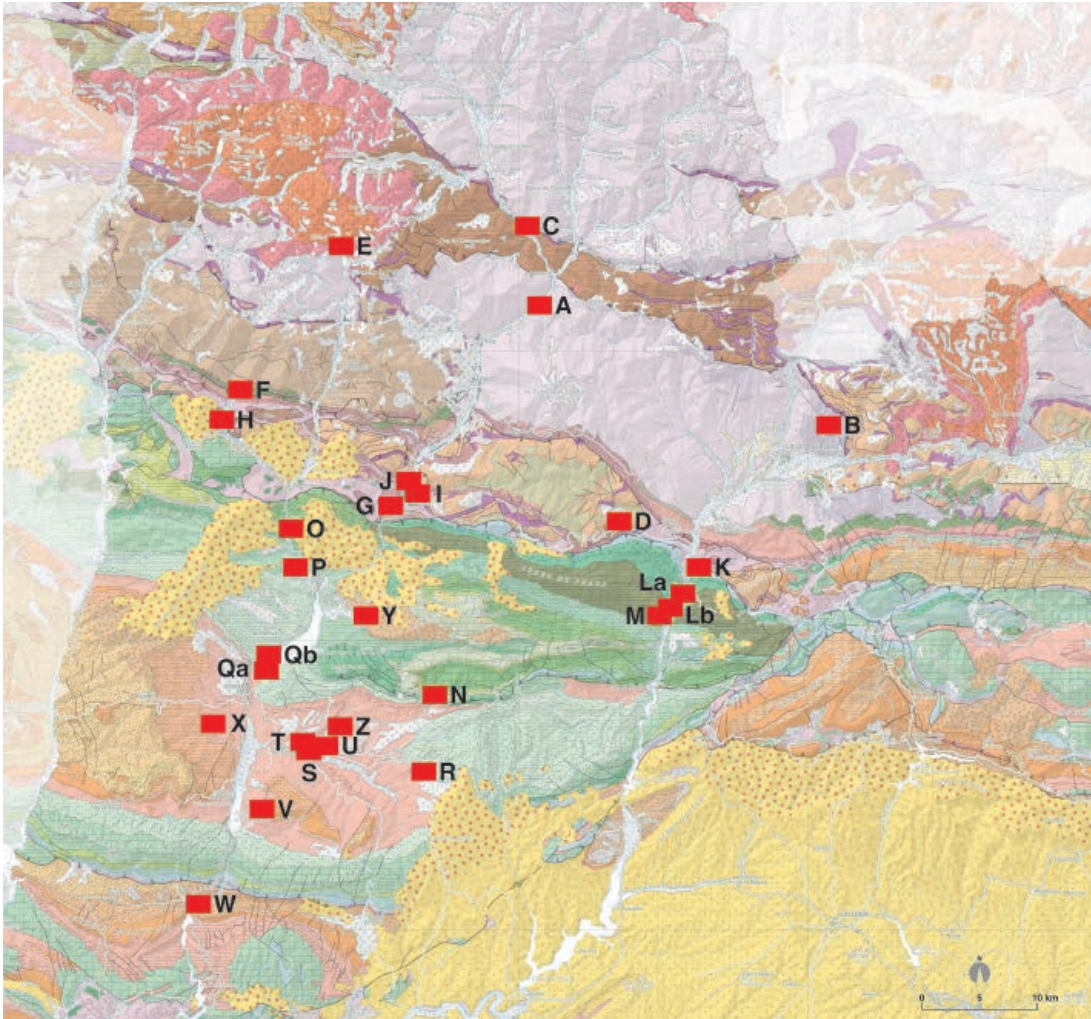
Límit	Edat Ma	Material geològic	Nom comercial	Procedència	Significat
Hadeà-Arquà (+Eoarqueà)	4 000	Marbre blanc	Blanc Macael	Macael, Almeria	Neutre
Eoarqueà-Paleoarqueà	3 600	Marbre blanc	Blanc Macael	Macael, Almeria	Neutre
Paleoarqueà-Mesoarqueà	3 200	Marbre blanc	Blanc Macael	Macael, Almeria	Neutre
Mesoarqueà-Neoarqueà	2 800	Marbre blanc	Blanc Macael	Macael, Almeria	Neutre
Arqueà (+Neoarqueà)- Proterozoic (+Paleoproterozoic)	2 500	Marbre blanc	Blanc Macael	Macael, Almeria	Neutre
Paleoproterozoic- Mesoproterozoic	1 600	Migmatita	Gran Pola	Escut Brasiler o Escut Africà	Escorça inferior de la Terra. Edat propera al límit
Mesoproterozoic- Neoproterozoic	1 000	Granit Rapakivi (Tonalita)	Marron Baltica	Finlàndia o Noruega,	Escorça inferior de la Terra.
Límit superior Neoproterozoic	541	Granit Albita	Verde Ubatuba	Escut Brasiler	Escorça inferior de la Terra. Edat propera al límit

## L'Avinguda dels Temps Geològics

Esquemàticament, en el sentit descendent del Passeig, de més antic a més modern, es poden observar els llambordins següents:

Interval de temps geològic		Llambordins		Procedència	Situació mapa geològic		
Eó Fanerozoic	Era Paleozoica	Cambrià	Pissarres grises la Seu	Roní (Pallars Jussà)	A		
		Ordovicià	Tram 1	Pissarres grises la Seu	Roní (Pallars Jussà)	A	
			Tram 2	Conglomerat Rabassa	Llirt (Alt Urgell)	B	
		Silurià	No factible tècnicament		Formigó comercial		
		Primera Extinció		Lluminària LED			
		Devonià	Tram 1	Calcària Griotte Manyanet	Estaron (Pallars Sobirà)	C	
			Tram 2	Calcària Griotte Compte	Espaén (Alt Urgell)	D	
		Segona Extinció		Lluminària LED			
		Carbonífer	No factible tècnicament		Formigó comercial		
		Permià	Tram 1	Granit (granodiorita) gris Aneto-Maladeta	La Vall Fosca (Pallars Jussà)	E	
	Tram 2		Conglomerat i vermell Peranera	Les Esglésies (Pallars Jussà)	F		
	Tram 2		Gres vermell Peranera				
	Tercera Extinció		Lluminària LED				
	Era Mesozoica	Triàsic	Tram 1	Conglomerat vermell de quars Buntsandstein	Tremp (Pallars Jussà; peu de mont antic)	G	
			Tram 2	Gres vermell Buntsandstein	Xerallo (Pallars Jussà)	H	
			Tram 3	Calcària gris Muschelkalk	Gerri de la Sal (Pallars Jussà)	I	
			Tram 4	Ofita, roca subvolcànica bàsica, Keuper	Gerri de la Sal (Pallars Jussà)	J	
		Quarta Extinció		Lluminària LED			
		Juràssic	Calcària gris gra fi Dogger	Castellar de Tost (Alt Urgell)	K		
		Cretaci	Tram 1	Calcària gris Prada 1	Montant de Tost (Alt Urgell)	La	
			Tram 2	Calcària gris Prada 2	Congost de Trespunts (Alt Urgell)	Lb	
			Tram 3	Calcària negra Prada	Organyà (Alt Urgell)	M	
			Tram 4	Calcària crema Santa Fe	Abella de la Conca (Pallars Jussà)	N	
	Tram 5		Gres gris Congost	Congost d'Erinyà (Pallars Jussà)	O		
	Tram 6		Gres gris Valcarca	Toralla (Pallars Jussà)	P		
	Tram 7		Gres gris de quars Areny 1	Talarn-Nerets (Pallars Jussà)	Qa		
	Tram 8		Gres gris de quars Areny 2	Talarn-Susterris (Pallars Jussà)	Qb		
Tram 9	Calcària gris Posa	Isona (Pallars Jussà)	R				
Tram 10	Gres vermell Garumnià	Isona (Pallars Jussà)	S				
Cinquena Extinció		Lluminària LED					
Era Cenozoica	Paleogen	Tram 1	Calcària Vallcebre/Suterranya	Isona (Pallars Jussà)	T		
		Tram 2	Gres vermell Garumnià	Isona (Pallars Jussà)	U		
		Tram 3	Calcària Cadi/Àger	Llimiana (Pallars Jussà)	V		
		Tram 4	Gres gris Baronia	La Baronia de Sant Oïsome (La Noguera)	W		
		Tram 5	Calcària Puigmaçana	Puigmaçana (Pallars Jussà)	X		
		Tram 6	Conglomerat Collegats	Pessonada (Pallars Jussà)	Y		
	Neogen	No tècnicament factible		Formigó comercial			
Quaternari	Travertí		Conques (Pallars Jussà)	Z			

**Materials naturals dels llambordins de roques del Fanerozoic.  
Procedència sobre el mapa geològic**





**Part V** Grans esdeveniments de la història de la Terra i de l'evolució de la vida representats a l'Avinguda



La discordança triàsica a Gerri de la Sal.

## Grans esdeveniments de la història de la Terra i de l'evolució de la vida representats a l'Avinguda

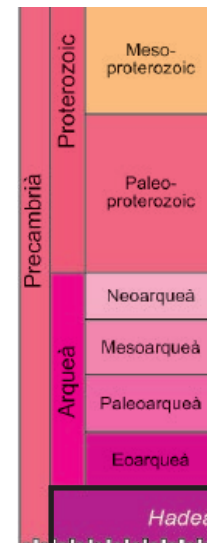
Les plaques de formigó acolorit de l'Avinguda dels Temps Geològics inclouen els noms dels intervals de temps geològic de la Taula Internacional i uns símbols que representen esdeveniments fonamentals en la història de la Terra i de la vida.

La visita a l'Avinguda dels Temps Geològics comença a la part més alta del Passeig de Pompeu Fabra, la més propera al Far, i s'efectua en sentit descendent, és a dir, fent un recorregut que comença amb la formació de la Terra, fa 4 600 milions d'anys, i finalitza en el període actual, el Quaternari.

Els significats i els orígens dels noms dels intervals de temps geològic, i les localitzacions geogràfica i geològica reals dels claus daurats en el món, es presenten tot seguit juntament amb l'explicació dels símbols gravats en el paviment, dels materials naturals que hi ha encastats i de les cinc lluminàries LED que marquen les extincions de la vida al planeta.

<b>SÚPER EÓ PRECAMBRIÀ</b>	<b>Origen del nom:</b> D'abans del Cambrià	<b>Autor:</b> Comissió Internacional d'Estratigrafia (ICS)
<b>HADEÀ</b>	<b>Origen del nom:</b> Del grec Hades, el déu de l'Inframón. Es refereix a les condicions "infernals" de la Terra en aquell temps	<b>Autor:</b> Preston Cloud (1972). Posteriorment, W. Brian Harland utilitza el nom "Priscoà"

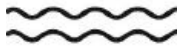
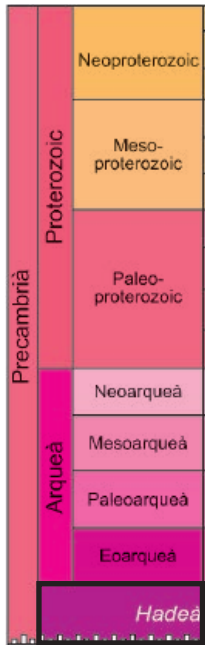
Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).



### La formació de la Terra

La Terra, juntament amb la resta del Sistema Solar, es va formar fa 4 600 Ma, al cap de 9 100 Ma del Big Bang, que marca l'inici de la formació de l'Univers.

Els temps geològics comencen a comptar des de la formació de la Terra. L'Eó Hadeà (entre -4 600 i -4 000 Ma) va ser proposat el 1972 per anomenar el període de temps que va des de la formació de la Terra fins a l'edat de les roques més antigues que llavors es coneixien.



Actualment, les roques més antigues que es coneixen són de fa més de 4 000 Ma. Formen part dels nuclis més antics (escuts continentals) de Groenlàndia i Austràlia.

A la mitologia grega, Hades, el déu de l'inframón, era nét de Gaia, la Terra.

### La formació de la Lluna

La hipòtesi per explicar la formació de la Lluna que actualment suscita més consens entre la comunitat científica és la de l'impacte gegantí, o "el Gran Esquitx" (*Big Splash*, en anglès). Proposa que la Lluna es va formar fa uns 4 500 Ma a partir de les restes ejectives a l'espai per l'impacte a la Terra d'un planeta de les dimensions de Mart, anomenat Teia. A la mitologia grega, Teia era una tità, filla de Gaia, la Terra, i mare de Selene, la Lluna.

El 1898 Darwin va proposar que una vegada la Terra i la Lluna haurien estat un mateix cos, i que la Lluna hauria estat expel·lida de la Terra, quan aquesta encara es trobava en un estat de fusió, per la força centrífuga de la rotació del planeta.

Algunes teories atribueixen al Gran Esquitx la inclinació de 23,5° de l'eix de la Terra, que causa les estacions de l'any.

