

TEMES DE PETROLOGIA ÍGNIA

1

Roques ígnies i magmes

Pere Enrique



Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica. Facultat de Geologia. U.B.

1

TEMES DE PETROLOGIA ÍGNIA

1

Roques ígnies i magmes

- 1.- Introducció. Definició de Petrologia.
- 2.- Classificació de les roques.
- 3.- Definició de Petrologia Ígnia.
- 4.- Definició de magma.
- 5.- Procedència dels magmes.
- 6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.
- 7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.
- 8.- Evidències de la formació de les roques ígnies.
- 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
- 10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

2

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.



Roca plutònica:

GRANODIORITA BIOTÍTICA

5 cm

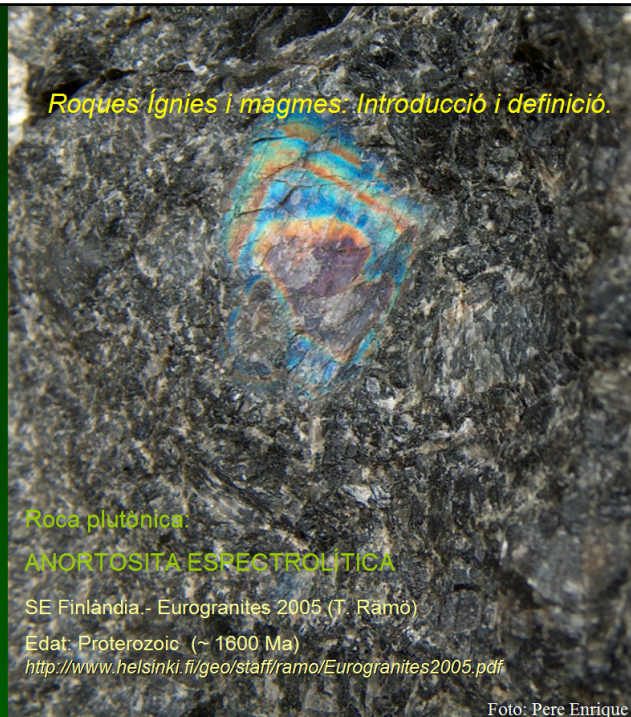
Foto: Pere Enrique

Massís del Montnegre (Batòlit de les Serralades Costaneres Catalanes)

Edat: Tardi-Herciniana (~ 285 Ma: Solé, J., Delaloye, M., & Enrique, P., 1998).

3

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.



Roca plutònica:

ANORTÓSITA ESPECTROLÍTICA

SE Finlàndia.- Eurogranites 2005 (T. Ramo)

Edat: Proterozoic (~ 1600 Ma)

<http://www.helsinki.fi/geo/staff/ramo/Eurogranites2005.pdf>

Foto: Pere Enrique

4

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.



<http://www.pitt.edu/~cejones/GeolImages/2IgneousRocks/IgneousTextures/6Glassy/ObsidianOrangeFlake.jpg>

C.E. Jones
University of Pittsburgh

Roca volcànica hialina (formada essencialment per vidre de composició riolítica):

OBSIDIANA BANDADA (les bandes mostren la fluïdalitat magmàtica)

5

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

• 1.- Definició de Petrologia.

-La Petrologia és la ciència que estudia les roques.

-Les ROQUES estan formades per conjunts minerals definits i són els constituents essencials de la Terra, de la Lluna, dels planetes terrestres, dels satèl·lits dels planetes exteriors, dels asteroides, dels meteorits i dels cometes.

-Tracta de la forma de jaciment, la classificació, la composició i l'origen de les roques i de les relacions amb els processos i la història geològica.

6

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

2.- Classificació de les roques.

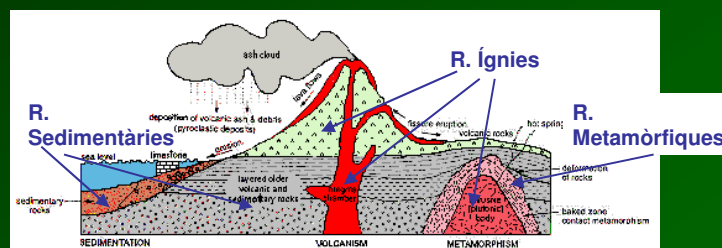
- a) Roques ígnies (del llatí *ignis*, foc): formades per la consolidació d'un magma a altes temperatures
- b) Roques sedimentàries (del llatí *sedimentum*, dipòsit, asentament): formades per acumulació i superposició de materials en la superfície terrestre (en condicions subaèries o subaquàtiques) en processos a baixes temperatures.
- c) Roques metamòrfiques (del grec *meta* i *morphe*, canvi de forma): originades per la transformació d'altres roques pre-existents (ígnies, sedimentàries o metamòrfiques) per canvis mineralògics i estructurals determinats per variacions de pressió, temperatura i acció de fluids químicament actius.

Huang (1968)

7

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

2.- Classificació de les roques.



Mining and Geology in Fiji: <http://www.mrd.gov.fj/gfiji/geology/educate/rocks.html>

- a) Roques ígnies
- b) Roques sedimentàries
- c) Roques metamòrfiques

8

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

• 3.- Definició de Petrologia Ígnia .

És la part de la Petrologia que s'ocupa de l'estudi de les roques originades per la consolidació d'un magma (Roques ígnies)

- Les roques ígnies que es formen a la superfície terrestre, o molt a prop d'ella, reben el nom de roques volcàniques (consolidació ràpida).
- Les roques ígnies que es formen a centenars de metres o a kilòmetres per sota de la superfície terrestre s'anomenen roques plutòniques. (consolidació lenta).

9

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

• 4.- Definició de Magma.

- Un magma és un material fluid caracteritzat per la presència d'una fase fosa i que es troba a altes temperatures.

En un sentit molt ampli es podria considerar un magma qualsevol sistema que presenti una fase fosa. (En aquest cas, un líquid seria un cas particular d'un magma, format únicament per la fase fosa).

Els magmes poden estar formats per:

- a). Una fase líquida (L)
- b) Una fase líquida i fases sòlides (L+S).
- c) Una fase líquida i fases sòlides i una fase gasosa (L+S+G).
- d) Una fase líquida i una fase gasosa (L+G).
- e) Dues fases líquides immiscibles (L_1+L_2).

10

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

• 4.- Definició de Magma.

El magma pot tenir fins a tres components:

1.- LIQUID

- Solució iònica (Si, O, Al, etc).

Només fase fosa (líquid)

(L)

Eastern Connecticut State University (2007): <http://www.easternct.edu>

11

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

• 4.- Definició de Magma.

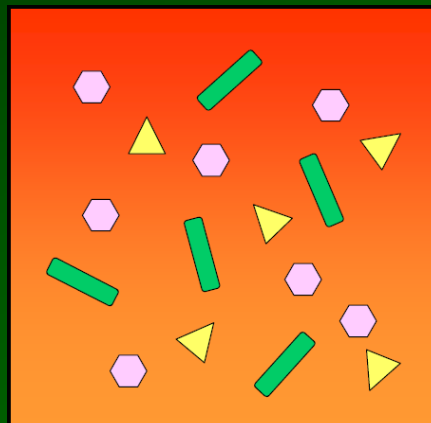
Estat físic.

