

# Atapuerca

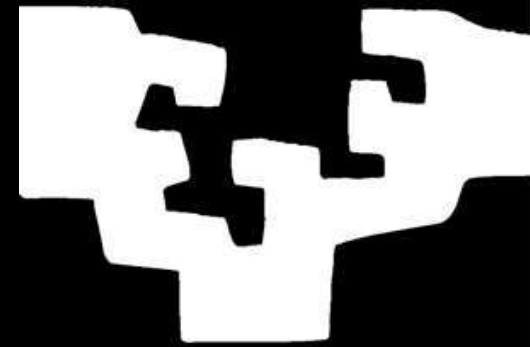
Dr. Arantza Aranburu Artano



# K O S T A N

ELKARTEA

U.P.V./E.H.U.



**ARANZADI** zientzia elkartea  
sociedad de ciencias · society of sciences · société de sciences



HIDRO/GEO/INGURUMENA





# ESTRUCTURA DE LA CHARLA

Presentación  
y trayectoria

*Descanso / Café*

“Atapuerca, contada por una  
Geóloga”  
(1998-2022)



# Arantza Aranburu Artano

- Doctora en Geología
- Profesora Titular en la UPV/EHU
- Miembro de ARANZADI Z.E.
- Investigadora de ATAPUERCA
- Co-IP del Grupo Investigación (G.V.): “Procesos Geo-Hidro-Ambientales”

# Estudiar Geología ...



*Inquietud por entender el paisaje...*

# *Paisajes de roca ...*



# *Paisajes de roca ...*



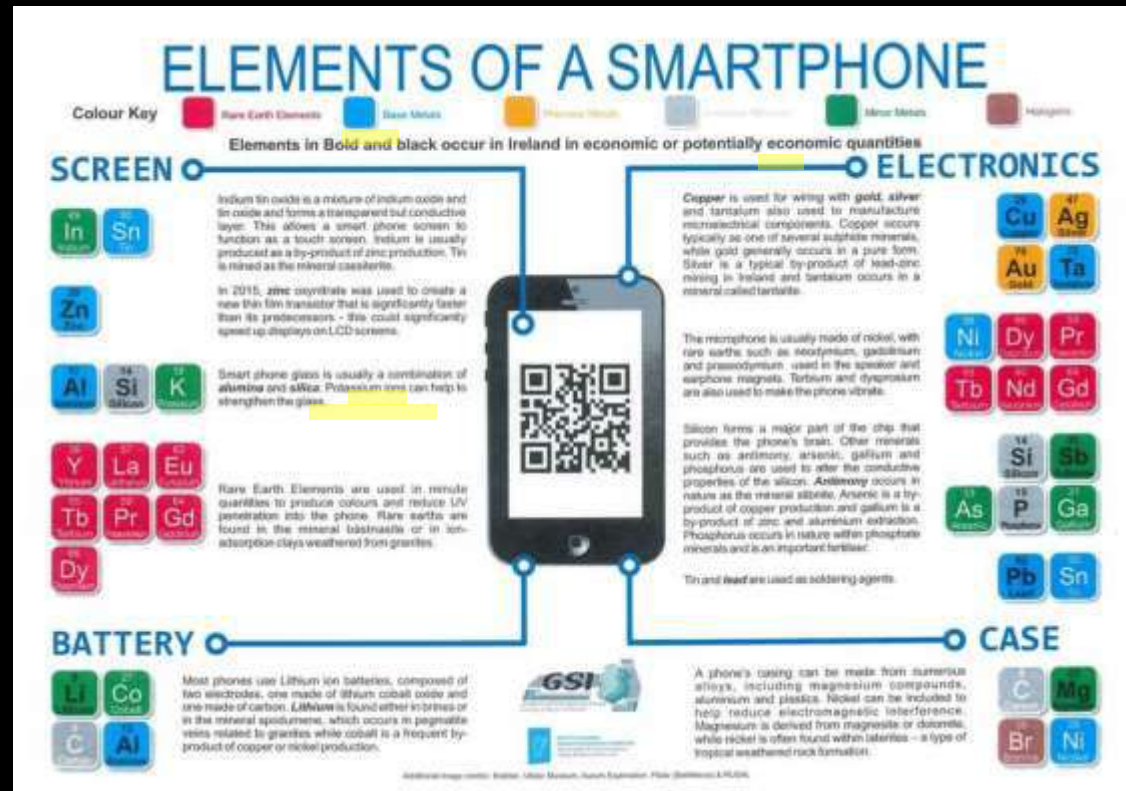
# ***GEO-LOGIA***

Es la ciencia natural que estudia la **composición y estructura**, tanto interna como superficial,  
y los **procesos** por los cuales ha ido evolucionando el planeta Tierra,  
a lo largo de *4.600 Millones de años.*