### Els primers oceans

L'origen de l'aigua a la Terra és matèria d'investigació per part de les grans agències espacials. Les teories més recents, basades en proves geoquímiques, semblen indicar que l'aigua va ser aportada per cossos d'origen extraterrestre, de tipus cometa, procedents del cinturó exterior d'asteroides. Això es teoritza que va passar a l'Hadeà, durant l'època anomenada "Gran Bombardeig", fa entre 4 370 i 4 200 Ma, poc després de l'impacte de Teia i la formació de la Lluna.

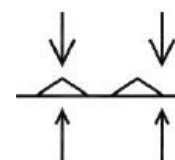
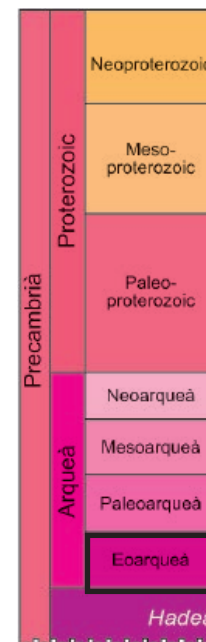
Tot i això, l'edat del primer oceà no està clara del tot. Sembla que a l'Hadeà ja n'havia existit un, però va desaparèixer a conseqüència de l'impacte de Teia. Segons aquesta teoria, l'aigua vaporitzada d'aquell oceà juntament amb les partícules també vaporitzades de l'escorça de la Terra i de la mateixa Teia, van formar una atmosfera de CO<sub>2</sub>, pols, vapor i hidrogen. Al cap d'uns 2 000 Ma les pluges d'aigua i un nou bombardeig de meteorits i cometes haurien tornat a formar els oceans, ara ja definitivament.

A la mitologia grega, Oceà era un tità fill d'Urà (el Cel) i de Gaia (la Terra).

**A l'Avinguda dels Temps Geològics el límit entre l'Hadeà i l'Eó Arqueà (Era Eoarqueana) es materialitza mitjançant una franja de material natural de color blanc. És marbre de Macael i només significa el canvi d'Eó.**



<b>EÓ ARQUEÀ</b>	<b>Origen del nom:</b> Del grec Archaíos (arcaic)	<b>Autor:</b> Comissió Internacional d'Estratigrafia (ICS)
<b>ERA EOARQUEANA</b>	<b>Origen del nom:</b> Del grec Eos (alba) i Arqué (origen o principi)	<b>Autor:</b> Decidit per la Subcomissió del Precambrià el 1996, però no sotmès a la ICS
<b>Definida cronomètricament (4 000-3 600 Ma)</b>		<b>Referència:</b> Informalment a <i>Episodes</i> 15/2, 1992
Adaptat de la ICS ( <a href="http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps">www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps</a> ).		

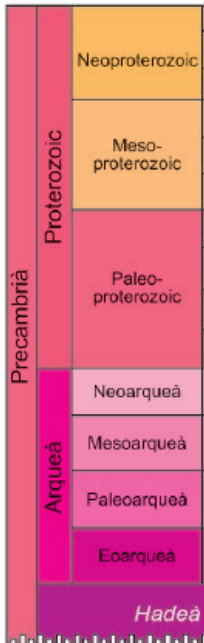


### L'inici de la tectònica de plaques

L'escorça actual de la Terra és rígida i està formada per uns blocs anomenats plaques tectòniques, els quals es desplacen al damunt del mantell litosfèric de naturalesa plàstica. Algunes plaques se separen, altres freguen entre elles i altres col·lisionen, situant-se una al damunt de l'altra. La teoria més acceptada per la comunitat científica suposa que la tectònica de plaques es va iniciar a la Terra durant l'Era Eoarquena, un cop l'escorça s'havia refredat el suficient. El moviment de les plaques tectòniques no només ha configurat l'escorça de la Terra en continents i oceans que van canviant de forma i de posició al llarg de la història geològica, sinó que és el motor que recicla les roques de l'escorça terrestre i, amb elles, tots els minerals i els nutrients del Sistema Terra, necessaris per a la vida en el planeta.

Originalment, tota l'escorça de la Terra era basàltica. Actualment, només ho és l'escorça oceànica. L'escorça continental és de composició semblant al granit, abundant en alumini. Algunes teories apunten que la diferenciació dels dos tipus d'escorça es va produir a les zones de subducció, on l'escorça d'una de les plaques se submergeix, juntament amb aigua marina, sota l'escorça de l'altra placa. Això passa a les fosses oceàniques, com per exemple la de les Illes Marianes. Possiblement, la reacció de l'aigua a altíssimes temperatures amb els materials de l'escorça de la placa superior, a profunditats de diversos quilòmetres, hauria contribuït a lixiviar minerals lleugers que es trobaven dispersos, com l'alumini. Finalment el procés hauria acabat formant zones enriquides en els minerals lleugers, donant inici a la formació de l'escorça continental.

A l'Avinguda dels Temps Geològics el límit entre l'Era Eoarquena i l'Era Paleoarquena es materialitza mitjançant una franja de material natural de color blanc. És marbre de Macael i només significa el canvi d'Era.



LUCA

### ERA PALEOARQUEANA

**Origen del nom:** Del grec Paleo (antic) i Arché (origen o principi)

**Autor:** Decidit per la Subcomissió del Precambrià el 1996, però no sotmès a la ICS

**Definida cronomètricament (3 600-3 200 Ma)**

**Referència:** Informalment a *Episodes* 15/2, 1992

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).

### L'avantpassat

LUCA són les inicials de *Last Universal Common Ancestor* (Ancestre Comú Universal més Recent). No és el primer organisme que va viure, sinó l'organisme del qual descendim tots els éssers que han viscut i viuen a la Terra des dels temps paleoarqueans.

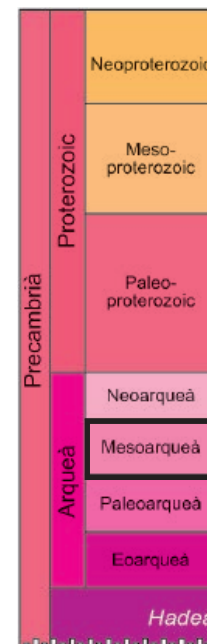
La teoria de l'existència de LUCA ja va ser enunciat per Charles Darwin el 1859 en el llibre *Sobre l'origen de les espècies* (1859) i ha estat elaborada i matisada posteriorment per la comunitat científica.

Sembla que LUCA va viure durant l'Era Paleoarqueana encara que algunes investigacions recents, basades en el mètode del "rellotge molecular", el situen encara més aviat, fa més de 4 000 Ma, durant l'Eó Hadeà, només al cap d'alguns centenars de milions d'anys des de la formació de la Terra.

LUCA vivia en condicions anaeròbiques (no hi havia aire a la Terra, ni a l'atmosfera, ni dissolt en l'aigua dels oceans), sense llum, en l'ambient d'alta temperatura i pressió elevada de les fumaroles hidrotermals, riques en hidrogen, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> i ferro, que hi ha en algunes zones geològicament actives dels grans fons oceànics. D'aquell ambient extreia l'energia química que necessitava per alimentar-se, respirar i reproduir-se (quimiòsmosi).

Teories científiques recents apunten que LUCA era un organisme unicel·lular, petit, sense un nucli diferenciat. Tenia un citoplasma aquós en el qual es trobava el material genètic, i estava envoltat d'una membrana cel·lular de dues capes. Es reproduïa asexualment, per duplicació del seu propi material genètic i bipartició de la cèl·lula.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics el límit entre l'Era Paleoarqueana i l'Era Mesoarqueana es materialitza mitjançant una franja de material natural de color blanc. És marbre de Macael i només significa el canvi d'Era.**

**ERA  
MESOARQUEANA****Origen del nom:** Del grec Mesos (mig) i Arché (principi o origen)**Autor:** Decidit per la Subcomissió del Precambrià el 1996, però no sotmès a la ICS**Definida cronomètricament (3 200-2 800 Ma)****Referència:** Informalment a *Episodes* 15/2, 1992Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).

Fe

**Les formacions de Ferro Bandat**

Algunes de les roques més antigues que s'han conservat a la superfície de la Terra són les formacions de Ferro Bandat (en anglès, *Banded Iron Formations*). Segons alguns autors, les més antigues que es coneixen es van formar fa al voltant de 3 700 Ma. Altres es troben properes a la "Gran Oxigenació", també dita "Catàstrofe de l'Oxigen" (en anglès, *The Great Oxygenation Event*).

Consisteixen en alternances rítmiques de capes d'òxids de ferro i capes de pissarra pobres en ferro, sovint de color vermell, i només es troben als nuclis més antics d'alguns continents (escuts continentals d'Àustràlia, Brasil, Canadà, Índia, entre d'altres).

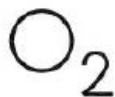
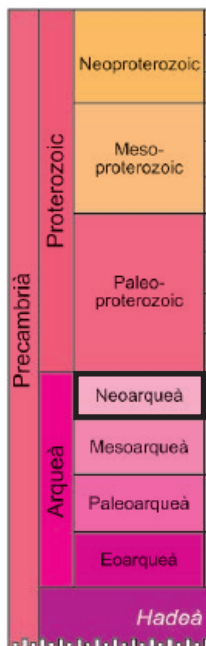
La seva formació se sol relacionar amb variacions en la quantitat d'oxigen dissolt a l'aigua marina, produït per uns dels descendents de LUCA, els cianobacteris.

Molt més endavant en el temps geològic, el període Siderià (fa entre 2 500 i 2 300 Ma), el més antic de l'Era Paleoproterozoica, és anomenat així a partir del ferro de les *Banded Iron Formations* que es van formar en aquell temps.

Els importants decalatges que s'observen en les edats numèriques d'aquests esdeveniments geològics evidencien la dificultat científica per esbrinar el que realment devia passar a la Terra en els temps precambrians.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics el límit entre l'Era Mesoarqueana i l'Era Neoarqueana es materialitza mitjançant una franja de material natural de color blanc. És marbre de Macael i només significa el canvi d'Era.**





### ERA NEOARQUEANA

**Origen del nom:** Del grec Neo (nou) i Arché (principi o origen)

**Autor:** Decidit per la Subcomissió del Precambrià el 1996, però no sotmès a la ICS

**Definida cronomètricament (2 800-2 500 Ma)**

**Referència:** Informalment a *Episodes* 15/2, 1992

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).

### O2. La Gran Oxigenació

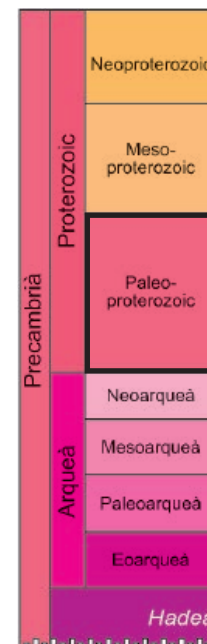
La producció d'oxigen la van iniciar els primers organismes fotosintètics fa al voltant de 3 500 Ma. Amb el decurs del temps geològic, als oceans i a l'atmosfera, que mai abans havien tingut oxigen lliure, es van anar produint acumulacions d'aquest gas. Poc a poc, la quantitat d'oxigen lliure anava assolint tals nivells que gran part de la Terra començava a passar de ser un ambient de caràcter reductor a un ambient oxidant.

Les causes se solen atribuir a la gran abundància de cianobacteris, que produeixen oxigen com a producte de rebuig del seu metabolisme. Sembla ser que el primer oxigen produït pels cianobacteris era captat pel ferro dissolt a l'aigua per formar magnetita, que es dipositava al fons marí (aquest procés està en l'origen de les *Banded Iron Formations*). Fins que al final va arribar un moment en què no hi havia prou ferro per absorbir tan d'oxigen, i gran quantitat d'oxigen lliure va passar a l'atmosfera, la qual, cap al final de l'Era Neoarqueana, va canviar la seva composició definitivament.

La Gran Oxigenació (en anglès, *The Great Oxygenation Event*) és un esdeveniment d'escala global que va ocórrer en el període de temps que va entre 2 400 i 2 000 Ma enrere, durant l'Era Paleoproterozoica, en el període Siderià.

**A l'avinguda dels Temps Geològics el límit entre l'Eó Arqueà (Era Neoarqueana) i l'Eó Proterozoic (Era Paleoproterozoica) es materialitza mitjançant una franja de material natural de color blanc. És marbre de Macael i només significa el canvi d'Eó.**

<b>EÓ PROTEROZOIC</b>	<b>Origen del nom:</b> Del grec Proteros (anterior) i Zoe (vida): Vida anterior	<b>Autor:</b> Comissió Internacional d'Estratigrafia (ICS)
<b>ERA PALEOPROTEROZOICA</b>	<b>Origen del nom:</b> Del grec Palaiós (antic), Próteros (primer) i Zoon (animal)	<b>Autor:</b> Decidit per la Subcomissió del Precambrià el 1996, però no sotmès a la ICS
<b>Definida cronomètricament (2 500-1 600 Ma)</b>		<b>Referència:</b> <i>Episodes</i> 14/2, 1991
<b>Inici:</b> Base del Període Siderià (2 500 Ma). Segons la ICS, la datació cronomètrica serà substituïda per un Clau Daurat. El Període Siderià va ser ratificat per la ICS el 1990.		
Adaptat de la ICS ( <a href="http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps">www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps</a> ).		