El magma pot estar format per matèria en diferents estats físics:

1.- LIQUID

2.- SÒLID

Fases cristal·lines (minerals)



(L + S)

Eastern Connecticut State University (2007): <http://www.easternct.edu>

12

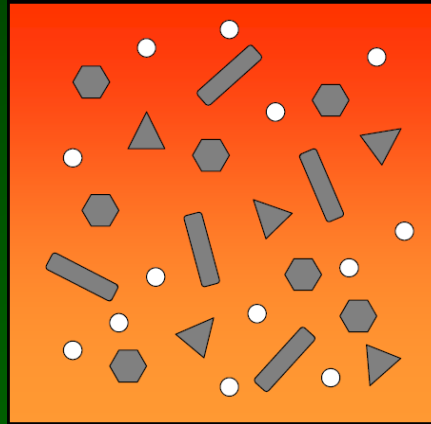
Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

• 4.- Definició de Magma.

El magma pot contenir fins a tres estats físics diferents:

- 1.- LIQUID
- 2.- SÒLID
- 3.- VOLÀTILS

Gasos (previament dissolts en el líquid)
(vapor d'aigua, CO₂, SO₂, etc)



(L + S + G)

13

Eastern Connecticut State University (2007): <http://www.easternct.edu>

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

4. Definició de magma

Formació d'una roca ígnia

Consolidació d'un magma per Cristal·lització.

- Procès pel qual un magma es solidifica:

A mida que un magma es refreda els seus ions perden mobilitat i s'ordenen en estructures cristal·lines (minerals)



MÉS CALENT

MÉS FRED

14

Eastern Connecticut State University (2007): <http://www.easternct.edu>

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

4. Definició de magma



Formació d'una roca volcànica

Consolidació d'un magma per refredament ràpid

-Cascada de lava basàltica sobre el mar.
T aprox. 1200°C

Hawaii
WEISEL & JOHNSON (1994)

15

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

4. Definició de magma



Foto: Pere Enrique

Formació d'una roca plutònica

Consolidació d'un magma per refredament molt lent per sota de la superfície terrestre.

T aprox. del magma 800°C

Intrusió de granitoides en roques sedimentàries (visible per erosió dels nivells superiors) Edat: Tardi-Herciniana

Massís del Posets (Pirineus Centrals, Aragó)

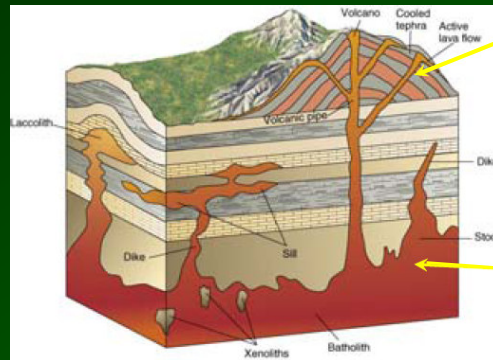
ENRIQUE, P., (1992). Pluton de Pico del Posets. En A. Balmori et J.C. Chiron, Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées. Tome I- Cycle Hercynien, pp. 423-424. Edition BRGM-ITGE Orléans et Madrid.

16

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

4. Definició de magma

Formació d'una roca ígnia



EASTERN CONNECTICUT STATE UNIVERSITY (2007):
http://www.easternct.edu

**Formació
d'una roca
volcànica**

Consolidació d'un
magma superficial
per refredament ràpid

**Formació
d'una roca
plutònica**

Consolidació d'un
magma subterrani per
refredament molt lent

17

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

• **5.- Procedència dels magmes.**

- L'estat normal de les roques que formen la Terra és **l'estat sòlid.**
- Els magmes tenen una vida relativament efímera i es formen necessàriament per la **fusió**, total o parcial, **de roques sòlides pre-existents.**
- La major part dels magmes s'originen per fusió parcial dels nivells més externs del **mantell superior** i nivells intermedis i profunds de **l'escorça terrestre.**
- Només hi ha estat de fusió permanent al **nucli extern** (ferro fos) situat entre 2885 i 5155 Km. (inaccessible).

18

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

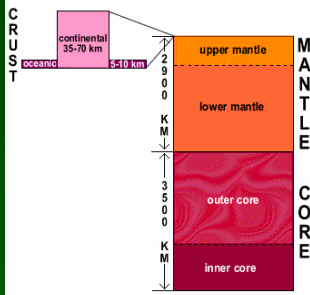
5.- Procedència dels magmes.

El **MANTELL** forma aproximadament el 70% del volum de la Terra.

El **NUCLI** forma aproximadament el 30% del volum de la Terra.

L'**ESCORÇA** forma menys del 1% del volum de la Terra.

Cross section of the Earth (not to scale)



NASA (2011):

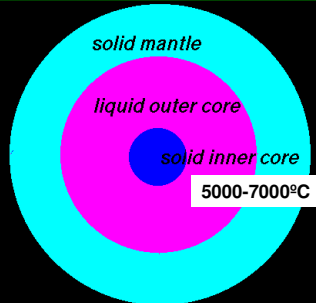
<http://scign.jpl.nasa.gov/learn/plate1.htm>

- El mantell té un gruix de 2900 Km està format per silicats ferromagnesiàns.
- El nucli extern té 2300 km i està format per una aleació fosa de ferro i níquel.
- El nucli intern és sòlid, té 1200 Km de gruix i està format per ferro.

19

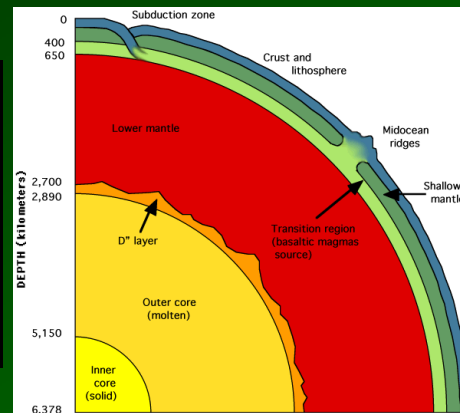
Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

5.- Procedència dels magmes.



Soper (2011)

zebu.uoregon.edu/~soper/Earth/earthstructure.html



- El mantell té un gruix de 2900 Km està format per silicats ferromagnesiàns.
- El nucli extern té 2300 km i està format per una aleació fosa de ferro i níquel.
- El nucli intern és sòlid, té 1200 Km de gruix i està format per ferro.

20

1.-Definició de Petrologia.
2.- Classificació de les roques.
3.- Definició de Petrologia Ígnia.
4.- Definició de Magma.
5.- Procedència dels magmes.
6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.
7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.
8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.
9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

Dewey, J.F. en Sci. Am. (1974)

L'origen dels magmes té lloc als nivells més superficials de la Terra:

- Escorça (oceànica i continental)
- Mantell superior

21

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

5. Procedència dels magmes

Van Rose & Mercer (Geological Museum, 1974)

Llocs principals de gènesi de magmes als nivells més superficials de la Terra:

- Escorça (oceànica i continental)
- Mantell superior

22

1.-Definició de Petrologia.