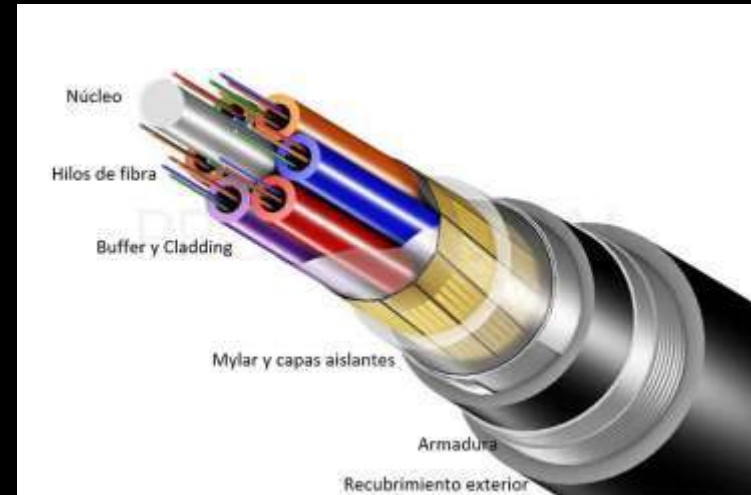


# GEOLOGIA ... ¿estudio del pasado?





# PETROLEO, CEMENTO LA FIBRA ÓPTICA



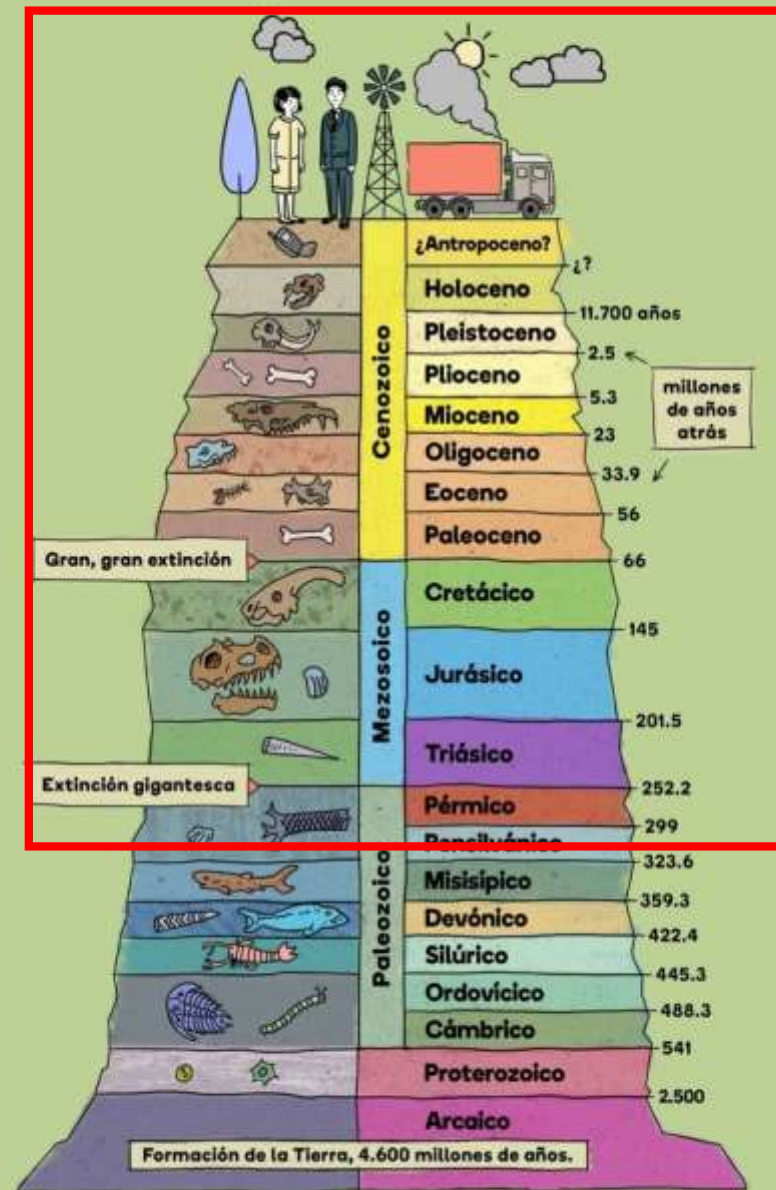
<https://www.xlsemanal.com/conocer/naturaleza/20180218/robo-de-arena-escasez-saqueo-de-las-playas.html>

# AGUA y ARENA



La GEOLOGÍA,  
estudia el  
PASADO ...  
para entender el  
PRESENTE

y posicionarnos  
ante los  
escenarios  
FUTUROS



Fuente: Tabla Cronoestratigráfica Internacional 2015. Comisión Internacional de Estratigrafía.



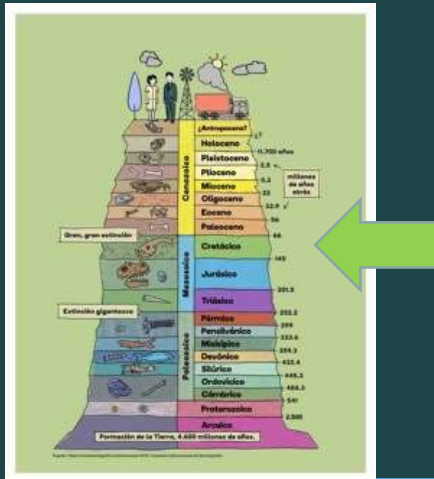
LA FORMACIÓN DE LAS ROCAS CRETÁDICAS,  
125-100 Ma



# LAS ROCAS CRETÁDICAS

125-100 Ma

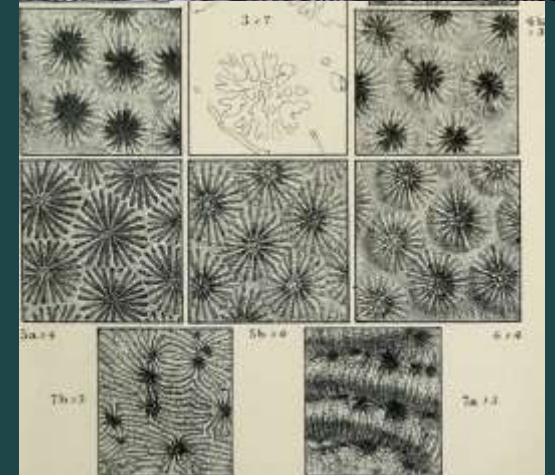
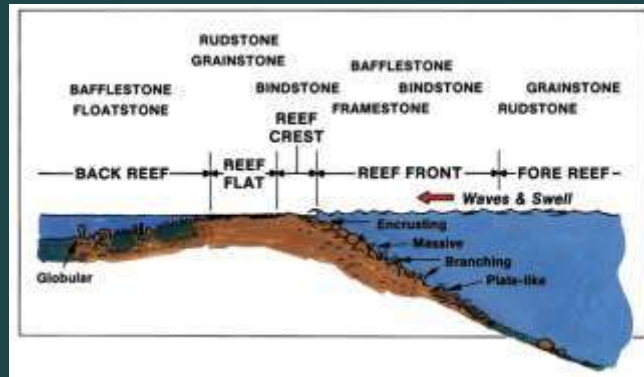
(Tesis Doctoral 1989-98)