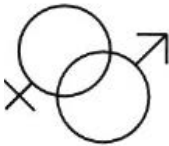
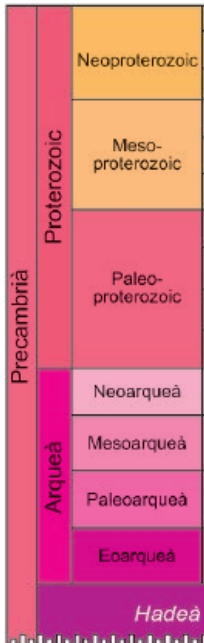
### Primera glaciació global

L'acumulació d'oxigen a l'atmosfera que els descendents de LUCA havien iniciat fa uns 3 500 Ma, havia anat produint l'oxidació del metà atmosfèric (un gas d'efecte hivernacle molt potent) en CO<sub>2</sub> (un gas d'efecte hivernacle menys sever) i aigua.

Segons la teoria de la "Terra Bola de Neu" (*Snowball Earth*, en anglès) aquella transformació va provocar un refredament de l'atmosfera de tal magnitud que, entre fa uns 2 400 i 2 100 Ma, es va produir una glaciació global que va convertir la superfície de tot el planeta en una massa gelada.

D'altra banda, la mateixa acumulació d'oxigen a l'atmosfera va representar una oportunitat per a la diversificació de la vida futura al planeta. Es va produir també un canvi cap a una sèrie de processos de tipus geoquímic que mai havien tingut lloc abans, ni als continents ni als oceans. Així, les interaccions químiques van generar nous minerals que inclouen l'oxigen en la seva fórmula química, que fins llavors no havien existit mai a la Terra.

A l'**Avinguda dels Temps Geològics** el límit entre l'Era Paleoproterozoica i l'Era Mesoproterozoica es materialitza mitjançant una franja de material natural, de color grisós amb tonalitats verdoses i vermelloses i textura cristal·lina, plegada. És una roca geològicament anomenada migmatita, i es va formar a l'escorça inferior de la Terra fa al voltant de 1 600 Ma, a principi de l'Era Mesoproterozoica. És procedent del que ara és el nucli antic (escut continental) del Brasil. Aquesta roca s'utilitza amb finalitats ornamentals i el seu nom comercial és "Gran Pola".



**ERA MESOPROTEROZOICA**

**Origen del nom:** Del grec Mésos (mitjà), Próteros (primer) i Zoon (animal)

**Autor:** Comissió Internacional d'Estratigrafia (ICS)

**Definida cronomètricament (1 600-1 000 Ma)**

**Referència:** *Episodes* 14/2, 1991

**Inici:** Base del Període Calimmià (1 600 Ma). El Període Calimmià va ser ratificat per la ICS el 1990.

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).

**La reproducció sexual i la mort**

Les primeres evidències de reproducció sexual que es coneixen es remunten a fa entre 1 200 i 1 000 Ma, durant el Període Estenià, de l'Era Mesoproterozoica.

Abans de l'Estenià, la reproducció de tots els organismes vivents era exclusivament de tipus asexual, generalment per bipartició: Un únic organisme origina la seva descendència, la qual és genèticament idèntica a l'organisme que l'ha generat, de manera que l'organisme genitor és "immortal".

En canvi, la reproducció sexual, que és la més comuna dels organismes que tenen a les seves cèl·lules un nucli envoltat per una membrana, crea un nou organisme descendent mitjançant la combinació dels materials genètics de dos organismes genèticament compatibles. Amb això, s'assegura una variabilitat genètica més gran que en la reproducció asexual al mateix temps que augmenten les probabilitats que ocorrin mutacions determinants per l'evolució, però, a canvi, comporta la mort dels dos organismes progenitors.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics el límit entre l' Era Mesoproterozoica i l'Era Neoproterozoica es materialitza mitjançant una franja de material natural, de color marronós i textura cristal·lina, formant una mena de boles. És un tipus de roca granítica anomenada tonalita i també granit rapakivi. Es va formar a l'escorça inferior de la Terra fa al voltant de 1 000 Ma, a principi de l'Era Neoproterozoica. És procedent del que ara és el nucli antic (escut continental) bàltic. Aquesta roca s'utilitza amb finalitats ornamentals i el seu nom comercial és "Marró Bàltic".**

## ERA NEOPROTEZOICA

**Origen del nom:** Del grec Néos (nou), Próteos (primer) i Zoon (animal)

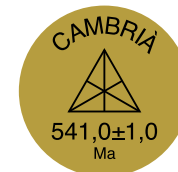
**Autor:** Comissió Internacional d'Estratigrafia (ICS)

**En conjunt, definida cronomètricament (1 000-541,0 Ma).** Els períodes estan en procés de definició per Claus Daurats.

**Referència:** *Episodes* 14/2, 1991

**Inici:** Base del Període Tonià (1 000 Ma). El Període Tonià va ser ratificat per la ICS el 1990.

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).



### Els primers organismes pluricel·lulars: La Fauna d'Ediacara. Segona, tercera i quarta glaciacions globals

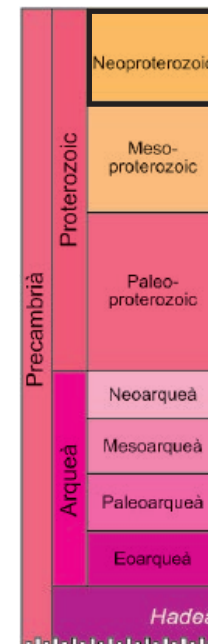
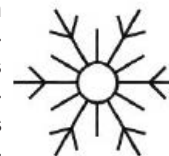
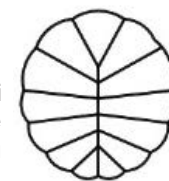
L'Ediacarià és el darrer període de l'Era Neoproterozoica, per tant, de l'Eó Proterozoic i del Súper Eó Precambrià. Està definit per la ICS mitjançant un Clau Daurat a la seva base (635 Ma) i s'anomena a partir del nom de les muntanyes d'Ediacara, a Austràlia (el Clau Daurat es troba a 31°19'53.8" S 138°38'0.1" E). La ICS el va ratificar l'any 2004.

La "Fauna d'Ediacara" és constituïda pels primers organismes multicel·lulars que es coneixen a la Terra, tot i que no hi ha un consens a la comunitat científica sobre quina mena d'organismes podien ser. Se sap que eren tots de vida marina i que van aparèixer poc temps després de la quarta glaciació global, que va tenir lloc fa uns 580 Ma. La immensa majoria van desaparèixer al final del període, fa 541 Ma, la qual cosa podria ser l'extinció massiva més antiga que es coneix, encara que potser algun va sobreviure fins a principi del període Cambrià, ja a l'Eó següent, el Fanerozoic.

Les primeres restes fòssils es van descobrir a Terranova, a final del XIX, i més tard, als anys 1930, a Namíbia. Posteriorment, es van descobrir molts exemplars a Austràlia, a la zona d'Ediacara.

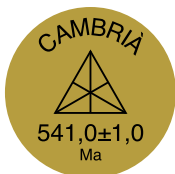
Aquells organismes no tenien esquelet o altres parts dures i per això els fòssils que s'han conservat són empremtes que han quedat preservades en algunes roques sedimentàries.

El símbol gravat en el paviment representa un organisme anomenat Dickinsonia.

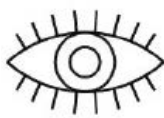


A l'Avinguda dels Temps Geològics el límit inferior de l'Era Neoproterozoica es materialitza mitjançant una franja de material natural, de color verdós fosc i textura cristal·lina. És un tipus de roca granítica anomenada granit albitic. Es va formar a l'escorça inferior de la Terra fa al voltant de 540 Ma, cap al final de l'Era Neoproterozoica o potser a principi de l'Eó Fanerozoic. És procedent del que ara és el nucli antic (escut continental) del Brasil. Aquesta roca s'usa amb finalitats ornamentals i el seu nom comercial és "Verd Ubatuba". Tot i que als Pirineus hi ha roques que s'atribueixen al Sistema Ediacarià (entre -635 Ma i -541,0 Ma; el més recent de l'Eó Proterozoic), no ha estat tècnicament possible usar una roca local per materialitzar aquest límit. Per aquesta raó s'ha utilitzat un material natural comercial que es va formar aproximadament al mateix temps que algunes de les roques més antigues que afloren als Pirineus.





<b>EÓ FANEROZOIC</b> 541,0-0 Ma	<b>Origen del nom:</b> Del grec Phanerós (visible) i Zoon (animal): Vida visible	<b>Autor:</b> George Halcott Chadwick (1930)
<b>ERA PALEOZOICA</b> 541,0-251,902 Ma	<b>Origen del nom:</b> Del grec Palaios (antic) i Zoon (animal): Vida antiga	<b>Autor:</b> Adam Sedgwick (1838)
<b>PERÍODE CAMBRIÀ</b> 541,0-485,4 Ma	<b>Origen del nom:</b> De Cambrià, el nom llatí de Gal·les	<b>Autor:</b> Adam Sedgwick (1846)
<b>Localització del Clau Daurat:</b> Base de l'Estatge Fortunià (541,0 Ma), a Fortune Head, al sud-est de Terranova, Canadà (47.0762°N; 55.8310°W).		
<b>Ratificació ICS:</b> Any 1995. <i>Episodes</i> 17/1&2, p. 95-100. 1995.		
Adaptat de la ICS ( <a href="http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps">www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps</a> ).		



### La invenció de l'esquelet i la invenció de l'ull

La desaparició de la Fauna d'Ediacara, fa 541 Ma, va afavorir la subseqüent "Radiació Cambriana" o "Explosió Cambriana" quan van aparèixer i es van diversificar la majoria dels "filum" actuals. És el moment de l'aparició dels Trilobits, uns artròpodes de vida marina amb ulls i exoesquelet

La quantitat d'organismes multicel·lulars va augmentar espectacularment, els quals van colonitzar la majoria dels medis marins. Una part molt important d'aquell èxit es degué a l'aparició d'estructures físiques de suport dels cossos de molts dels nous organismes, que hom anomena esquelets. La naturalesa dura i generalment mineralitzada de l'esquelet, inicialment extern, va afavorir la conservació dels fòssils de molts d'aquells organismes.

Als continents els únics indicis de vida es reduïen a algunes colònies microbianes que, possiblement, desenvolupaven una activitat edàfica molt incipient. Podria ser que alguns mol·luscs comencessin a sortir de l'aigua i que així d'alguna manera s'iniciés l'evolució dels pulmons.

Si bé és cert que molts bacteris i altres microorganismes ja tenien (i tenen) un ull rudimentari que els permetia distingir la llum de l'ombra, els ulls complexos van aparèixer durant la Radiació Cambriana. Llavors, es va produir un desenvolupament espectacular dels ulls. En –geològicament parlant– molt poc temps, es van produir millores substancials, tant en el processament de les imatges, com en la percepció dels colors i en la detecció de la direcció de la llum.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics les roques dels sistemes Cambrià i Ordovicià dels Pirineus es materialitzen en un conjunt de llambordins de pissarra procedents de les rodalies de Roni, al Pallars Sobirà.**

**PERÍODE**  
**ORDOVICIÀ**  
485,4-445,2 Ma

**Origen del nom:** De l'antiga tribu cèltica dels Orдовices, que vivia al nord de Gal·les

**Autor:** Charles Lapworth (1879)

**Localització del Clau Daurat:** Base de l'Estatge Tremadocià (485,4 Ma), a la secció de Green Point, zona occidental de Terranova, Canadà (49.6829°N; 57.9653°W).

**Ratificació ICS:** Any 2000. *Episodes* 24/1, p. 19-28. 2001.

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).



### Els primers peixos amb mandíbules

Durant el període Ordovicià, a continuació de la radiació evolutiva del període anterior, es va produir a la Terra una gran diversificació dels organismes vivents, els quals es van anar especialitzant en la vida en els nous ecosistemes. Els mol·luscs i els artròpodes eren les formes de vida més abundants als oceans i es van formar els primers esculls de corall. Tot i que els peixos sense mandíbules ja existien des del període Cambrià, cap al final del període Ordovicià van evolucionar els peixos amb mandíbules.

Però a la Terra, la vida encara s'havia de diversificar. Algunes zones litorals van començar a ser colonitzades per plantes molt senzilles i petites (plantes dites hepàtiques, sense sistema vascular, semblants a algunes molses) que tal volta havien evolucionat a partir de les algues verdes, i alguns fongs. Algunes zones de la Terra començaven a ser verdes, però la major part encara no tenia vegetació.