2.- Classificació de les roques.

3.- Definició de Petrologia Ígnia.

4.- Definició de Magma.

5.- Procedència dels magmes.

6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.

7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.

8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.

9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.

10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.

-Augment del grau de metamorfisme.

FUSIÓ

- El procés que dona lloc a la fusió per augment del metamorfisme s'anomena **ANATÈXIA**.
- Les roques formades en aquest procés són molt característiques i heterogènies (en part ígnies, en part metamòrfiques) . Reben el nom de **MIGMATITES**.

-Roques ígnies sotmeses a metamorfisme.

- En aquest cas les roques es poden estudiar com a roques metamòrfiques o bé com a roques ígnies

(Roques **META-IGNIES**)

23

1.-Definició de Petrologia.

2.- Classificació de les roques.

3.- Definició de Petrologia Ígnia.

4.- Definició de Magma.

5.- Procedència dels magmes.

6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.

7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.

8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.

9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.

10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

6. Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.



Cap de Creus, Pirineus Orientals. Edat: Hercínia

Foto: Pere Enriquer

Migmatita (roca en part ígnia i en part metamòrfica)

24

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

6. Relacions entre la Petrologia Ígnea i la Petrologia Metamòrfica



Foto: Pere Enrique

Ortogneis (Meta-granit) Núria (Pirineus Orientals)

Edat de la deformació: Herciniana

25

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

7.- Relacions entre la Petrologia Ígnea i la Petrologia Sedimentària.

⇒ **Volcanisme i petrologia sedimentaria**

- Dipòsits volcanosedimentaris
(Formats per **roques piroclàstiques** interestratificades).

⇒ **Plutonisme i petrologia sedimentaria**

- processos d'acumulació de cristalls que precipiten dins les cambres magmàtiques estratificades. (Aquests processos són els mateixos que actuen dins els fluids sedimentaris (aire, aigua) només que ho fan dins d'un fos a temperatures elevades).

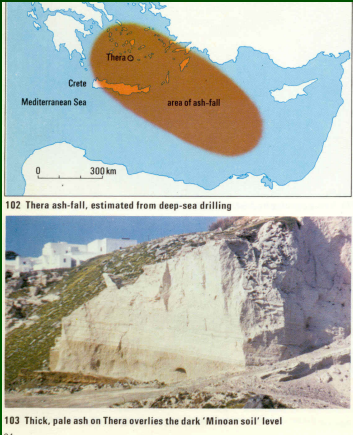
26

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

7. Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.



Colades piroclàstiques al Mayón (Filipines)
Van Rose & Mercer (Geological Museum, 1974)



Cendres volcàniques a Thera (Grècia)

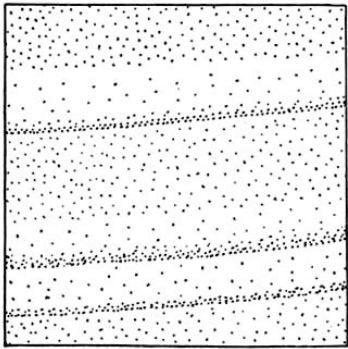
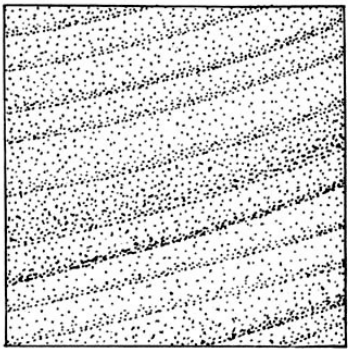
Roques volcàniques o roques sedimentàries?

Roques volcanosedimentàries formades per dipòsits piroclàstics

27

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

7. Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.

Roques plutòniques o roques sedimentàries?

Complex intrusiu estratificat de **Skaergaard** (Grenlàndia oriental). (*Wager & Brown, 1968*)
 Estructures sedimentàries formades en roques **plutòniques** (generalment bàsiques)
 -Estratificació cíclica (“**Rhythmic layering**”)

28

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

7. Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.

The diagram illustrates the Skaergaard intrusion, a complex stratified intrusion in eastern Greenland. It shows various geological features including the Eocene basalt, Eocene peridotite, Archean gneiss, Metasomatic clinopyroxenite, Pegmatite magma replacement, Peridotite and sediment blocks, Joints, Horizontal and vertical scales (0 to 1000 m), Water infiltration, Normal faults, Replacement anorthosite, Solidus (=compacting) front, LZc, LZb, LZa, MZ, and various flow patterns like 'Rapid two-phase boundary layer flow', 'Slow return convective flow', 'Buoyant plagioclase crystals', 'Fragmental density surge current', and 'Autolith plume'. Other labels include 'Cretaceous sediments', 'Fault (schematic)', 'Anorthositic facies', 'Upper border stopping', 'Fractionated liquid + crystals', and 'Hydraulic jump'.

Roques plutòniques o roques sedimentàries?

FIG. 60. A. Generalized appearance of the rhythmic layering found some distance away from the contact between LS and MBG. B. The same as A, but close to the contact where complications (not shown) due to cross-bedding and slumping are also frequent (cf. Pl. VIII and Fig. 68, 70). (From Wager & Sher, 1959.)

Complex intrusiu estratificat de Skaergaard (Grenlàndia oriental). (Irvine et al. 1998)

Roques plutòniques estratificades formades en cambres magmàtiques bàsiques

“Rhythmic layering”

29

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

The diagram illustrates the formation of layered igneous complexes (LICs) in six stages (a-f). Stage (a) shows magma rising through the crust. Stage (b) shows the formation of a magma chamber. Stage (c) shows the development of a layered structure. Stage (d) shows the formation of a complex, stratified intrusion. Stage (e) shows the intrusion of magma into a chamber. Stage (f) shows the final complex, stratified intrusion. A key identifies the layers: Plateau Lavas, Torridonian Sandstone, Lewisian Gneiss, Melted Torridonian, Magma, Marginal unlayered Gabbros, and Layered basic-ultrabasic rocks.

Formació de les roques plutòniques estratificades (“Layered Igneous Complexes”)

Complex intrusiu estratificat de Cuillin (Escòcia)

Gass & Thorpe, Open University, 1976

7. Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.