# LA FORMACIÓN DE LAS ROCAS CRETÁICAS

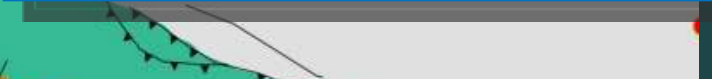
125-100 Ma

(1989-98)



# LAS ROCAS CRETÁDICAS

125-100 Ma



*Arkaitz Apalategi*



# LAS ROCAS CRETÁICAS

125-100 Ma



# LAS ROCAS CRETÁICAS

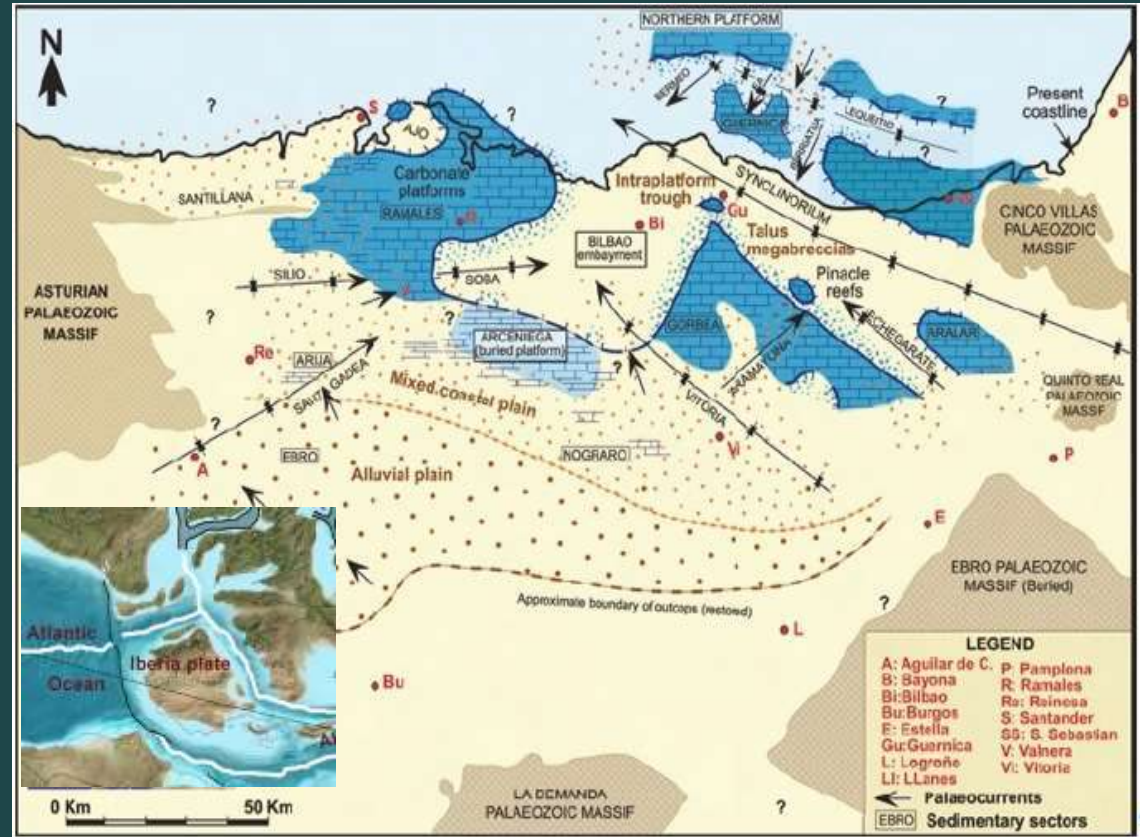
125-100 Ma



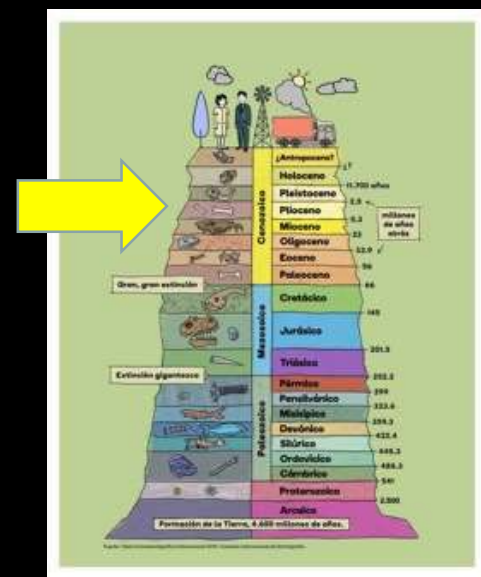
Mares  
tropicales  
 $T^a$  18-20 °C

# LAS ROCAS CRETÁICAS

125-100 Ma



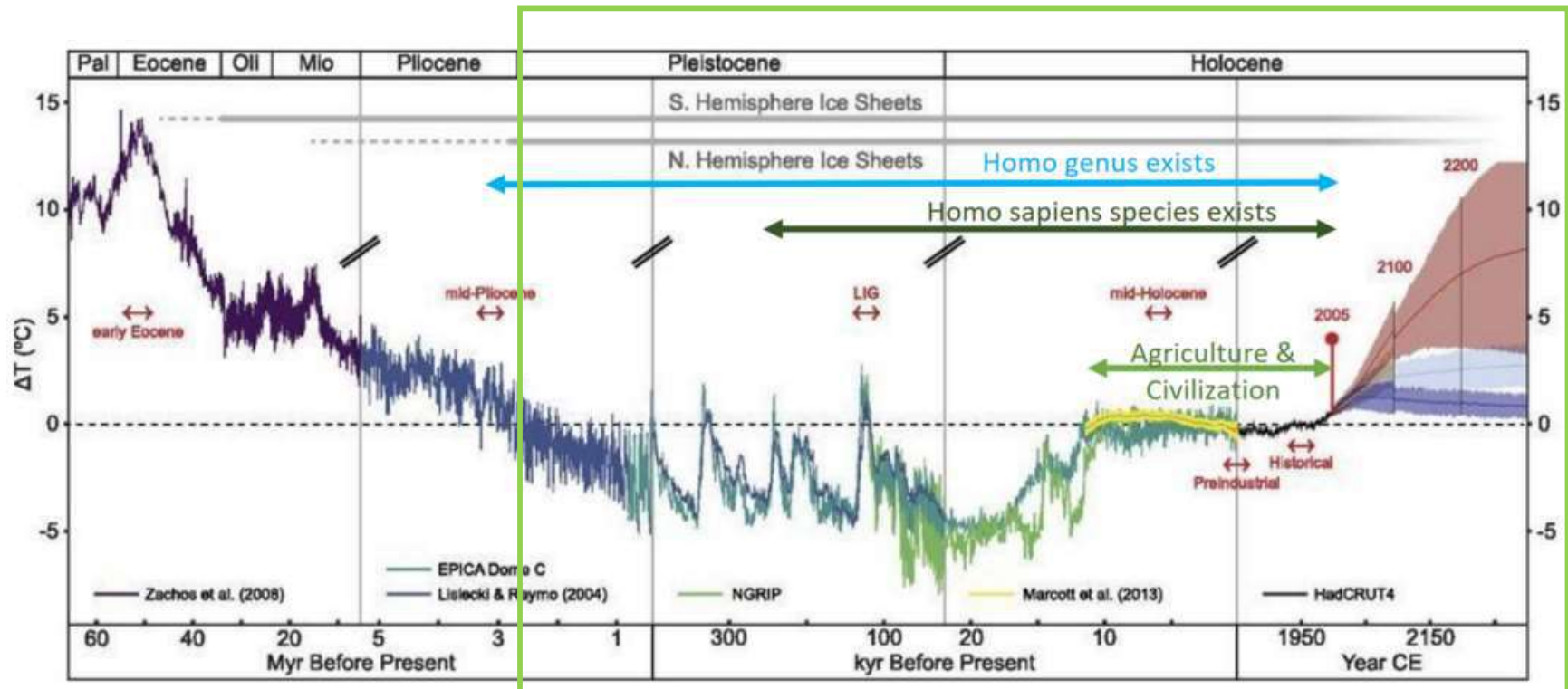
Mares tropicales = Australia



ATAPUERCA  
(BURGOS)  
1998  
(2000-2025)