A final del període es va produir un refredament generalitzat del clima a la Terra que va acabar amb l'ambient d'hivernacle que havia caracteritzat la major part de l'Ordovicià i va conduir a una glaciació. De fet, el continent Gondwana havia anat derivant cap al pol sud durant tot aquell temps.

Segons diversos articles científics, les roques que formen el pic més alt de la Terra, l'Everest, són del sistema Ordovicià, però més tard es van veure sotmeses a processos de metamorfisme durant l'Oligocè, fa entre 24 i 33 milions d'anys.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics les roques dels sistemes Cambrià i Ordovicià dels Pirineus es materialitzen en un conjunt de llambordins de pissarra procedents de les rodalies de Roni, al Pallars Sobirà. Els darrers temps del sistema Ordovicià estan representats per uns llambordins de conglomerat, anomenats de Rabassa, procedents de Llirt, a l'Alt Urgell.**



## La Primera Gran Extinció. Extinció de l'Ordovicià-Silurià

La primera lluminària de LEDS en sentit descendent representa la primera de les cinc grans extincions de l'Eonotema Fanerozoic.

L'extinció del final del període Ordovicià-principi del període Silurià és en realitat la suma de diversos episodis que en conjunt constitueixen la primera de les cinc grans extincions massives de l'Eó Fanerozoic. Es va perllongar durant uns 25 Ma, en l'interval que va des de -455 a -430 Ma, i va causar la desaparició de prop del 50% dels gèneres vivents, que llavors eren gairebé tots de vida marina.

Entre les possibles causes de la Primera Gran Extinció del Fanerozoic hom esmenta fluctuacions del nivell del mar que produeixen canvis climàtics (el nivell del mar va pujar fins a 200 m per damunt del nivell actual); vulcanisme, amb expulsió de gasos nocius, cendres i aerosols a l'atmosfera; efecte hivernacle i l'enfosquiment de l'atmosfera. Això implica una reducció de la fotosíntesi i la caiguda dels nivells d'oxigen, que disminueix la bioproducció i provoca la destrucció de les cadenes alimentàries. En conseqüència es tradueix en l'anòxia en els oceans, la qual provoca l'acidificació excessiva de les aigües.

**PERÍODE  
SILURIA**  
445,2-419,2 Ma

**Origen del nom:** De l'antiga tribu cèltica dels Silurs, al sud de Gal·les. Abans s'havia anomenat Gotlandià, de l'illa de Gotlàndia, al Bàltic

**Autor:** Sir Roderick Impey Murchison i Adam Sedgwick (1835 i 1839)

**Localització del Clau Daurat:** Base de l'Estatge Rhuddanià (445,2 Ma), a Dob's Linn, Escòcia (55.4400°N; 3.2700°W).

**Ratificació ICS:** Any 1984. *Episodes* 8/2, p. 101-103. 1985; *Silurian Times*, núm. 14, 2006.

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).



### Les primeres plantes vasculares

En el període Silurià, fa entre 443,9 i 419 Ma, no hi havia ni boscos ni prats a la Terra. El paisatge dels continents era d'extenses àrees de roca nua i sediments estèrils, amb algunes zones que tenien un sòl encara incipient amb un humus molt escàs.

La vida multicel·lular organitzada va començar a aparèixer a la terra ferma en forma de petites plantes que creixien al costat dels llacs, rierols i en algunes zones litorals costes. Els primers artròpodes terrestres també van començar a colonitzar alguns ambients subaeris.

La primera innovació adaptativa de les plantes, abans de l'evolució d'arrels i fulles, va ser el teixit vascular. La primera planta vascular coneguda és la Cooksonia, que va viure durant el període Silurià. Era baixeta, d'uns 10 cm, i no tenia ni arrels ni fulles. Aquestes plantes enviaven els seus petits plançons cap a l'exterior per captar llum solar i alliberar les seves espores al vent. El símbol gravat en el paviment representa aquella planta.

Als medis aquàtics, durant el període Silurià, es produeix una diversificació dels peixos amb mandíbules i dels peixos amb esquelet ossi.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics no hi ha exemplars de les roques del sistema Silurià dels Pirineus. Consisteixen bàsicament en pissarres negres amb graptòlits, uns animalons d'hàbit de vida colonial, i en calcàries negres amb moltes restes de cefalòpodes, de crinoïdeus i de bivalves. La consistència física d'aquests materials no permet incloure'ls en un paviment d'una zona urbana. Per aquesta raó, el tram del període Silurià és format per llambordins artificials.**







**PERÍODE  
DEVONIA**  
419,2-358,9 Ma

**Origen del nom:** Del Comtat de Devon, al sud-oest d'Anglaterra

**Autor:** Sir Roderick Impey Murchison i Adam Sedgwick (1840)

**Localització del Clau Daurat:** Base de l'Estatge Lochkovià (419,2 Ma), a Klonk, prop de Praga, República Txeca (49.8550°N; 13.7920°E).

La localització d'aquest Clau Daurat va representar la primera decisió d'un límit oficial d'estratotip per part de la Comissió Internacional d'Estratigrafia i va tenir un paper importantíssim en el procediment de formalització del procés de ratificació de les seccions tipus.

**Ratificació ICS:** Any 1972. *IUGS Series A*, 5, p. 96-109, 1977.

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).



### Els primers animals de quatre potes

Durant el període Devoniana, fa entre 419,2 i 358,9 Ma, els continents van estar colonitzats per plantes i insectes. Van evolucionar les primeres falgueres, les cues de cavall i també les primeres plantes amb llavor, de port arbori, amb teixit llenyós i amb escorça. Per primer cop la Terra tenia boscos i era de color verd. També van aparèixer els primers insectes, que llavors no tenien ales.

A les zones oceàniques ambientalment favorables hi havia grans formacions d'esculls, construïts per coralls antics i estromatopòrids. Els braquiòpodes i els crinòideus, que havien començat a evolucionar durant el període Ordovicià, ara eren molt abundants. Els *goniatítids* i els *climènids*, avantpassats dels ammonits, eren extraordinàriament abundants. Alguns fòssils de *Clymenia* es poden observar en un dels blocs de roca del Parc. Els trilobits i els peixos cuirassats sense mandíbules cada cop eren més escassos, mentre que creixien les poblacions de peixos amb mandíbules (amb aletes lobulades) i dels primers taurons.

Els primers animals de quatre potes veritables (tetràpodes) eren amfibis i van evolucionar a partir d'un grup de peixos d'aletes lobulades. Un grup d'amfibis, els labirintodonts, tenia brànquies internes i uns pulmons rudimentaris (igual que alguns peixos d'aletes lobulades que encara existeixen) i podien respirar aire. A més, en haver perdut l'esquelet extern (cuirassa), també podien respirar per la pell, tal com fan els amfibis moderns.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics les roques del sistema Devoniana es materialitzen en dos grups de llambordins de calcàries de tipus "Griotte". El primer són de color verd clar i el segon de tonalitats vermelloses. Els dos tipus de calcàries tenen la mateixa edat, tot i que les vermelles estan formades per nòduls de carbonat de calç, molt corroïts, travats per un material de color granat fosc molt enriquit en ferro i manganès, mentre que les verdes són de material calcari de gra més fi. Les calcàries roges contenen molts fòssils de climènids i de goniatítids, els avantpassats dels ammonits. Es van dipositar fa uns 370 Ma en un fons de l'Oceà Paleotetis, a gran profunditat, en condicions ambientals properes a aquelles que faciliten la formació dels paviments de nòduls de manganès en els grans fons oceànics actuals. Les calcàries verdes són de la Formació de Manyanet i procedeixen de les rodalies de Llavorsí, al Pallars Sobirà. Les de color vermell són de la Formació del Compte i procedeixen de les rodalies d'Españ, a l'Alt Urgell.**



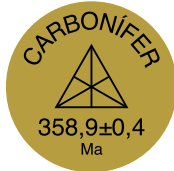
## La Segona Gran Extinció. Extinció del final del Devoniana

La segona lluminària de LEDS en sentit descendent marca la segona de les cinc grans extincions de l'Eonotema Fanerozoic.

En el lapse de temps que va entre –376 i –360 Ma, cap al final del període Devoniana, es va produir una nova extinció massiva, la segona de l'Eó Fanerozoic. Va matar gairebé el 20% de totes les famílies d'éssers vius i la meitat de tots els gèneres. Van desaparèixer els coralls antics que durant el període Devoniana havien desenvolupat gran esculls, els peixos cuirassats i tots els trilòbits.

Aquest període d'extinció s'anomena "Esdeveniments de Kellwasser". Almenys hi va haver dos esdeveniments majors, però sembla que n'hi podria haver hagut més de petits entremig. Estan marcats en el registre sedimentari per capes d'argiles i llims negres, molt rics en matèria orgànica (*black shales*), indicadors de condicions d'absència d'oxigen als oceans (anòxia). Al final del període, al voltant de fa 358 Ma, un darrer episodi d'extinció anomenat "Hangenberg" també va quedar recollit al registre sedimentari en forma de *black shales*.

Les causes dels esdeveniments s'han atribuït a fenòmens diversos els quals sempre porten uns enormes i severos canvis ambientals. Entre els que semblen tenir un consens més gran a la comunitat científica es poden esmentar caigudes del nivell del mar, refredament global, esdeveniments globals d'anòxia i canvis en la circulació de les aigües dels oceans, entre altres.



**PERÍODE  
CARBONÍFER  
358,9-298,9 Ma**

**Origen del nom:** Del llatí Carbo (carbó) i Fero (tinc, porto): "Que té carbó"

**Autor:** William Conybeare i William Phillips (1822)

**Localització del Clau Daurat:** Base de l'Estatge Tournaisià (358,9 Ma), a La Serre, França (43.555°N; 3.3573°E).

**Ratificació ICS:** Any 1972. *Episodes* 14/4, p. 331-336. 1991; *Newsletters on Stratigraphy*, 43/2, p. 195-205. 2009.

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).



### Els aràcnids

Sembla ser que els primers aràcnids van aparèixer fa uns 385 Ma, cap a la meitat del període Devonian. Els primers fòssils que es van descobrir es van considerar verdaderes aranyes, però després la comunitat científica especialista els ha atribuït a un ordre extingit anomenat *Uraraneida*.

Un exemplar d'aràcnid fòssil trobat recentment en sediments de final del període Carbonífer és un terme intermedi entre una aranya verdadera i un uraraneid. A partir d'aquí, durant l'època del Carbonífer superior (Pennsilvània) es va produir una enorme diversificació dels aràcnids de quatre pulmons.

A principi del període Carbonífer les masses continentals s'estaven apropant les unes a les altres, en un procés que culminaria, al cap d'un centenar de Ma, amb l'orogènia hercínica, l'edificació de la serralada hercínica i la formació del supercontinent mundial Pangea.

Durant la primera meitat del període Carbonífer (època del Mississipià) el clima de la Terra era càlid, molt humit i l'atmosfera tenia uns nivells d'oxigen que gairebé doblaven els actuals. Aquelles condicions ambientals van facilitar que els organismes que vivien en els medis terrestres, especialment els insectes amb ales, que acabaven d'aparèixer, i també els amfibis, assolissin unes dimensions gegantines. La Terra es va cobrir de boscos, bàsicament de falgueres arborescents i cues de cavall de port arbori, que després van donar lloc als jaciments de carbó que han donat el nom al període. També, durant el període Carbonífer van aparèixer els primers rèptils, però llavors eren molt petits.

Durant la segona meitat del període Carbonífer (època del Pennsilvànià), el clima general de la Terra es va anar refredant. Fa uns 305 Ma es va produir el que hom ha anomenat "col·lapse dels boscos carbonífers". Cap al final del període tots els continents s'havien anat ajuntant en un de sol, que s'anomenaria Pangea (tota la Terra). Aquest procés va dur associada l'orogènia hercínica.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics no ha estat tècnicament possible incloure llambordins representatius de les roques del sistema Carbonífer. Per aquesta raó s'han substituït per materials artificials. Als Pirineus consisteixen majoritàriament en pissarres i en conglomerats de còdols de quars negre i blanc, i també de gresos que els geòlegs anomenen "fàcies Culm". Enregistren la formació de la Serralada Hercínica i del supercontinent Pangea.**

**PERÍODE**  
**PERMIÀ**  
**298,9-251,902 Ma**

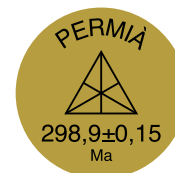
**Origen del nom:** De la regió russa de Perm Krai, als Urals

**Autor:** Sir Roderick Impey Murchison i Philippe Édouard Poulletier de Verneuil (1841)

**Localització del Clau Daurat:** Base de l'Estatge Asselià (298,9 Ma), al barranc d'Aidaralash, Kazakhstan (50.2458°N; 57.8914°E).