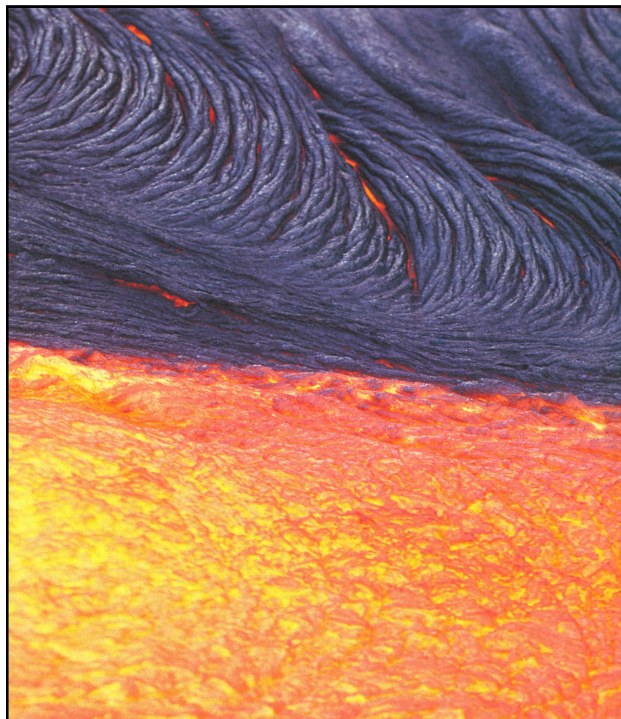
30

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

• **8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.**

- Roques volcàniques: Observació directa:
 - >> **Volcanisme actiu**
- Roques plutòniques: Dades indirectes:
 - >> **Estudis geològics detallats**
 - >> **Petrologia experimental**

31



• **8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.**

- Roques volcàniques: Observació directa:

Volcanisme actiu

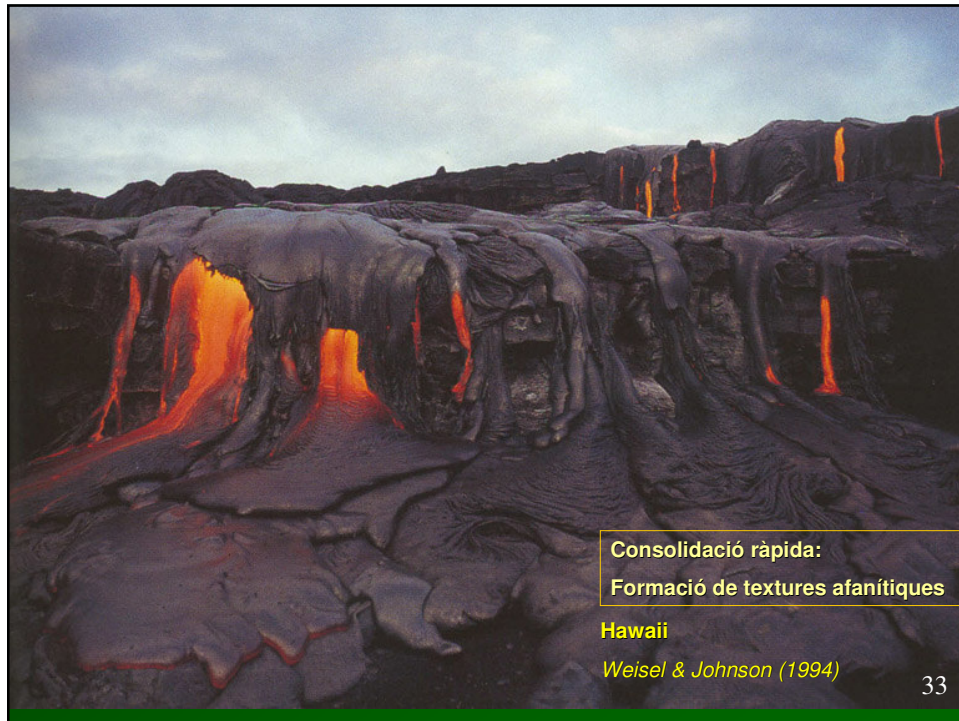
Solidificació progressiva d'una lava per descens de la temperatura

* (Noteu l'augment de la viscositat)

Hawaii

Weisel & Johnson (1994)

32



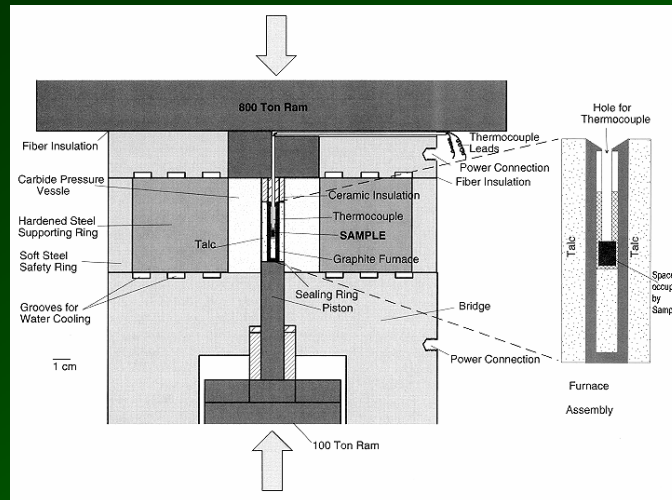
- **8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.**
 - Roques plutòniques: Dades indirectes:
 - >> **Estudis geològics detallats. P.Ex.:CONTACTES INTRUSIUS**



- **8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.**

- Roques plutòniques: **Dades indirectes:**

- >> **PETROLOGIA EXPERIMENTAL**



Experiments de fusió i cristallització a diferents pressions i amb diferents continguts en volàtils.

Winter (2001)

35

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

- **8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.**

- Dades indirectes: → **Formulació de teories**

Primeres controvèrsies:

- **Werner (1749-1817): Teoria “Neptunista”**

(Precipitació a partir d'un fluid aquós primordial)

- **Hutton (1726-1797): Teoria “Plutonista”**

(La Terra com una màquina que funciona gràcies a la calor interna: granits i filons formats a partir de materials fosos)

36

- 8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.
- Dades indirectes: → **Controvèrsies**



Smith (1981): The Cambridge Encyclopedia of Earth Sciences

- Basalts de la Giant's Causeway (Irlanda)
 - Werner : → Precipitació química
 - Desmarest : → Com en els volcans actuals

37

- 8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.
- Dades indirectes: → **Controvèrsies**

Controvèrsies més recents

(principalment entre 1930-1950):

➤ Teoria “Transformista”

(Els granits i altres roques plutòniques formades per recristal·lització en estat sòlid.)

➤ Teoria “Magmatista”

(Els granits i altres roques plutòniques formades per cristal·lització d'un magma.)

38

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

• 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.

• Cal distingir dos dominis ben diferenciats:

→ A la Terra

→ A altres cossos planetaris

39

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

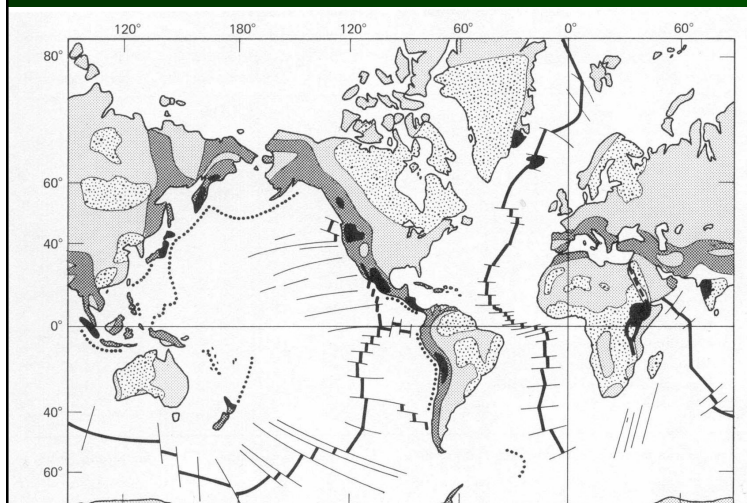


Figure 2-3. Major tectonic features of the world. Key: heavy lines, active rift systems of oceanic ridges; light lines, oceanic faults; dotted lines, oceanic trenches; light shading, continental platforms; ornamented, continental shields; dark grey, Tertiary folded mountain chains; black, Cenozoic volcanic regions (various sources).
Wyllie, 1971

9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.