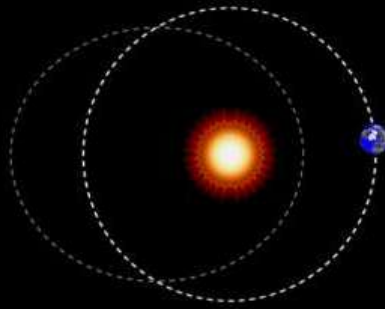
Cuaternario,  
2,58Ma – hoy

# Período de clima cambiante



# Ciclos de Croll-Milankovitch

**ESCENTRICIDAD**



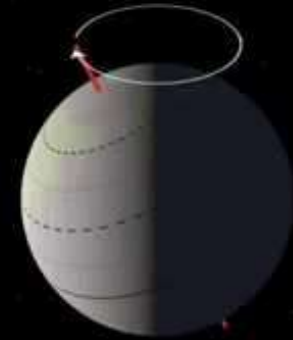
~ 100.000 años

**INCLINACIÓN EJE**



~ 41.000 años

**PRECESION**



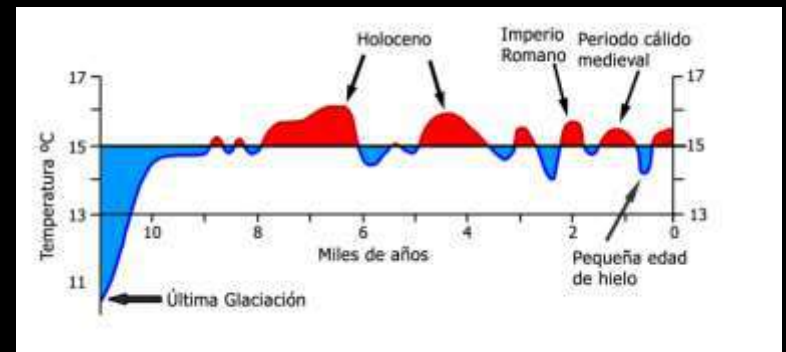
~ 23.000 años

# El último máximo Glacial

Last Glacial Maximum 18,000 years ago



Ancient Landmass  
 Modern Landmass  
 Subduction Zone (triangles point in the direction of subduction)  
 Sea Floor Spreading Ridge





Clima cambiante:

- Glaciaciones
- Interglaciales

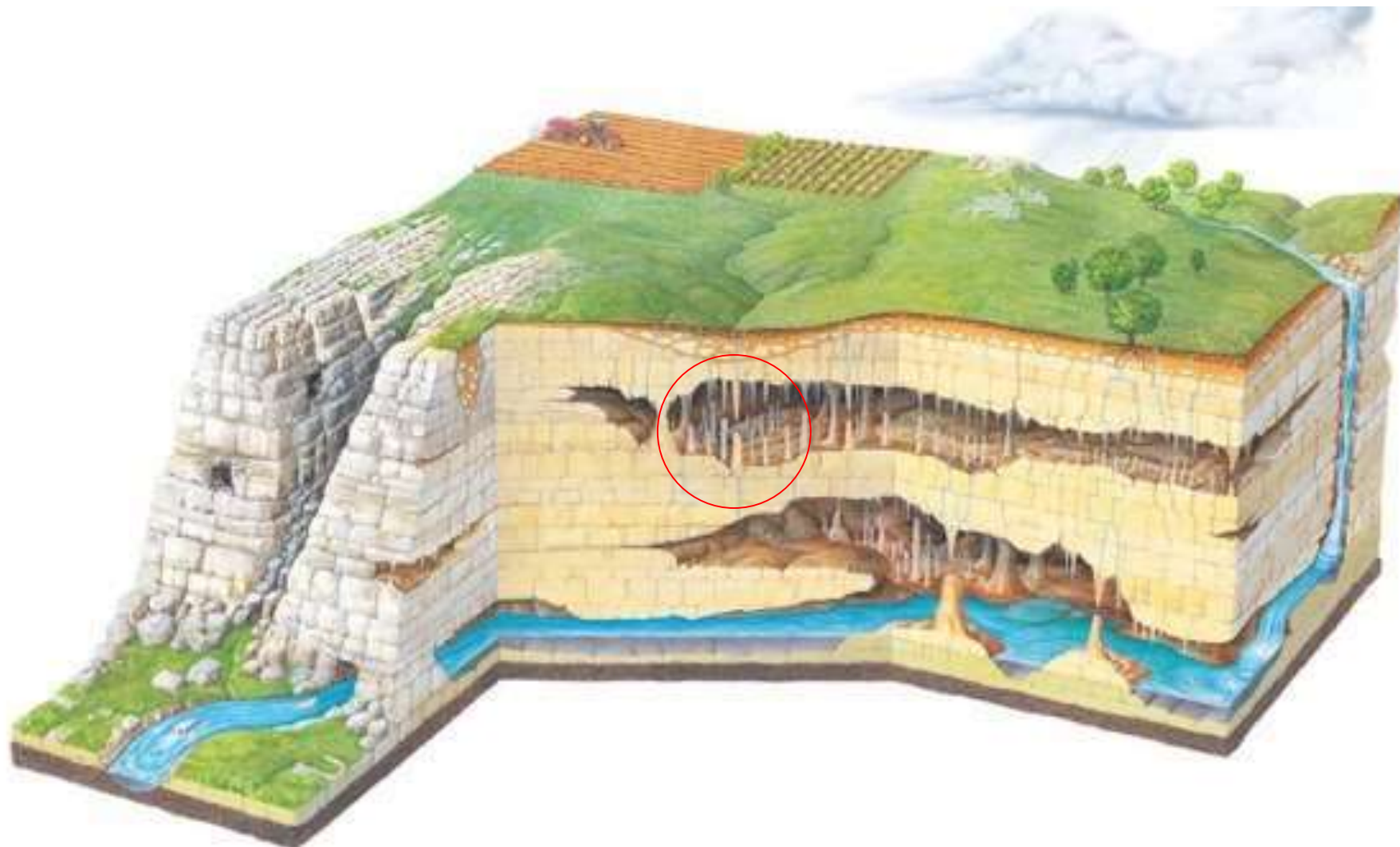
Registros en  
Cuevas (> 6.000)







# Formas de disolución (Karst)

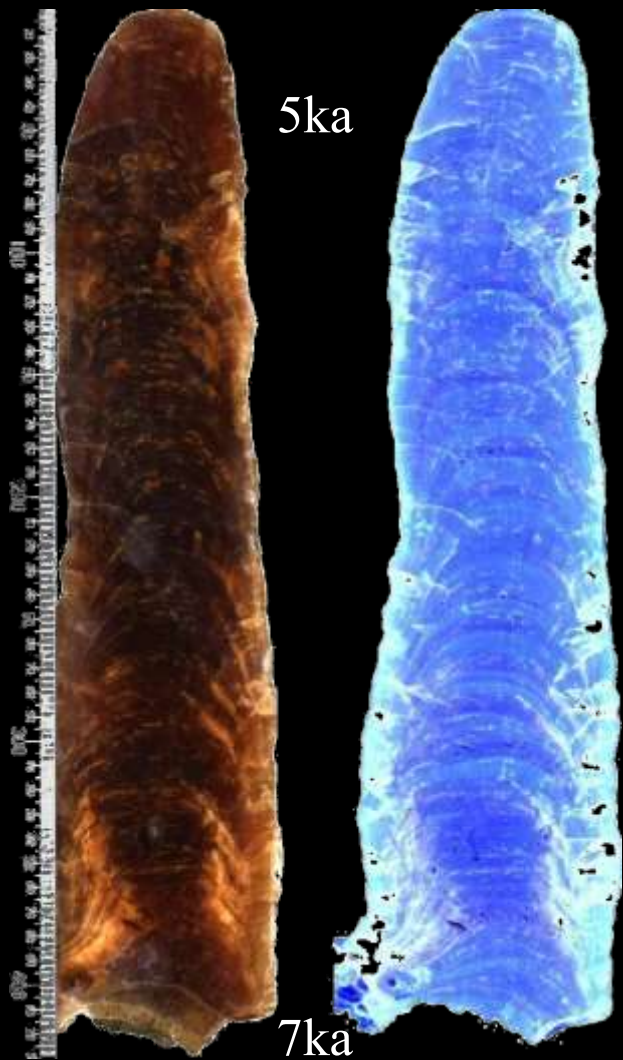
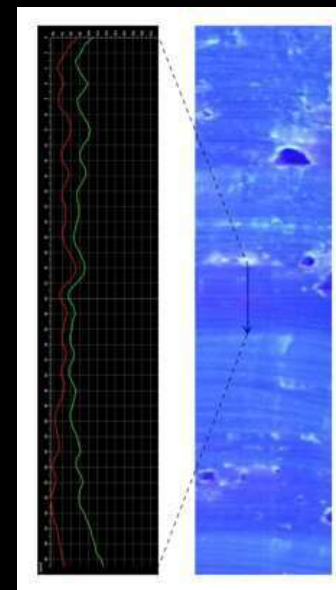