**Ratificació ICS:** Any 1996. *Episodes* 21/1, p. 11-18. 1998.

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).



### Libèl·lules gegants. Pangea, supercontinent mundial. Pantalassa, oceà global

Fa 298,9 Ma, a principis del període Permià, tots els continents ja s'havien agrupat formant el supercontinent Pangea.

La zona meridional de Pangea, la regió de Gondwana, encara es trobava sotmesa a la glaciació que havia començat a final del període Carbonífer, però cap a la meitat del període les glaceres van anar retrocedint. A l'interior de Pangea les selves carboníferes havien col·lapsat completament perquè tenia un clima continental extrem, amb enormes àrees desèrtiques. Per això la majoria de les roques sedimentàries d'origen continental que formen el sistema Permià són de tonalitats vermelles. Les zones relativament menys allunyades de les costes tenien un clima monsonic, amb fortes precipitacions estacionals.

A l'interior sec de Pangea van prosperar les plantes amb llavors que tenen coberta protectora en detriment de les falgueres, que han de dispersar les seves espores en ambients humits. Van aparèixer els primers arbres moderns, com els ginkgos, les coníferes i les cicadals, que van colonitzar les zones menys seques de l'hemisferi nord. El clima de l'interior del supercontinent també va afavorir la diversificació dels grups ancestrals dels mamífers i dels rèptils, perquè l'estructura dels seus ous permet la reproducció en medis terrestres secs. Això va determinar que aquests grups d'animals arribessin, més tard, a ser dominants en detriment dels seus antecessors amfibis.

Durant el període Permià predominen els insectes del grup dels escarabats, mentre que les libèl·lules gegants, que havien aparegut durant el període Carbonífer, van sobreviure a les zones temperades i més humides de Pangea, on segueixen essent els depredadors aeris més nombrosos. A roques del Permià que es troben al Pallars Jussà s'han descobert petjades fòssils d'amfibis.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics les roques del sistema Permià dels Pirineus es materialitzen, primer, en uns llambordins de granit procedents de la Vall Fosca (Pallars Jussà), de 302,9 Ma. Aquest granit es relaciona amb l'orogènia Hercínica i forma el massís de l'Aneto-Maladeta. El segueixen uns llambordins de conglomerats vermellinosos, sense quars, i després uns de gresos vermells, sense cristalls de mica. Són de la Formació de Peranera i els sediments a partir dels quals es van formar es van dipositar a l'interior de Pangea. Procedeixen de les rodalies de les Esglésies, al Pallars Jussà.**







## La Tercera Gran Extinció. Extinció del final del Permià

La tercera lluminària de LEDS en sentit descendent representa la tercera de les cinc grans extincions de l'Eonotema Fanerozoic. Marca el final de l'Era Paleozoica.

El període Permià va finalitzar amb l'esdeveniment d'extinció massiva més gran del Fanerozoic. Ha estat anomenada també la Gran Mortaldat i va representar un dels punts d'inflexió crítics a la trajectòria evolutiva de la vida a la Terra. Van desaparèixer el 95% de totes les espècies marines, entre elles tots els trilobits, i el 70% de tots els organismes que vivien a Pangea, entre ells, molts grups d'insectes. A Pantalassa i al Tetis, del grup dels cefalòpodes només van sobreviure alguns nautilíds que més endavant es diversificarien en els grans grups dels ammonits. S'estima que els ecosistemes no es van recuperar del tot fins a la segona meitat del període Triàsic, al cap de prop de 30 Ma.

Les causes de l'extinció es relacionen amb l'erupció d'unes colades o fluxos massius de lava basàltica que, cap al final del Permià, van cobrir una àrea molt extensa de Sibèria. A la literatura científica es coneixen amb el nom de *Trapes Siberianes*. D'aquells fluxos enormes, encara avui, al cap de 250 Ma, en queden més 4 milions de km<sup>3</sup>. Segons un article del MIT publicat a *Science Advances*, l'activitat de les *Trapes Siberianes* va començar amb erupcions explosives uns 300 000 anys abans de l'extinció. Després l'activitat va passar a una etapa d'erupció de colades massives d'un quilòmetre de gruix, que van cobrir una zona més gran que els Estats Units. La darrera erupció massiva va ocórrer al voltant de 500 000 anys després de l'extinció.

Un article publicat a *Nature* el 2017 atribueix les causes de l'extinció massiva a l'efecte hivernacle desencadenat per un canvi abrupte en l'estil de l'emplaçament de les *Trapes Siberianes*, en passar d'un predomini dels fluxos de lava a un sistema de cossos ignis intrusius.

Sigui com sigui, l'alliberament a l'atmosfera de quantitats gegantines de CO<sub>2</sub> i de l'enorme volum de metà retingut en els hidrats de gas dels fons marins, es va traduir en canvis sobtats del nivell del mar i en un increment de la temperatura mitjana de l'aigua superficial de l'oceà de més de 10°C. Possiblement, la temperatura de la superfície del mar va arribar a 40°C en alguns llocs.

Aquelles condicions ambientals van provocar l'anòxia als fons marins, l'augment de l'aridesa a Pangea i canvis severs en la circulació oceànica. Ara, l'interior de Pangea era un desert gegantí, i Pantalassa i el Tetis havien perdut una biodiversitat enorme.

<b>ERA MESOZOICA</b> 251,902-66,0 Ma	<b>Origen del nom:</b> Del grec Mesos (mitjà) i Zoon (animal): Vida mitjana	<b>Autor:</b> John Phillips (1840)
<b>PERÍODE TRIÀSIC</b> 251,902-201,3 Ma	<b>Origen del nom:</b> Deriva dels tres termes en què es divideix el Trias Germànic	<b>Autor:</b> Friedrich von Alberti (1834)
<b>Localització del Clau Daurat:</b> Base de l'Estatge Indià (251,902 Ma)*, a Meishan, província de Zhejiang, la Xina (31.0798°N; 119.7058°E).		
<b>Ratificació ICS:</b> Any 2001. <i>Episodes</i> 24/2, p. 102-114. 2001.		
Adaptat de la ICS ( <a href="http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps">www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps</a> ).		



### Bosc de Ginkgos. El principi de la fi de Pangea.

#### Primers dinosaures i primers mamífers

Pangea va existir com a supercontinent fins a mitjan del període Juràssic, tot i que els primers indicis que havien de conduir a la seva fragmentació ja es detecten a final del període Triàsic.

Durant la major part del període Triàsic l'interior de Pangea era un gran desert càlid. Les roques triàsiques d'origen continental són vermelles perquè les partícules de ferro que contenen estan oxidades. A partir de l'estudi d'alguns paleosòls del sistema Triàsic, s'han detectat alguns episodis plujosos a les zones properes al Tetis. El més estudiat és l'Esdeveniment Pluvial del Carnià, que va tenir lloc ara fa uns 230 Ma.

Les àrees muntanyoses properes al pol nord, on el clima era temperat i més humit, estaven cobertes de boscos, la majoria de ginkgos, i per aquesta raó s'ha gravat una fulla d'aquest arbre al paviment. Les zones lacustres es van poblar de peixos pulmonats i també de rèptils, alguns semblants a cocodrils, i les primeres tortugues. Van aparèixer els primers dinosaures i els rèptils voladors i van prosperar els cinodonts, uns ancestres dels mamífers.

Durant el període Triàsic, al Tetis i a Pantalassa van evolucionar els coralls moderns, alguns dels quals van començar a formar esculls, molt petits si hom els compara amb els devonians

\*La data del clau daurat del Passeig correspon a la Taula de l'any 2015. A la versió de 2018 la base del Triàsic està situada a 251,902±0,024 Ma.





o els actuals. També es van diversificar els cefalòpodes a partir de l'únic grup que va sobreviure a la Tercera Gran Extinció. La diversitat dels peixos al Tetis i a Pantalassa encara no s'havia recuperat. Però havien aparegut nous rèptils marins, entre ells els ictiosaures, i havien començat a diversificar-se.

Cap al final del període, fa uns 210 Ma, a Pangea es van començar a veure els primers indicis de fracturació (Rift Triàsic) que culminarien més tard, durant el període Juràssic, amb la fragmentació efectiva del supercontinent.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics les roques del sistema Triàsic dels Pirineus es materialitzen en tres classes de llambordins:**

Els que estan en una posició més antiga (anant de dalt a baix del Passeig), són de conglomerats amb elements arrodonits de quars majoritàriament blanc, i de gresos vermells amb cristalls de mica. Representen el que els geòlegs anomenen "Fàcies Buntsandstein". Els sediments a partir dels quals es van formar es van dipositar a l'interior de Pangea. Aquestes roques procedeixen de les rodalies de Xerallo, al Pallars Jussà, on els gresos s'havien utilitzat, per la seva composició silícica, per fabricar ciment.

Després hi ha uns quants llambordins de calcàries grises que representen el que els geòlegs coneixen com "Fàcies Muschelkalk". Els sediments a partir dels quals es van formar aquestes roques es van dipositar en una plataforma marina de l'Oceà de Tetis, a molt poca profunditat. Aquestes roques procedeixen de les rodalies de Gerri de la Sal, al Pallars Sobirà.

El tram del Triàsic acaba amb uns llambordins d'una roca de color verd fosc, d'origen subvolcànic. Els geòlegs l'anomenen "ofita" perquè recorda la pell d'algunes serps. Està relacionada amb l'inici de la fracturació de Pangea (Rift Triàsic) i es troba associada als materials sedimentaris argilosos multicolors, amb masses de guix (i de sal al subsòl) de la "Fàcies Keuper", que es van dipositar en llacunes salades de l'interior i del litoral de Pangea. Els llambordins d'ofita procedeixen de les rodalies de Gerri de la Sal, al Pallars Sobirà.



### La Quarta Gran Extinció. Extinció del final del Triàssic

La quarta Il·luminària de LEDS en sentit descendent representa la quarta de les cinc grans extincions de l'Eonotema Fanerozoic.

El període Triàssic va acabar fa 201,3 Ma, igual que com va començar, amb una extinció massiva, la quarta de les cinc Grans Extincions de l'Eó Fanerozoic. Es coneix amb els noms d'Extinció Triàssic-Juràssic i Extinció Finitriàssica.

Van desaparèixer al voltant del 20% dels gèneres de vida marina, entre ells el grup sencer dels conodonts (uns animals marins de formes semblants a les anguiles que s'havien desenvolupat des del Cambrià) i molts gèneres de rèptils de vida terrestre. També va afectar les plantes, de les quals van desaparèixer gairebé el 60% dels gèneres. Aquells escenaris van facilitar la radiació dels dinosaures i de moltes altres formes de vida que es desenvoluparien a continuació, perquè van quedar lliures molts ambients i a punt de ser colonitzats per altres grups nous d'animals i de plantes.

Entre les possibles causes de l'extinció hom ha esmentat, entre d'altres, episodis de vulcanisme massiu, canvis del nivell del mar, caigudes d'objectes extraterrestres, escalfament i refredament globals, alliberament massiu i catastròfic dels hidrats de metà dels fons oceànics o esdeveniments anòxics als fons marins. De fet, molts dels processos esmentats són conseqüència els uns dels altres, però el final és sempre un canvi climàtic molt sever que, en general, es resol en un efecte hivernacle atmosfèric, el qual afecta la dinàmica dels continents i dels oceans. En aquest sentit, de manera semblant a les causes a les quals s'atribueix la Tercera Gran Extinció, hi ha molts científics que la relacionen amb els episodis de vulcanisme massiu que van tenir lloc a l'interior de Pangea, fa al voltant de 200 Ma, a la zona que avui és coneguda com la *Província Magmàtica Centre-Atlàntica*, just abans de la ruptura efectiva del supercontinent. Possiblement aquell vulcanisme massiu va ser el detonador de tota aquella sèrie d'esdeveniments encadenats.





**PERÍODE  
JURÀSSIC**  
201,3+/-0,2-145,0 Ma

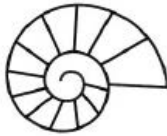
**Origen del nom:** Fa referència a les muntanyes del Jura, als Alps. Col·loquialment conegut com "L'Edat dels Rèptils"

**Autor:** Alexander von Humboldt (1795), Abraham Gottlob Werner (1799) i Alexandre Brongniart (1829)

**Localització del Clau Daurat:** Base de l'Estatge Hettangià (201.3 +/- 0. Ma), a Kuhjoch, Tirol, Àustria (47.4839°N; 11.5306°E).

**Ratificació ICS:** Any 2010. *Episodes* 36/3, p. 162-198. 2013.

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).