→ A la Terra

40

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

• 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.

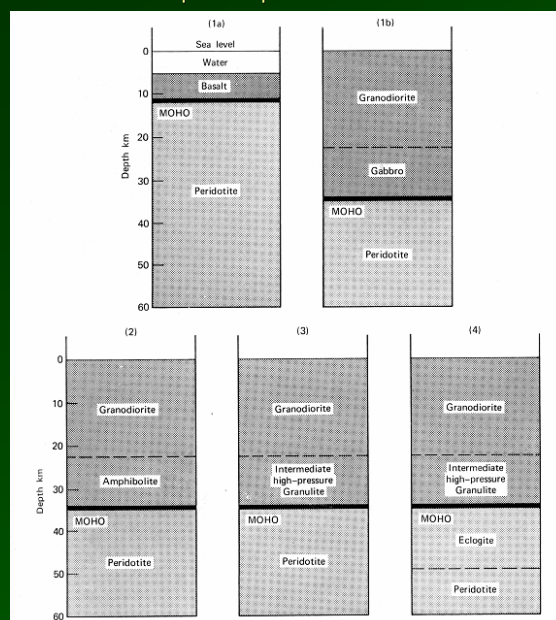
• a) Les roques ígnies a la Terra.

Tres dominis principals de distribució de les roques ígnies:

- ⇒ **1) El Mantell** : És el domini de les roques **ultramàfiques** (**peridotites**) (Està separat de l'escorça per la discontinuïtat de Mohorovicic (MOHO)).
- ⇒ **2) L'Escorça Oceànica** : Roques ígnies bàsiques (**basalts toleítics**)
- ⇒ **3) L'Escorça Continental** : Roques plutòniques àcides i intermèdies: **granodiorites** (20%), **granits** (18%), així com els seus equivalents metamòrfics, els **gneïsos** (38%) (Wyllie, 1971)

41

Possibles transicions Escorça-Mantell amb un canvi bruscat de la composició química.



• 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies a la Terra.

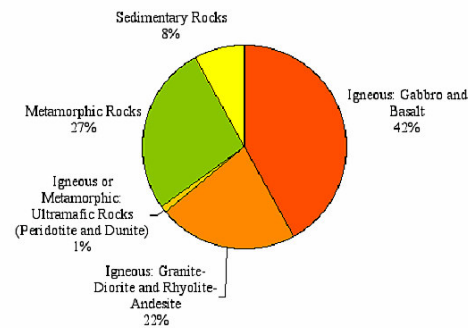
- 1) **El Mantell**
- 2) **L'Escorça Oceànica** :
- 3) **L'Escorça Continental**

42

Wyllie, 1971

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

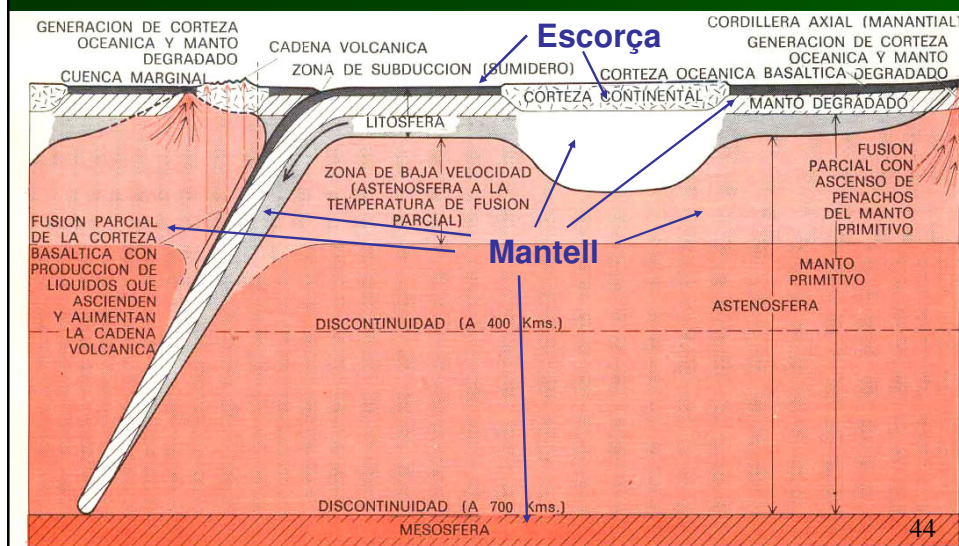
9. Àmbits de distribució de les roques ígnies a la Terra.



Percentatge en volum dels diferents tipus de roques a l'escorça terrestre
(Dades de Ronov & Yaroshevsky, 1969, American Geophysical Union Monograph 13)

43

- 1) **El Mantell** : Peridotites
- 2) **L'Escorça Oceànica** : Basalts, Diabases, Gabres
- 3) **L'Escorça Continental** : Granits, Granodiorites, Tonalites, etc.



Dewey, J.F. en Sci. Am. (1974)

44

- 1.-Definició de Petrologia.
- 2.- Classificació de les roques.
- 3.- Definició de Magma.
- 4.- Definició de Petrologia Ígnia.
- 5.- Procedència dels magmes.
- 6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.
- 7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.
- 8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.
- 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
- 10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

- 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
- Cal distingir dos dominis ben diferenciats:
 - A la Terra
 - A altres cossos planetaris

45

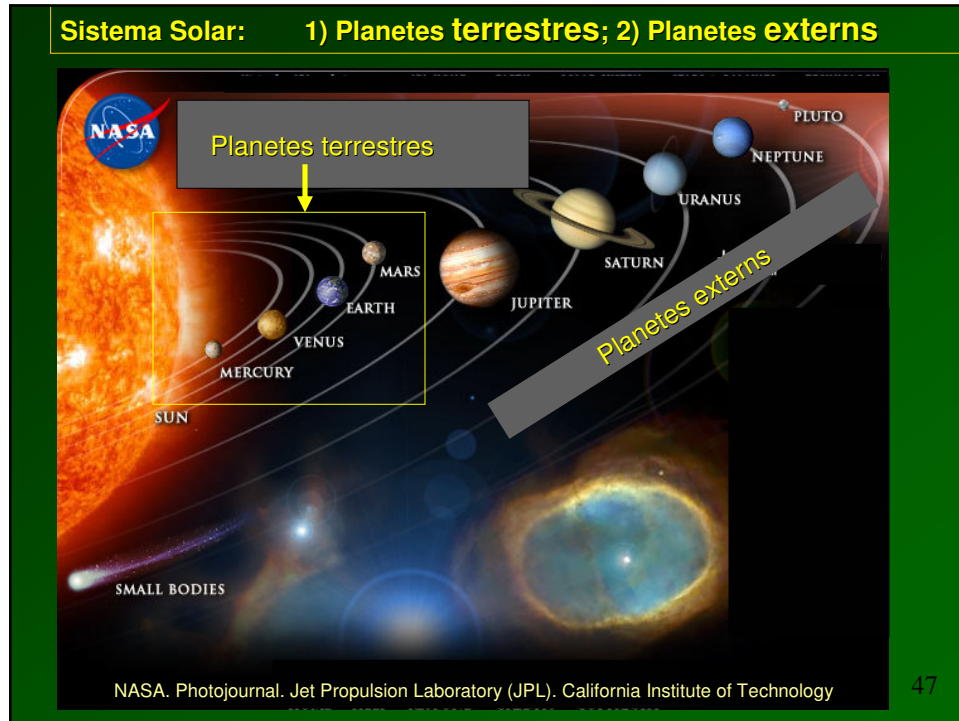
- 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.

b) Les roques ígnies a altres cossos planetaris.