# Formas de precipitado

*Moreno*

claras (50) + oscuras (25)  
± 100 años

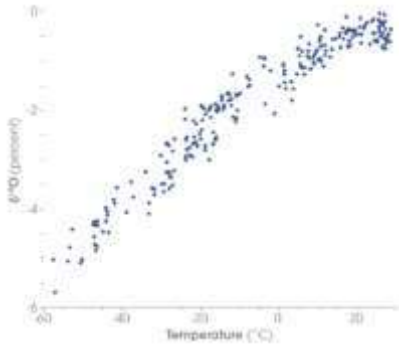
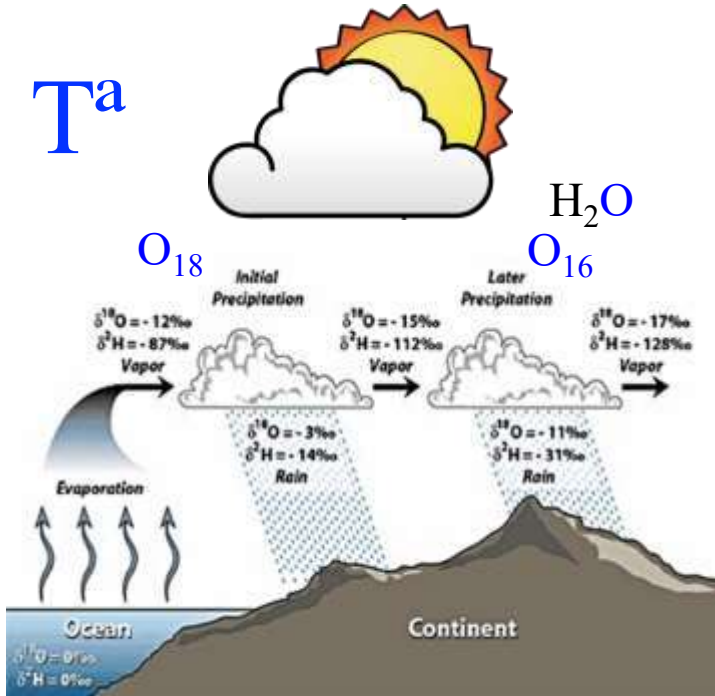
- T<sup>a</sup>: CaCO<sub>3</sub>
- Lluvia: Textura



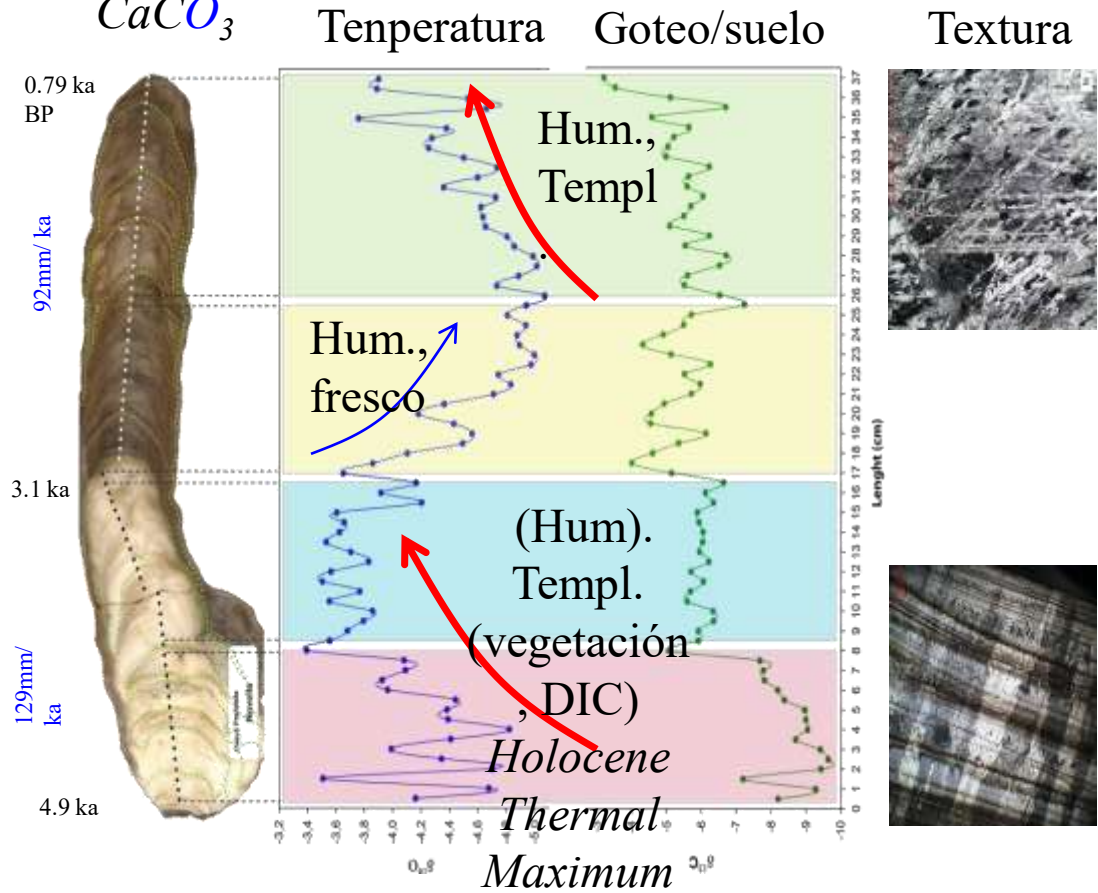
2 laminas/año!!