### Una gran abundància d'Ammonits. L'Edat dels Rèptils

Al principi del període Juràssic el supercontinent Pangea s'estava fragmentant en dues grans masses continentals: Laurasia, que es començava a desplaçar cap al nord, i Gondwana, que es movia cap al sud. El mar va envair l'espai entre les dues masses continentals que s'estaven separant i les zones de plataforma continental es van eixamplar espectacularment perquè el nivell del mar també va pujar. Com a conseqüència dels canvis en la circulació oceànica, el clima de la Terra també va canviar, i molts dels antics deserts del període Triàssic que hi havia a l'interior de l'antiga Pangea van ser reemplaçats per selves tropicals. Com en el període Triàssic, durant el Juràssic no hi havia casquets de gel polar.

Durant el període Juràssic les primeres aus van evolucionar a partir d'una branca de dinosaures carnívors bípedes (teròpodes). Van aparèixer els primers llangardaixos i van evolucionar els mamífers placentaris primitius. Els oceans estaven habitats per rèptils marins, com els ictiosaures i els plesiosaures, mentre que els pterosaures eren els vertebrats voladors dominants. Al món dels invertebrats de vida marina van evolucionar diversos grups nous, entre ells, els rudistes (un grup de bivalves formadors d'esculls que més endavant, al període Cretaci, serien els preponderants) i els belemnits (un grup de cefalòpodes amb esquelet intern, de formes semblants als calamars i a les sípies). Els ammonits, però, eren el grup de cefalòpodes més abundant i per aquesta raó s'ha representat el símbol de la closca d'un d'ells al paviment de l'Avinguda dels Temps Geològics. Els braquiòpodes, un grup d'animals marins senzills amb closca que viuen fixats al substrat, eren nombrosíssims. A les extenses àrees de plataforma de poca profunditat que s'havien format, el clima i altres condicionants determinaven que la sedimentació fos predominantment de carbonat de calç. Per això, la majoria de les roques juràssiques que afloren als Pirineus són calcàries. Als continents, les plantes amb llavor es van diversificar, però encara no hi havia herba. El grup més divers de grans arbres continuava sent els de les coníferes.

Cap al final del període es va obrir un braç de mar que connectava la zona que molts milions d'anys després seria l'àrea pirinenca amb l'Oceà Atlàntic, que tot just es començava a obrir entre el que ara són Sudamèrica i Àfrica.

A l'Avinguda dels Temps Geològics les roques del sistema Juràssic dels Pirineus es materialitzen en un grup de llambordins d'una roca calcària de gra fi, de color gris fosc. Són procedents de la vall del Segre, a l'Alt Urgell. Els sediments dels quals prové aquesta roca es van dipositar en una plataforma marina de l'Oceà de Tetis.





**PERÍODE  
CRETACI**  
-145,0-66,0 Ma

**Origen del nom:** Del llatí Creta. Defineix a la Craie (anglès Chalk) de la Conca de París

**Autor:** Jean d'Omalius d'Halloy (1822)

**Localització del Clau Daurat:** Base de l'Estatge Berriasià, però no està definida (2018).

**Ratificació ICS:** No està ratificat. Els candidats (2018) inclouen: *Criteri Magnètic:* base del Chron M18r; *Criteris Bioestratigràfics:* Base de la zona B de Calpionel-la; Primera aparició de l'ammonit *Berriasella jacobii*.

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).



### La caiguda d'un meteorit gegantí marcarà la fi del Període Cretaci i el de l'Era Mesozoica

Durant el Cretaci es va produir l'obertura física i total de l'Atlàntic. El supercontinent Pangea va completar la seva fragmentació tectònica en els continents actuals, encara que les seves posicions llavors eren molt diferents de les d'ara.

En general, el període Cretaci va ser un període de clima relativament càlid. El nivell del mar era molt elevat i es van formar nombrosos mars interiors poc profunds que proporcionaven els hàbitats adequats per a molts organismes marins. L'abundància de dipòsits de creta, una roca blanca formada gairebé exclusivament de les peces calcàries dels esquelets d'uns organismes unicel·lulars de vida marina anomenats *Coccolitofòrids*, és el que ha donat el nom al període Cretaci. La creta, que forma els penya-segats de Normandia i de Dover, entre altres, conté molts fòssils, la majoria conservats en òpal, d'erigons de mar i ammonits. Cap a la meitat del període, sembla ser que una inactivitat dels corrents marins profunds va provocar condicions anòxiques als fons oceànics, de manera que la matèria orgànica que s'hi acumulava no es descomposava. Gairebé la meitat de les reserves mundials de petroli s'atribueix a aquest origen.

Els medis terrestres continuaven dominats pels dinosaures. Hi van evolucionar nous grups de mamífers i d'ocells, així com de plantes amb flors.

En les roques més antigues del sistema Cretaci de l'àrea pirenaica, les que afloren prop d'Organyà, més les que formen el nucli de l'anticlinal de Bóixols, ha quedat enregistrada l'obertura de l'Oceà Atlàntic del qual, la zona que ara és l'àrea pirinenca, llavors n'era un braç. En les roques del sistema Cretaci més modernes d'aquesta zona, que afloren als flancs de l'anticlinal



de Bóixols i al de Sant Corneli, al Montsec i a la Conca de Tremp, han quedat enregistrats els primers esdeveniments geològics que havien de culminar, durant l'Era següent, amb la formació dels Pirineus. Tot i que moltes de les roques del Cretaci superior són calcàries, els medis marins en els quals es van dipositar sembla que no devien ser compatibles amb l'acumulació de creta perquè als Pirineus no n'hi ha.

El període va acabar amb una extinció massiva molt important, l'esdeveniment d'extinció del límit entre els períodes Cretaci i Paleogen, en el qual van desaparèixer molts grups d'éssers vivents, inclosos tots els dinosaures no avians, els rudistes i els ammonits. A la Conca de Tremp s'han conservat moltes restes dels últims dinosaures que van poblar la Terra.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics les roques que formen el sistema Cretaci dels Pirineus es materialitzen en diversos grups de llambordins:**

Els primers grups són de calcàries grises, d'origen marí, procedents de la vall del Segre, a les rodalies d'Organyà. Es van formar durant l'època del Cretaci inferior. Els geòlegs les agrupen en una formació que anomenen Calcàries de Prada, la qual enregistra aproximadament l'interval de temps geològic que va entre -132 i -113 Ma.

A continuació, la sèrie del Cretaci superior està representada per sis grups de materials:

- El primer grup són roques calcàries d'origen marí i color gris, formades al principi de l'època del Cretaci superior, procedents de la zona de l'anticlinal de Bóixols. Tenen al voltant de 100 Ma i els geòlegs les anomenen Calcàries de Santa Fe.
- El segon grup de llambordins també és de roques calcàries grises d'origen marí, aquestes procedents del Congost d'Erinyà. Tenen al voltant de 90 Ma i en aquell temps formaven part d'un sistema d'esculls edificats per rudistes.
- Després, el tercer grup de llambordins és de gresos, també de color gris, procedents de les rodalies de Toralla. És representatiu dels sediments que es van dipositar al fons d'aquell antic braç de l'Atlàntic fa al voltant de 85 Ma. Els geòlegs agrupen aquests gresos, juntament amb uns materials de gra més fi, en el que anomenen Formació de Vallcarca, o també de Mascarell. A les roques d'aquesta formació han quedat enregistrats els primers desplaçaments cap al nord de la Placa Ibèrica, que culminarien diversos milions d'anys més tard amb la Formació dels Pirineus.
- El quart grup de llambordins també és construït en gresos de color gris molt clar. Els grans d'aquests gresos són d'un quars molt pur i el ciment que els manté junts és de carbonat càlcic. Les sorres que van originar aquests gresos es van dipositar, fa al voltant de 75 Ma, en una platja. Els geòlegs els inclouen en la Formació d'Areny.
- La roca del cinquè grup de llambordins és una calcària grisa. El material original es va dipositar, fa al voltant de 70 Ma, al fons d'una llacuna salabrosa de poca fondària. Els geòlegs inclouen aquestes calcàries en la Formació que anomenen de La Posa.
- Finalment, la roca del sisè grup de llambordins és de color vermell. És un gres carbonàtic que prové de la Font Blanca, prop de Gavet de la Conca. Les sorres originals es van dipositar en una plana al·luvial de fa al voltant de 67 Ma. Els geòlegs inclouen aquestes roques en el que anomenen Formació de Tremp, i també "Garumnià vermell inferior".



## La Cinquena Gran Extinció. Extinció del final del Cretaci. El límit K-Pg

La cinquena lluminària de LEDS en sentit descendent marca la Cinquena Gran Extinció i la fi de l'Era Mesozoica.

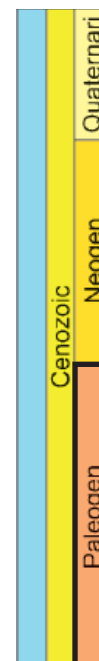
La Cinquena Gran Extinció massiva va ocórrer fa exactament 66,0 Ma. Marca la fi del període Cretaci i, amb ell, el de l'Era Mesozoica. S'anomena "Límit K-Pg" perquè la lletra K és un estàndard internacional que s'utilitza en geologia per designar les roques que es van formar durant l'Època del Cretaci superior, i les sigles Pg per anomenar les que es van formar durant el període Paleogen.

Cap al final del període Cretaci, a la zona que és actualment l'Índia, que aleshores s'havia desenganxat de l'Antàrtida i es trobava a la latitud de Madagascar, es van produir unes erupcions massives de lava anomenades "Deccan Traps", que van alliberar a l'atmosfera quantitats ingents de  $\text{CO}_2$  i de metà, amb els consegüents efectes d'hivern nuclear, seguits d'un enorme efecte hivernacle. Però l'origen més probable de l'extinció s'atribueix a les conseqüències que va tenir l'impacte d'un meteorit d'entre 10 i 15 km de diàmetre, que va col·lidir amb la Terra a la zona del Yucatán, a Mèxic. Alguns científics calculen que l'energia que es va alliberar per l'impacte va ser equivalent a més de 2 000 milions de bombes com la d'Hiroshima. A més de les ones de xoc i de l'increment tèrmic brutal que l'impacte va produir immediatament a l'atmosfera i als oceans, i del subseqüent hivern nuclear, també es va produir un alliberament a l'atmosfera d'enormes quantitats de  $\text{CO}_2$  procedent principalment de les roques carbonàtiques que van resultar vaporitzades, i del metà procedent de la desestabilització dels hidrats de gas dels fons marins. Així, entre altres efectes encadenats, després de l'hivern nuclear es va produir un efecte hivernacle extrem. Sigui com sigui, el conjunt de tots els fenòmens va acabar amb la vida d'aproximadament el 75% de totes les espècies de la Terra.

Aquell esdeveniment ha quedat enregistrat per, a més del cràter d'impacte, una capa de pocs centímetres de gruix d'unes argiles negres molt riques en iridi, un element químic molt rar a la Terra però molt freqüent en determinats tipus de meteorits. La capa d'iridi s'ha trobat a molts llocs dels continents, però sobretot s'ha conservat en sediments marins. Als Pirineus només s'ha reconegut a la zona del Geoparc de la Costa Basca, intercalada en sediments d'origen marí profund. A les zones dels Pirineus on el trànsit del Cretaci al Paleogen ha quedat enregistrat per roques d'origen continental, com passa a la Conca de Tremp, la capa d'iridi, si s'hi va dipositar, podria haver quedat escombrada pels processos geològics erosius propis dels medis sedimentaris continentals. Encara que se sap que el límit K-Pg es troba a pocs metres per sota de les calcàries de Suterranya, per convenció se sol situar directament a la base d'aquesta formació.



<b>ERA CENOZOICA</b> 66,0-0,0 Ma	<b>Origen del nom:</b> Del grec Kainós (nou) i Zoon (animal): Vida nova	<b>Autor:</b> John Phillips (1840)
<b>PERÍODE PALEOGEN</b> 66,0-23,03 Ma	<b>Origen del nom:</b> Del grec Palaios (antic) i Genós (naixença)	<b>Autor:</b> Wilhelm Philipp Schimper (1874)
<b>Localització del Clau Daurat:</b> Base de l'Estatge Danià (66,0 Ma), a l'Oued Djerfane, a l'oest d'El Kef, Tuníssia (36.1537°N; 8.6486°E).		
<b>Ratificació ICS:</b> Any 1991. <i>Episodes</i> 29/4, p. 263-278. 2006.		
Adaptat de la ICS ( <a href="http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps">www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps</a> ).		



### L'Era dels mamífers

Després de la gran extinció que marca el límit K-Pg, els mamífers es van diversificar ràpidament, colonitzant els ambients que abans havien ocupat els dinosaures. L'Era Cenozoica es coneix col·loquialment com "l'Era dels mamífers". En el conjunt dels 43 Ma que va durar el període Paleogen, la tendència general del clima a la Terra va ser cap a un refredament. Encara que es van produir lapses de temps geològic molt càlids, com el màxim tèrmic de final del Paleocè i principi de l'Eocè, l'estacionalitat va ser cada cop més marcada. Les plantes de fulla caduca es van diversificar i va aparèixer l'herba.