En l'estudi de les roques ígnies a altres cossos planetaris cal fer una distinció clara entre:

- (I) els cossos planetaris anomenats "terrestres" o "interns", i
- (II) els "externs"
- (III) **EXOPLANETES**

46



- **9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.**
- (I) Els cossos "terrestres" corresponen als planetes i altres objectes formats en òrbites més pròximes al sol que el planeta Júpiter. Estàn formats essencialment per minerals refractaris (de punt de fusió elevat), entre els que dominen els silicats i el ferro metàl·lic

•EN AQUEST GRUP ES TROBEN:

- 1) Mercuri
- 2) Venus
- 3) la Terra
- 4) la Lluna
- 5) Mart
- 6) els satèl·lits de Mart: Phobos i Deimos
- 7) els Asteroides (Ceres, Vesta, etc).
- 8) els Meteorits

- 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
- **Objectes planetaris (o protoplanetaris) terrestres**

- MOSTRES

- Lluna
- Meteorits

- DADES DIRECTES (*in situ*) (fotografies, anàlisis)

- Venus
- Mart
- Eros (Asteroide) (Febrer de 2001)
- Vesta (Asteroide) (Octubre de 2011)

49

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

9. Àmbits de distribució de les roques ígnies a altres cossos planetaris.

- La Lluna

- MARIA (Zones deprimides o “mars”)

- Basalts

- HIGHLANDS (Zones elevades o “terres”)

- Anortosites
- Bretxes d'impacte

50

• La Lluna

- MARIA
- HIGHLANDS

- Missions d'exploració Apolo 11-17 NASA

Bernard M Gunn.
<http://www.geokem.com/lunar.html>

51

Programa Luna o Lunik

duet a terme per la URSS

(1959-1976)

-Primera nau en arribar a la lluna

-Primeres fotos de la cara oculta

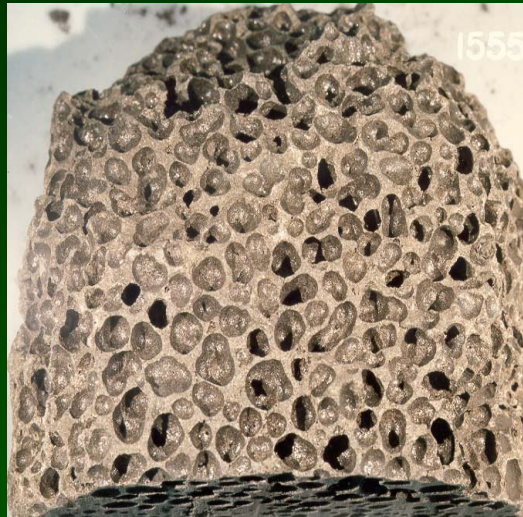
- (1970): Mostres de roques basalts molt pobres en Ti

Edwin J. Grayzeck,
http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/moon_landing_map.jpg

52

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

9. Àmbits de distribució de les roques ígnies a altres cossos planetaris.



Lunar and Planetary
Institute, 2011

Basalt vesicular. Apolo 15. NASA

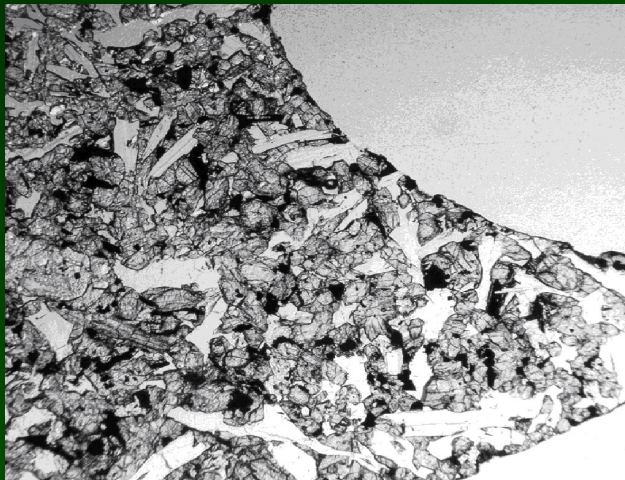
<http://curator.jsc.nasa.gov/lunar/lsc/15556r.pdf>

Mostra nº 15556

53

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

9. Àmbits de distribució de les roques ígnies a altres cossos planetaris.



Lunar and Planetary
Institute, 2011

Basalt vesicular. Apolo 15. NASA

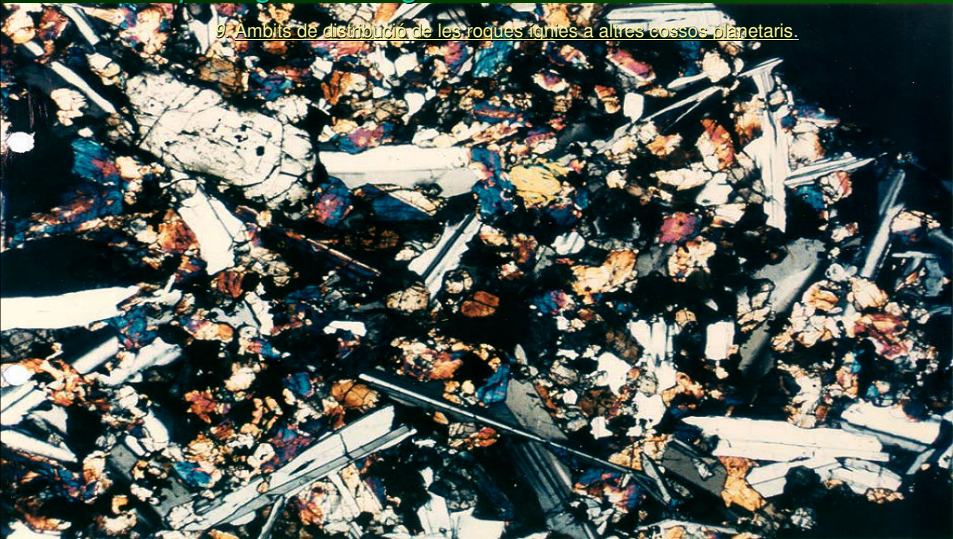
<http://curator.jsc.nasa.gov/lunar/lsc/15556r.pdf>

Mostra nº 15556. Làmina prima.

54

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

9. Àmbits de distribució de les roques ígnies a altres cossos planetaris.