# Formas de precipitado

T<sub>a</sub>



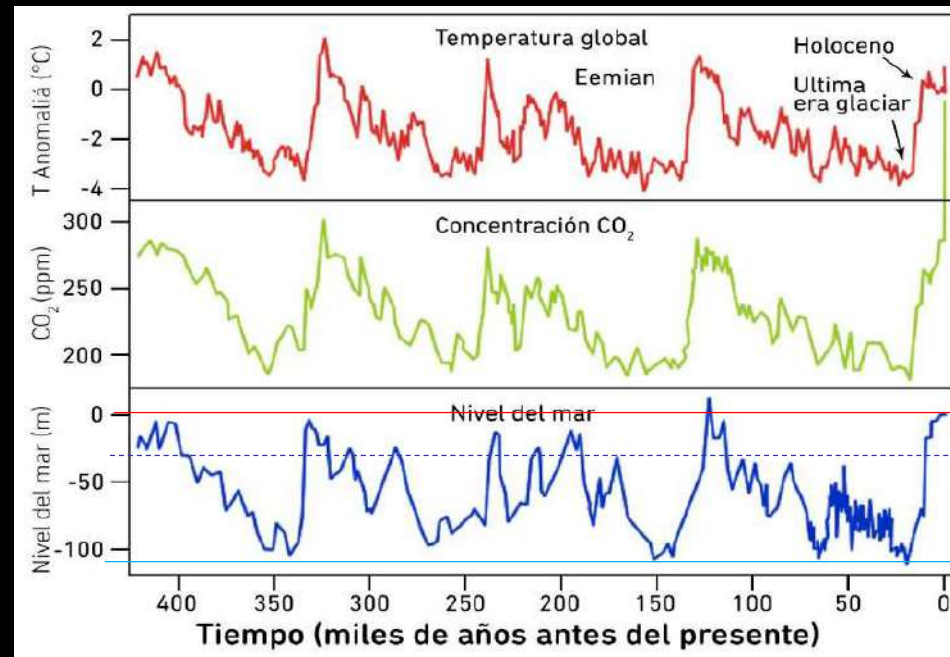
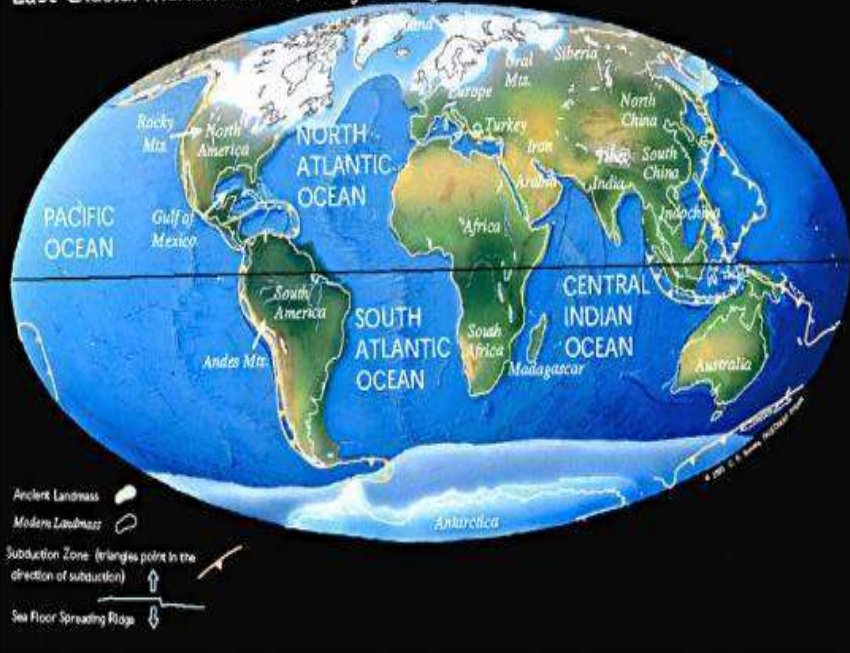
Novella  
(Praileaitz)  
 $\text{CaCO}_3$