El desplaçament dels continents, que s'havia iniciat amb la fragmentació de Pangea, continuava, de manera que al final del període Paleogen ja es trobaven gairebé a les seves posicions actuals. L'Índia havia començat a col·lisionar amb Àsia, en un procés que culminaria alguns milions d'anys més tard amb la Formació de l'Himalaia. L'Oceà Atlàntic continuava eixamplant-se uns 7 cm cada any. El continent africà es movia cap al nord empenyent la Placa Ibèrica, que finalment xocaria amb la Placa Euroasiàtica donant lloc als Pirineus. Sudamèrica s'apropava a Amèrica del Nord. Austràlia s'havia separat de l'Antàrtida i es desplaçava en direcció al sud-est asiàtic.

Al final de l'Època de l'Eocè es va produir un episodi d'extinció, menor en comparació amb els cinc majors, anomenat *La Grand Coupure*, relacionat amb un refredament del clima global que va determinar la formació de casquets de gel polar.

A Catalunya, el registre sedimentari del Paleocè és representat per dipòsits de medis fluvials, al·luvials i lacustres en fàcies Garumna que, als Pirineus, estan agrupats dins del Grup de



Tremp. Unes calcàries d'origen lacustre, que els geòlegs anomenen Formació de Suterranya i també Formació de Vallcebre, marquen la base del Sistema Paleogen.

A l'inici de l'època de l'Eocè, fa 56 Ma, el que ara són la Conca de Tremp i la Vall d'Àger, juntament amb la Conca de l'Ebre, es transformaren en uns golfs poc profunds, oberts cap a l'Atlàntic, que evolucionaven al mateix temps que es formaven els Pirineus. Damunt dels antics sediments continentals paleocens es van formar plataformes marines en les quals es dipositaven fangs i sorres carbonàtiques i, als llocs amb aigua neta, hi vivien quantitats ingents d'alveolines, uns organismes unicel·lulars amb esquelet calcari del grup dels foraminífers, característics d'aquesta edat. Un cop compactats i litificats, aquells sediments van donar lloc a formacions calcàries que els geòlegs anomenen Formació del Cadí, d'Orpí o d'Àger, segons les àrees on s'han descrit. La sedimentació durant l'estatge llerdià (definit l'any 1960 pels micropaleontòlegs suïssos L. Hottinger i H. Schaub a l'àrea de l'actual Conca de Tremp, i equivalent a la part baixa de l'estatge oficial l'presià) va tenir lloc damunt del mantell del Montsec i del mantell de les Serres Marginals (el que ara és la Vall d'Àger) alhora que aquests es desplaçaven cap al sud a causa de l'edificació dels Pirineus. Aquelles conques sedimentàries mòbils formaven en conjunt un solc marí allargat en direcció est-oest, que els geòlegs anomenen "conca a collibè de Tremp-Graus". Més endavant, durant la resta de l'època de l'Eocè i l'època de l'Oligocè, l'avanç de l'emersió dels relleus dels Pirineus va propiciar que gran part d'aquell golf es transformés en una plana al·luvial molt extensa, la qual va quedar coberta per uns volums enormes de grava procedents de l'erosió de la jove serralada que llavors s'estava aixecant, les quals han donat lloc als conglomerats de les Formacions de Collegats i de Comiols, entre altres.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics les roques que formen el sistema Paleogen estan representades per un conjunt de materials naturals variats:**

- El primer grup són calcàries de la Formació de Suterranya, procedents de la zona de la Font Blanca, prop de Gavet de la Conca, a les quals segueixen uns gresos carbonàtics vermells del "Garumnià Vermell Superior", procedents de la mateixa localitat.
- El segon grup són calcàries amb alveolines de la Formació d'Àger, procedents de la Conca de Tremp i gresos de la Formació de la Baronia, procedents de les rodalies de la Baronia de Sant Oïсме.
- El tercer grup són calcàries fines amb moltes restes de fòssils procedents de Puigmasana.
- El quart grup són conglomerats de la Formació de Collegats, procedents de les rodalies de Pessonada.

**PERÍODE  
NEOGEN**  
23,03-2,58 Ma

**Origen del nom:** Del grec  
Neos (nou) i Génos  
(naixença)

**Autor:** Moritz Höernes (1853)

**Localització del Clau Daurat:** Base de l'Estatge Aquitània (23,03 Ma), a la secció de Lemme-Carrioso, Província d'Allessandria, Itàlia (44.6589°N; 8.8364°E).

**Ratificació ICS:** Any 1996. *Episodes* 20/1, p. 23-28. 1997.

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).



### Els avantpassats dels humans

A grans trets durant el període Neogen la distribució dels continents i els oceans ja era gairebé la mateixa que ara. La tendència del clima global durant el període va ser cap a un refredament que culminaria amb el període glacial quaternari.

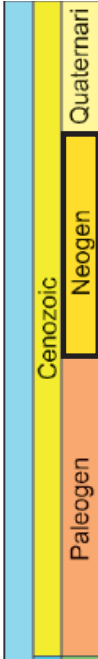
Com a resposta a un clima cada cop més fresc i estacional, fora de les zones tropicals, van evolucionar els boscos d'arbres de fulla caduca i les praderies. Els mamífers herbívors van evolucionar paral·lelament amb les herbes, i així van aparèixer nombrosos animals de pastura, com els antecessors dels cavalls, els antílops i els bisons. Els carnívors van seguir també una evolució paral·lela als herbívors i cap al final del període alguns havien assolit grans dimensions, com per exemple els "dents de sabre".



Durant el període Neogen van aparèixer, a Àfrica, els primers homínids veritables. L'ancestre comú més recent de tots els homínids va viure fa aproximadament 14 Ma, durant l'Època del Miocè. *Pierolapithecus catalaunicus*, a qui els seus descobridors de l'Institut Català de Paleontologia van posar el nom de Pau, és una espècie extinta de grans primats que es troba en la línia evolutiva dels humans i els grans simis i, per tant, és un antecessor comú dels dos grups. Va viure fa uns 13 Ma, durant l'Època del Miocè, on avui és els Hostalets de Pierola, a la comarca de l'Anoia.

Durant l'època del Miocè, el conjunt dels Pirineus estava en fase d'erosió. Per aquesta raó els sediments d'aquesta edat són molt escassos, excepte a les depressions de les zones orientals de la serralada. En aquell període es va formar la Mediterrània Occidental perquè el bloc format per Còrsega i Sardenya es va separar del que ara són les costes de Catalunya i del Golf del Lleó, desplaçant-se cap a l'est fins a la seva posició actual. En relació amb aquell procés geodinàmic es van obrir les fosses tectòniques de la Seu d'Urgell, la Cerdanya, la Tet, el Rosselló, l'Empordà, la Selva, el Vallès-Penedès, i les del Baix Ebre,

## Grans esdeveniments de la història de la Terra i de l'evolució de la vida...



entre d'altres. La majoria van esdevenir conques sedimentàries receptores dels materials procedents de l'erosió dels relleus contigus, i en algunes d'elles s'acumularen gruixos de sediments que en alguns casos poden assolir els 3 000 m.

Durant l'edat del Messinià, fa entre 5,33 i 7,26 Ma, la Mediterrània va quedar aïllada de l'Atlàntic i es va dessecar, quedant convertida en un salí gegantí. Després, durant l'edat del Zanclià, fa 7,26 Ma, es va tornar a obrir l'Estret de Gibraltar i la Mediterrània es va tornar a omplir immediatament.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics, per raons pràctiques, no s'han inclòs materials naturals del sistema Neogen dels Pirineus. Per aquesta raó, els llambordins corresponents a aquest període són de materials artificials.**

**PERÍODE  
QUATERNARI  
2,58-0,0 Ma**

**Origen del nom:** Del Quart Ordre (nord d'Itàlia); Sediments més recents que els miocens

**Autor:** Giovanni Arduino (1759); Jules Desnoyers (1829)



**Localització del Clau Daurat:** Base de l'Estatge Gelasià (2,58 Ma), a Monte San Nicola, Sicília, Itàlia (37.1469°N; 14.2035°E).

**Ratificació ICS:** Ratificat el 1996 com a base del Gelasià; Ratificat el 2009 com a base del Plis-tocè i del Quaternari. *Episodes* 21/2, p. 82-87. 1998; *Episodes* 33/3, p. 152-158. 2010.

Adaptat de la ICS ([www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps](http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-gssps)).

### El gènere humà

Els 2,58 Ma del Quaternari són el temps durant el qual existeixen els humans. Els tigres dents de sabre, els mamuts, els mastodons i molts altres grans mamífers, així com altres éssers vivents, viuran durant gran part del període, però s'extingiran gairebé fa 10 000 anys.



El període Quaternari és un període glacial que es caracteritza pels cicles de creixement i fusió de les glaceres continentals i pels canvis climàtics i ambientals associats. Abasta els cicles glacials-interglacials del Plistocè i el període interglacial actual, l'Holocè. El darrer màxim glacial va tenir lloc fa aproximadament 22 000 anys. Fa aproximadament 13 000 anys va començar el màxim glacial tardà, que va durar uns 2 000 anys.

El que ara és Catalunya, aquells canvis climàtics van condicionar la dinàmica i els processos de dissecció del relleu i l'encaixament de la xarxa de drenatge, que ja era organitzada des de l'inici del Pliocè. Els resultats més evidents dels canvis climàtics són el creixement i la desaparició de glaceres als Pirineus, la formació de terrasses fluvials a les valls dels rius principals i les variacions del nivell de la mar, les quals condicionen la posició de la línia de costa i l'evolució dels deltes. Els dipòsits quaternaris són representats majoritàriament per sediments d'origen fluvial, organitzats en sistemes de terrasses al llarg de les valls principals, formacions superficials a les parts baixes del vessants i ventalls al·luvials; es troben especialment ben desenvolupats a les conques neògenes de la Cerdanya, l'Empordà, la Selva, el Vallès, el Penedès, el Pla de Barcelona, el Camp de Tarragona i el Baix Ebre. També cal destacar les acumulacions de travertins, molt importants al Pla de l'Estany, a l'Anoia i també a la Conca de Tremp, a les rodalies de Conques, al Pallars Jussà. Els dipòsits litorals, especialment les platges i els sistemes de dunes d'origen eòlic, ocupen una franja estreta i molt dinàmica entre la qual es destaquen els deltes. Als Pirineus la major part dels sediments plistocens són d'origen glacial. L'inici de la fusió paulatina de les glaceres continentals, fa uns 11 700 anys, marca el començament de l'època geològica de l'Holocè. Per altra part, l'activitat volcànica lligada a la tectònica distensiva neògena ha generat, durant el Plistocè, cons i colades a la Garrotxa i a la Selva. Al Jardí de les Roques, unes columnes de basalt procedents de Sant Joan les Fonts, evoquen aquells fets. Finalment cal citar la presència humana, des dels diversos jaciments amb restes fòssils o artefactes primitius fins a les intervencions antròpiques més recents, que han modificat profundament la fesomia de molts sectors del territori.

**A l'Avinguda dels Temps Geològics el període Quaternari és representat per un travertí procedent de les rodalies de Conques, al Pallars Jussà.**

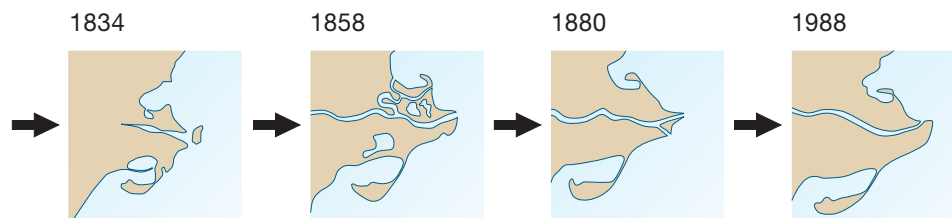








Els dipòsits acumulats per la glacera de la Vall de Boí, de color gris, parcialment erosionats i sense coberta vegetal, en segon terme, darrere el campanar de Sant Climent de Taüll.  
Font: Atles geològic de Catalunya. IGC i ICC, 2010.





## Part VI Glossari

**40Ar/39Ar.** Aquesta tècnica de datació és una variació analítica recent desenvolupada del **mètode K-Ar convencional** que té la capacitat de distingir entre: (1) mostres que han perdut un component d'**argó radiogènic** des de la seva cristallització inicial, (2) mostres que han romàs sistemes tancats respecte al potassi i argó des de la seva cristallització inicial i (3) mostres que contenen un component d'argó estrany de la relació no atmosfèrica 40 Ar/39 Ar.

**activitat edàfica.** Activitat del sòl.

**ammonits.** Grup extint d'animals marins. Són fòssils índex excel·lents i sovint és possible relacionar la capa de roca en què se'ls troba amb un període geològic determinat. El parent vivent més proper als ammonits són probablement els pops, calamars i sèpies.

**anòxia.** És la manca (o gairebé manca) d'oxigen respirable en les cèl·lules, els teixits d'un organisme o en un sistema aquàtic, és la forma greu d'**hipòxia**.