Basalt vesicular. Apolo 15. NASA

Mostra nº 15556. Làmina prima NC: Pl, Px, Ol

Lunar and Planetary
Institute, 2011

<http://curator.jsc.nasa.gov/lunar/lsc/15556r.pdf>

55

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

9. Àmbits de distribució de les roques ígnies a altres cossos planetaris.



NASA. Photojournal.
Jet Propulsion
Laboratory (JPL).
California Institute of
Technology.

Roca de tipus basàltic a la superfície de Mart aproximadament de 1 m de diàmetre ("Yogi"). Mars Pathfinder (13/3/1998). Basalt homogeni de gra fi.

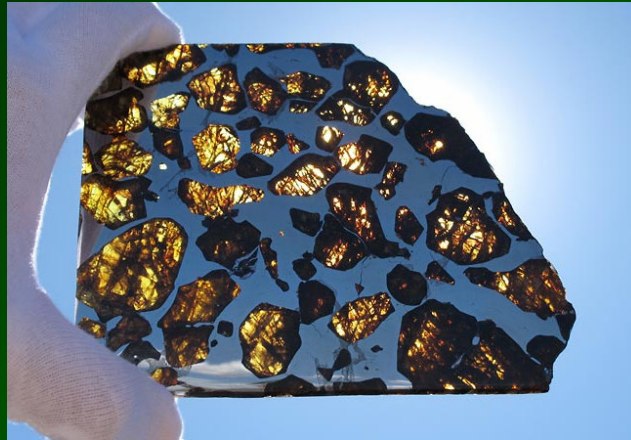
http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpegMod/PIA00815_modest.jpg

56

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

9. Àmbits de distribució de les roques ígnies a altres cossos planetaris.

• Meteorits



Aerolite.org, 2011

Llesca d'un Meteorit de ferro i olivina (Palasit)
Fukang (Xina)

<http://www.aerolite.org/stony-iron-meteorites/fukang/fukang-168-6.htm>

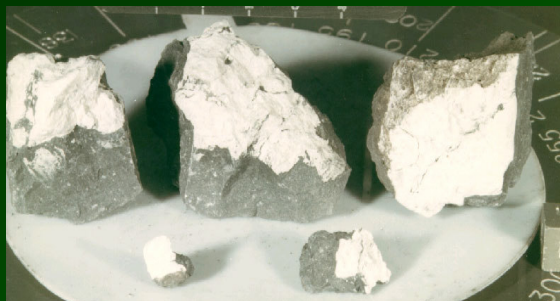
57

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

10.- Primers indicis d'activitat ígnea preservats en la història geològica de la Terra.

➤ Antiquitat de les roques ígnies:

Les roques Lunars són, en general, més antigues que les terrestres

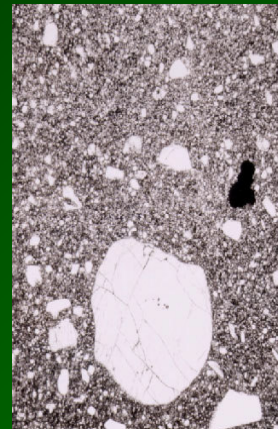


Dic d'un fos d'impacte en una norita.

Apolo 17. NASA

Mostra nº 77075

Edad radiogènica Rb/Sr: **4180 Ma**



Làmina prima: Clastos d'olivina i altres petits xenòlits en una matriu de gra fi.

<http://curator.jsc.nasa.gov/lunar/lsc/77075.pdf>

Lunar and Planetary
Institute, 2011

58

- 1.-Definició de Petrologia.
- 2.- Classificació de les roques.
- 3.- Definició de Petrologia Ígnia.
- 4.- Definició de Magma.
- 5.- Procedència dels magmes.
- 6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.
- 7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.
- 8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.
- 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
- 10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

- Edat aprox. de la Terra : **4600 Ma**
- Roques més antigues conegudes:
 - **gneissos d'Amîtsoq** (Groenlàndia) **3800 Ma**
 - **gneissos d'Acasta** (Canadà): **3960 Ma**
 - “amfibolites” de **Nuvvuagittuq** (Canadà) **4280 Ma**

59

- 1.-Definició de Petrologia.
- 2.- Classificació de les roques.
- 3.- Definició de Petrologia Ígnia.
- 4.- Definició de Magma.
- 5.- Procedència dels magmes.
- 6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.
- 7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.
- 8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.
- 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
- 10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

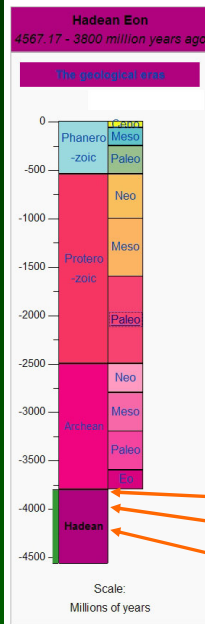
- **gneissos d'Amîtsoq** (Groenlàndia) **3800 Ma**
Datació radiomètrica Rb/Sr: Moorbath, S. (1977)
- Gneis: Roca metamòrfica que sovint procedeix de la deformació i recristal·lització de granitoides
- **gneissos d'Acasta** (Canadà): **4030 Ma**
Datació radiomètrica U-Th-Pb: Bowring & Williams (1998)
- “amfibolites” de **Nuvvuagittuq** (Canadà): **4280 Ma**
Datació radiomètrica Sm/Nd O'Neil et al. (2008)
- Amfibolita: Roca metamòrfica que sovint procedeix de la deformació i recristal·lització de basalts, diabases o gabres

60

- 1.-Definició de Petrologia.
- 2.- Classificació de les roques.
- 3.- Definició de Petrologia Ígnia.
- 4.- Definició de Magma.
- 5.- Procedència dels magmes.
- 6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.
- 7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.
- 8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.
- 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
- 10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.



Template:Eons graphical timeline/doc:
http://en.wikipedia.org/wiki/Template:Eons_graphical_timeline

Amitsog: 3800 Ma
Acasta: 4030 Ma
Nuvvuagittuq: 4280 Ma

Scale:
Millions of years

61

- 1.-Definició de Petrologia.
- 2.- Classificació de les roques.
- 3.- Definició de Petrologia Ígnia.
- 4.- Definició de Magma.
- 5.- Procedència dels magmes.
- 6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.
- 7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.
- 8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.
- 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
- 10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.



Smith (1981):
The Cambridge Encyclopedia of Earth Sciences

Gneissos d'Amitsog procedents de la deformació de granitoides. Els dics de diabases intruïts a les tonalites han estat fortament deformats i transformats a amfibolites.

62

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

- 1.- Definició de Petrologia.
- 2.- Classificació de les roques.
- 3.- Definició de Petrologia Ígnia.
- 4.- Definició de Magma.
- 5.- Procedència dels magmes.
- 6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.
- 7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.
- 8.- Evidències de la formació de les roques ígnies.
- 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
- 10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.