**antròpodes.** Són invertebrats dotats d'un exoesquelet (esquelet extern); inclouen els insectes, els aràcnids, els crustacis, els miriàpodes entre d'altres.

**argó radiogènic.** Element químic.

**bentònics.** Organismes que hi viuen als fons marins.

**bivalves.** Grup de mol·luscs exclusivament aquàtics. Habitualment presenten una **conquilla** separada en dues parts, amb les dues valves simètriques respecte a la línia de la frontissa. Aquesta classe inclou ostres, vieires, cloïsses, petxines i musclos.

**braquiòpodes.** Són un petit **filum** d'animals invertebrats marins **bentònics**. Tenen dues valves (l'una superior i l'altra inferior, al contrari de les valves dels bivalves, que són bilaterals). Viuen fixats en substrats durs per un peduncle, o enterrats en substrats tous que excaven ajudant-se de les seves valves i formen extenses galeries.

## Glossari

**cefalòpodes.** Classe de mol·luscs que es caracteritzen per presentar simetria corporal bilateral, un cap prominent i un conjunt de braços o tentacles modificats a partir del peu de mol·lusc primitiu.

**cianobacteri.** Són un **filum** dels eubacteris que obté l'energia mitjançant fotosíntesi oxigènica. Tradicionalment rebien el nom d'algues blaverdes atenent a la seva ecologia i a la predominança d'aquest color, tot i que també es poden trobar representants de colors ben diversos.

**cnidaris.** Animals que viuen exclusivament en ambients aquàtics, majoritàriament marins. Tenen forma acampanada o de sac i tentacles que punxen al voltant de les boques.

**claus daurats (Golden Spikes).** És la representació d'un Estratotip Global de Límit (*Global Boundary Stratotype Section and Point*, GSSP) definit com a tal per la Comissió Internacional d'Estratigrafia.

**Comissió Internacional d'Estratigrafia.** La International Commission on Stratigraphy (ICS) és el cos científic més gran dins de la Unió Internacional de Ciències Geològiques (IUGS). És l'organització que s'ocupa de l'estratigrafia a escala global. Un dels seus objectius principals és l'establiment d'una escala estratigràfica estàndard i aplicable globalment, cosa que assoleix a través de les contribucions coordinades d'una xarxa de subcomissions i grups de treball amb un mandat específic.

Web de la ICS: [www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org)

**conquilla.** Closca o cobertura dura, rígida i exterior que posseeixen els exoesquelets dels mol·luscs. En els bivalves s'anomena petxina.

**CO<sub>2</sub>.** El diòxid de carboni és un gas incolor, inodor i insípid. No és tòxic però la seva acumulació pot produir la mort per ofegament, car és un gas més pesant que l'aire i s'acumula fàcilment en els llocs més baixos.

**coralls.** Animals que pertanyen a la classe dels antozous de l'embranchement dels **cnidaris**. Les colònies de corall són formades per milers d'individus anomenats zooides i poden assolir grans dimensions. Els coralls són més freqüents i abundants en mars càlides.

**crinoïdeus.** Com tots els **equinoderms** tenen un esquelet calcari amb els elements organitzats seguint una simetria pentaradial. Tanmateix, dins del grup dels equinoderms, són l'única classe en que l'adult és **sèssil**.



**decalatge.** Retard d'un esdeveniment respecte a un d'anterior amb el qual és relacionat.

**eonotema/Eó.** Període definit pels geòlegs per anomenar la subdivisió més gran de l'escala de temps geològics (per exemple: l'eó Fanerozoic). Un eó és format per diverses eres, que al seu torn es divideixen en períodes geològics formats per èpoques.

**equinoderms.** Constitueixen un grup d'animals exclusivament marins. Entre els seus representants es troben les estrelles i els eriçons de mar.

**eratema/Era.** Són subdivisions dels eons i han estat definides a partir de grans discordançes que assenyalen l'inici de diferents cicles orogènics. Per exemple: l'Eó Fanerozoic és integrat per tres eres: la Paleozoica, la Mesozoica i la Cenozoica. A la vegada, cada era es divideix en diversos períodes geològics.

**escala cronomètrica.** Escala numèrica usada en geològica per mesurar els temps geològics i que utilitza com a unitat el milió d'anys.

**escala cronoestratigràfica.** Escala que s'expressa en unitats de temps relatius usada en geològica per mesurar els temps geològics.

**estromatopòrids.** Grup de fòssils d'esponges amb esquelets densos. Van dominar els esculls paleozoics quaranta milions d'anys.

**estratotip.** Successió concreta d'estrats que serveixen de patró per a la definició d'una unitat estratigràfica o d'un límit estratigràfic.

**filum.** Sèrie evolutiva de formes animals o vegetals.

**ginkgo.** Espècie única d'arbre sense cap parent proper viu que es classifica en la seva pròpia divisió. És un excel·lent exemple de fòssil vivent, d'una branca evolutiva que es va separar de la resta de plantes fa com a mínim uns 270 milions d'anys.

**goniatits.** Fòssil característic del Paleozoic, bé que aparegueren en el Devonian i, sobretot, en el Carbonífer i els darrers representants són del Triàsic.

**graptòlits.** Animals colonials fòssils coneguts principalment des del Cambrià superior fins al Carbonífer inferior.

## Glossari

**hildoceras bifrons.** Espècie extinta d'**ammonita**. Data d'uns 175 Ma, al Juràssic Primer, quan era àmplia i comuna.

**hipòxia.** Condió patològica en la qual no hi ha un subministrament adequat d'oxigen, ja sigui tot el cos (hipòxia generalitzada) o en una regió del cos (hipòxia tissular).

**humus.** Designa la capa superior del sòl creada i mantinguda per la descomposició de la matèria orgànica, essencialment per l'acció combinada dels animals, dels bacteris i dels fongs del sòl.

**isòtops.** Cadascun dels àtoms els nuclis dels quals tenen el mateix nombre de protons però diferent nombre de neutrons. La majoria dels elements naturals són formats per diversos isòtops que només poden ésser separats per procediments físics (difusió, centrifugació, espectrometria de masses, destil·lació fraccionada i electròlisi). Hom classifica els isòtops en estables, amb una vida mitjana de l'ordre de 3 000 milions d'anys, i inestables o radioactius, que emeten radiacions i es converteixen en altres isòtops o elements.

**labirintodonts.** Terme obsolet usat per referir-se a una extinta classe o superordre polifilètic que agrupava amfibis primitius, reptiliomorfs i tetràpodes basals de l'era Paleozoica i Mesozoica, caracteritzats per tenir un cos allargat amb un crani llarg i gran en comparació de la grandària corporal i dorsalment aplatat, la qual cosa fa que es compari de vegades amb una salamandra gegant.

**límit K-Pg.** El límit Cretaci-Paleogen.

**Ma, escala cronomètrica.** Milions d'anys.

**mantell litosfèric.** El mantell és una de les capes que formen l'estructura interna de la Terra. Aquesta estructura es divideix en diferents parts, de les quals només la zona més superficial és el mantell litosfèric, que forma, junt amb l'escorça terrestre, la litosfera, fragmentada en les plaques tectòniques que cobreixen la superfície del planeta.

**mètode K-Ar convencional.** Mètode que es basa en la hipòtesi que les roques no contenen argó quan es van formar i que el present prové completament i exclusivament de la desintegració del potassi original.

**nautilids.** Ordre que comprèn la majoria de **cefalòpodes** prehistòrics, inclou els nàutils moderns i els seus antecessors immediats. Tots els nautiloïdeus actuals es troben en aquest grup. És un grup gran i divers que va des del Paleozoic tardà al Cenozoic mitjà.

**peixos cuirassats. Peixos placoderms** que només comprenen espècies fòssils.

**peixos placoderms.** Primers **peixos cuirassats** vertebrats amb mandíbules. Van aparèixer a final del Silurià, fa uns 410-400 Ma, i van desaparèixer a final del Devonià, fa uns 370-360 Ma.

**plantes hepàtiques.** Plantes perennes herbàcies que reben el nom per les seves fulles que semblen el fetge dels humans.

**placa tectònica.** Capes rígides de roca sòlida que formen la superfície terrestre. Les plaques estan en contacte entre si i en moviment constant, com grans planxes que s'ajunten o se separen. Les plaques que es troben al fons del mar es diuen plaques oceàniques i les que estan sota la superfície terrestre són plaques continentals.

**radiació Cambriana o explosió Cambriana.** Aparició sobtada en termes geològics de complexos organismes macroscòpics multicel·lulars fa entre 542 i 530 Ma. Aquest període mostra una marcada transició en el registre fòssil amb l'aparició dels membres més antics de molts embrancaments de metazous (animals multicel·lulars), incloent-hi el primer vertebrat (*Mylokunmingia*). L'aparició "explosiva" d'aquesta radiació adaptativa ve causada tant pels ràpids canvis evolutius com pels límits de la tecnologia anterior, que no podia identificar els microfòssils que eren la base del registre fòssil abans de l'Explosió Cambriana.

**radiogènic.** Produït per radioactivitat.

**rellotge molecular.** Tècnica que serveix per datar la divergència de dues espècies. Dedueix el temps transcorregut a partir del nombre de diferències entre dues seqüències d'ADN.

**sèssil.** Manca d'un òrgan que serveixi de peu o suport. Una fulla és sèssil si no té cap nexa d'unió amb la tija. En zoologia es refereix a un organisme aquàtic que creix adherit, aferrat o arrelat al seu substrat, del qual no se separa i sobre el qual no es desplaça (esponges, coralls, etc.).

## Glossari

**Sistema Internacional Estandarditzat d'Unitats Estratigràfiques/Període.** Sistema regulat per la Comissió Internacional d'Estratigrafia que defineix les divisions relatives del temps geològic (eons, eres i les seves subdivisions), estableix els límits de les unitats i els calibra amb l'escala cronomètrica, atribuint-los les edats absolutes que els corresponen.

**Taula Cronostratigràfica (o taula internacional dels temps geològics).** Descriu els temps geològics en els quals s'inscriu la història de la Terra. Combina una escala numèrica que utilitza com a unitat el milió d'anys (**escala cronomètrica**) i una escala que s'expressa en unitats de temps relatives (**escala cronostratigràfica**).

**teoria de la "Terra Bola de Neu".** Intenta donar explicació als dipòsits glacials sedimentaris que s'han trobat en latituds tropicals i que es van acumular durant el període Criogenià (850 Ma a 630 Ma) i també a altres trets enigmàtics que s'han trobat en el registre geològic del Criogenià.

**tetràpodes.** Terme derivat del grec que literalment significa "quatre potes". Són la branca d'animals que van evolucionar per trepitjar la terra ferma. Es caracteritzen per l'aparició d'uns pulmons que els permeten captar l'oxigen de l'atmosfera i pel fet que les aletes dels peixos dels quals provenien van evolucionar a les dues potes davanteres i dues del darrere que dona nom al grup.

**trilòbits.** Són una classe d'artròpodes extints que aparegueren en el període Cambrià inferior i prosperaren durant tot el Paleozoic inferior abans de començar un llarg declivi vers l'extinció quan, durant l'extinció del Devonià superior, s'extingiren tots els ordres de trilòbits excepte els proetids (últim ordre de trilòbits a extingir-se).

**Unió Internacional de Ciències Geològiques.** La International Union of Geological Sciences (IUGS) és una organització internacional no governamental dedicada a la cooperació internacional en el camp de la geologia.

**uraraneid.** Ordre extingit d'aracnids, conegut a partir de fòssils de Devonià mitjà, Permià i, possiblement, Cretaci.

Les definicions s'han extret de l'Atlas Geològic de Catalunya, de webs especialitzades i de la viquipèdia (juliol de 2019).

## Impulsors



## Patrocinadors

Empreses associades del Gremi d'Àrids de Catalunya:



Ens públics i particulars: Ajuntament de Sant Joan les Fonts, Ajuntament de Tremp, Entitat Municipal Descentralitzada de Guàrdia d'Ares (Ajuntament de les Valls d'Aguilar), Antonio Monsó Fillat, Fina Pallise Figuerola, Josep Tarrats Piqué

## Promotor









---

**Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya**

Parc de Montjuïc – 08038 Barcelona – 41°22'12" N, 2°09'20" E (ETRS89)

Tel. (+34) 93 567 15 00 - Fax 93 567 15 67

[www.icgc.cat](http://www.icgc.cat) – [icgc@icgc.cat](mailto:icgc@icgc.cat) – [twitter.com/ICGCat](https://twitter.com/ICGCat) – [facebook.com/ICGCat](https://facebook.com/ICGCat)

**Centre de Suport Territorial Pirineus (ICGC)**

Passeig Pompeu Fabra, 21 – 25620 Tremp, Lleida

Tel. (+34) 973 65 08 30

[infotrem@icgc.cat](mailto:infotrem@icgc.cat)