• Amîtsoq
• Isua
~3800 Ma

63

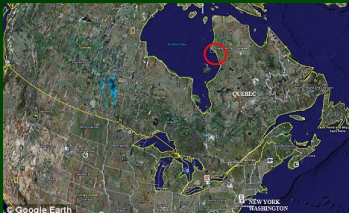
Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

Gneissos i amfibolites de l' Escut cratònic canadenc

Les roques terrestres més antigues conegudes:
Nuvvuagittuq
4280 Ma

O'Neil et al. (2008)




CBC News Canada 26Sept2008:
<http://www.cbc.ca/canada/story/2008/09/25/oldest-rocks.html>

64

Gneissos de l' Escut cratònic d'Acasta (Canadà)

Entre les roques terrestres més antigues conegudes

York, D (1993)

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.
 10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.



65

1.- Definició de Petrologia.
 2.- Classificació de les roques.
 3.- Definició de Petrologia Ígnia.
 4.- Definició de Magma.
 5.- Procedència dels magmes.
 6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.
 7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.
 8.- Evidències de la formació de les roques ígnies.
 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
 10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.
 10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

- Entre les roques més antigues conegudes:
 → **gneissos d'Acasta (Canadà):**
4030 Ma



Smithsonian National Museum of Natural History. The Dynamic Earth: **Catalog Number: USNM 116542**
http://www.mnh.si.edu/earth/text/geogallery_main.html

66

- 1.-Definició de Petrologia.
- 2.- Classificació de les roques.
- 3.- Definició de Petrologia Ígnia.
- 4.- Definició de Magma.
- 5.- Procedència dels magmes.
- 6.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Metamòrfica.
- 7.- Relacions entre la Petrologia Ígnia i la Petrologia Sedimentària.
- 8.-Evidències de la formació de les roques ígnies.
- 9.- Àmbits de distribució de les roques ígnies.
- 10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

Roques Ígnies i magmes: Introducció i definició.

10.- Primers indicis d'activitat ígnia preservats en la història geològica de la Terra.

•Roques més antigues conegudes:
→ gneissos d'Acasta (Canadà): 4030 Ma



St John, J. (2011):
The Ohio State
University Newark

67

<http://www1.newark.ohio-state.edu/Professional/OSU/Faculty/jstjohn/Acasta%20Gneiss%20stuff/Acasta%20Gneiss.htm>

Bibliografia

- BOWRING, S.A. & WILLIAMS, S. (1998): *Priscoan (4.00-4.02 Ga) orthogneisses from northwestern Canada. Contrib. Min. Petrol.* 134 (1): 3-16.
- DEWEY, J.F. (1974): *Placas Tectónicas . En Deriva Continental y Tectónica de Placas. Ed. Blume.* 231 p.
- EASTERN CONNECTICUT STATE UNIVERSITY (2007): <http://www.easternct.edu>
- ENRIQUE, P., (1995): *Pluton de Perramó-Posets. En A. Barnolas et J.C. Chiron, Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées. Tome I- Cycle Hercynien, pp. 423-424. Édition BRGM-ITGE Orléans et Madrid.*
- ENRIQUE, P. (1986): *Les roques ígnies de la Serralada Costanera Catalana. In: P. Santanach, ed. Geologia I (Història Natural dels Països Catalans) . Enciclopèdia Catalana S.A. Barcelona, pp. 191-196.*
- EUROGRANITES (2005): <http://www.helsinki.fi/geo/staff/ramo/Eurogranites2005.pdf>
- GASS, I. G. & THORPE, R. S. (1976): *Igneous Case Study: the Tertiary igneous rocks of Skye, NW Scotland (ed. Aprahamian, F.) (Open University Press, Milton Keynes).*
- GRAYZECK, E..J. (2007): NASA Official: edwin.j.grayzeck@nasa.gov. Last Updated: 23 October 2007, DRW. http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/moon_landing_map.jpg
- GUNN, B. M. (2011): <http://www.geokem.com/lunar.html>
- HUANG, W.T. (1968): *Petrologia.* 547 pp. Unió Tipogràfica Editorial Hispano Americana. México.
- IRVINE, T. N., ANDERSEN, J. C. Ø. & BROOKS, C. K. (1998): *Included blocks (and blocks within blocks) in the Skaergaard intrusion: Geologic relations and the origins of rhythmic modally graded layers. Geol. Soc. of America* 110: 1398-1447.
- JONES, C.E.: <http://www.pitt.edu/~cejones/GeoImages/2IgneousRocks/IgneousTextures/6Glassyz/ObsidianOrangeFlake.jpg>
- MINING AND GEOLOGY IN FIJI (2011): <http://www.mrd.gov.fj/gfiji/geology/educate/rocks.html>

Bibliografia

- MOORBATH, S. (1977): *The Oldest Rocks and the Growth of Continents*. *Sci Am*. 236: 92-104.
- NASA. Photojournal. Jet Propulsion Laboratory (JPL). California Institute of Technology.
<http://photojournal.jpl.nasa.gov/index.html>
- NASA (2011): <http://scign.jpl.nasa.gov/learn/plate1.htm>
- O'NEIL, J., CARLSON, R. W., FRANCIS, D. & STEVENSON R. K. (2008): Neodymium-142 Evidence for Hadean Mafic Crust. *Science* **321**, 1828-1831.
- RONOV, A.B. & YAROSHEVSKY, A.A., 1969
- SCIENTIFIC AMERICAN (1974): *Deriva Continental y Tectónica de Placas*. Ed. Blume. 231 p.
- SMITH, D. G. (Ed.) (1981): *The Cambridge Encyclopedia of Earth Sciences*, (Cambridge University Press), 496 p.
- SOLÉ, J., DELALOYE, M., & ENRIQUE, P. (1998): K-Ar ages in biotites and K-feldspars from the Catalan Coastal batholith: Evidence of a post-Hercynian overprinting. *Eclogae geol. Helv.* 91: 139-148.
- SOPER, D. E. (2011): zebu.uoregon.edu/~soper/Earth/earthstructure.html
- SMITHSONIAN NATIONAL MUSEUM OF NATURAL HISTORY. *The Dynamic Earth*:
http://www.mnh.si.edu/earth/text/geogallery_main.html
- ST JOHN, J. (2011): *The Ohio State University Newark*: <http://www1.newark.ohio.state.edu/Professional/OSU/Faculty/jstjohn/Acasta%20Gneiss%20stuff/Acasta%20Gneiss.htm>
- TEMPLATE: EONS GRAPHICAL TIMELINE /doc: http://en.wikipedia.org/wiki/Template:Eons_graphical_timeline
- VAN ROSE, S. & MERCER, I. (1974): *Volcanoes*. Geological Museum
- WAGER, L.R. & BROWN, G.M. (1968): *Layered Igneous Rocks*. Oliver & Boyd. 588 pp.
- WEISEL, D. & JOHNSON, C. (1994): *Fire on the Mountain: The nature of volcanoes*. 132 p. Chronicle Books. San Francisco.
- WINTER, J.D. (2001): *Igneous and Metamorphic Petrology*. Prentice Hall. N.J. 697 p.
- WYLLIE, P.J. (1971): *The Dynamic Earth: Textbook in Geosciences*. 416 pp. John Wiley & Sons.
- YORK, D. (1993): *Protohistoria de la Terra*. *Inv. y Ciencia*. 198: 40-47.