# Variaciones del Nivel del Mar

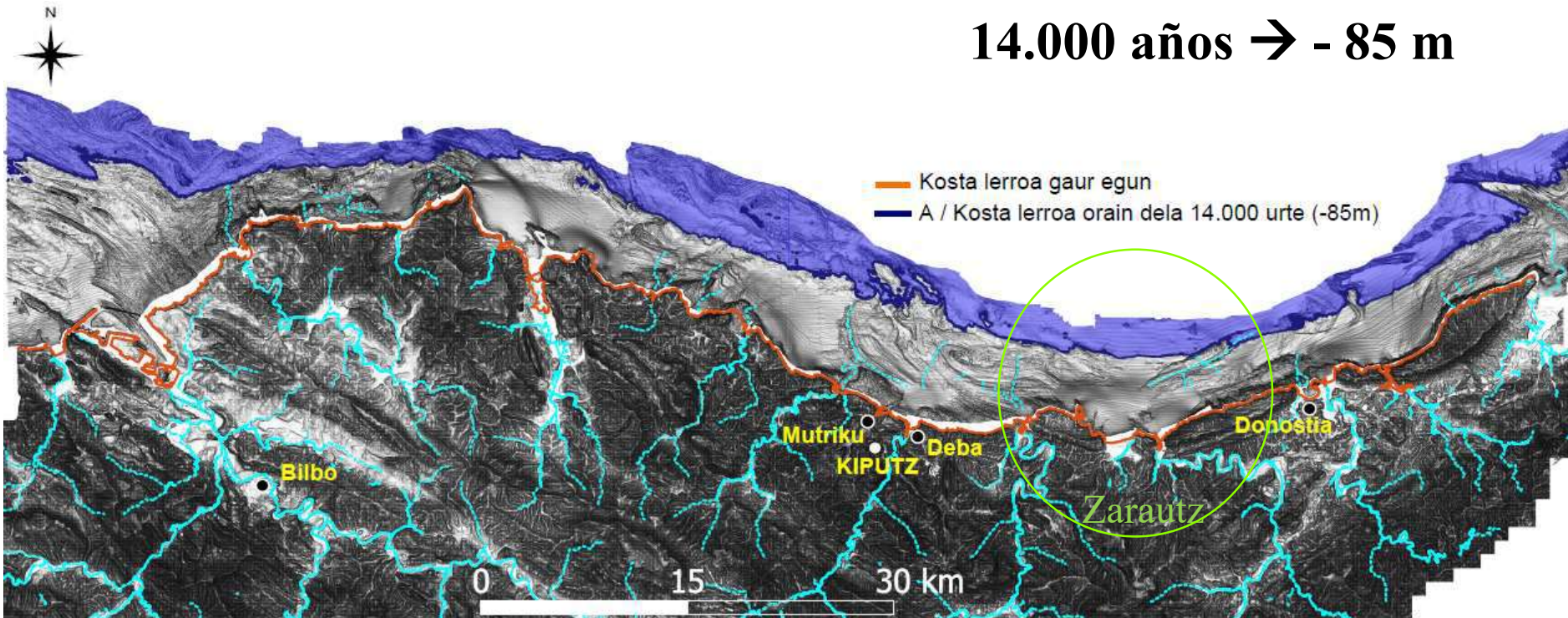


Last Glacial Maximum 18,000 years ago



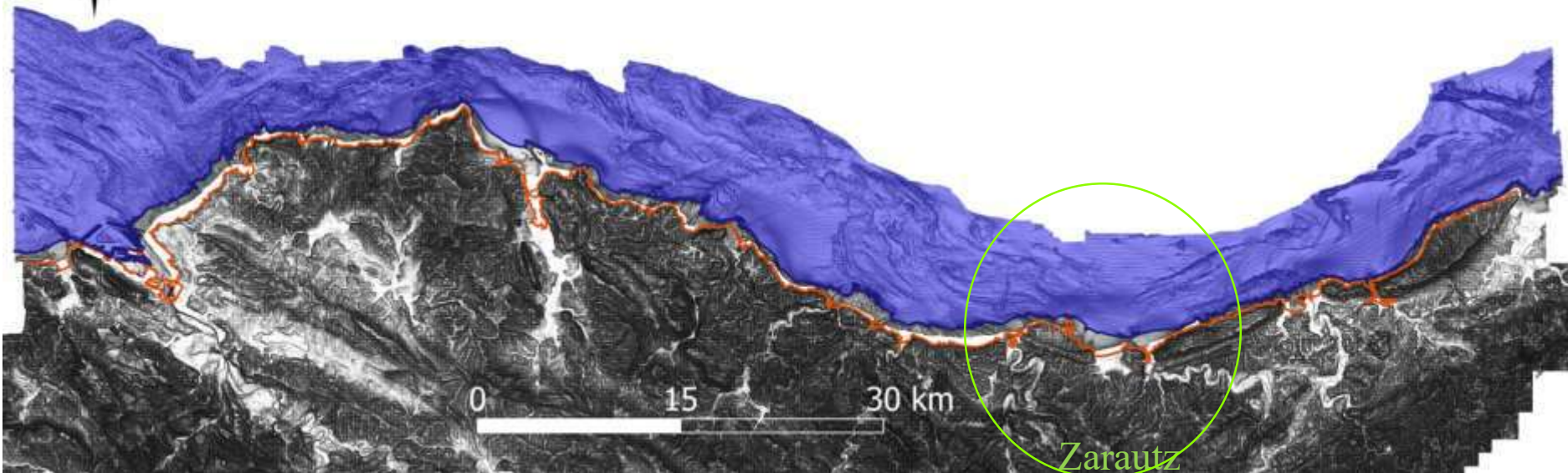
# LÍNEA DE COSTA EN EL PASADO

14.000 años → - 85 m



# LÍNEA DE COSTA EN EL PASADO

10.000 años → -25 m



Zarautz





# Atapuerca

## *Una visión desde la Geología*



(La Sima de los Huesos)

*EL PASO DEL TIEMPO  
no es suficiente para borrar el  
pasado*



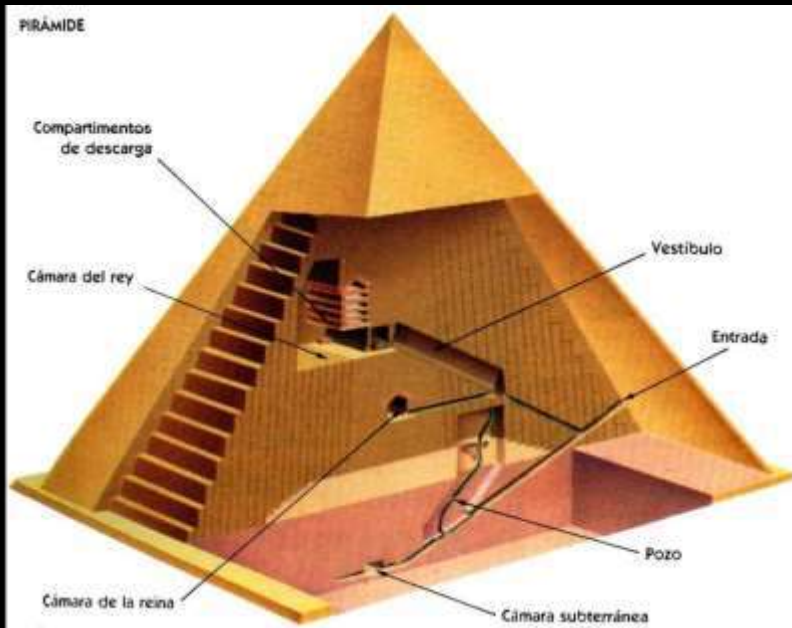


© Julio Asunción



Parroquia Sta. María La Real





La Sima de los Huesos

Cráneo 5  
"Migelón"



*Homo*  
*heidelbergensis*



Más de una docena!!!





AT-823

AT-823

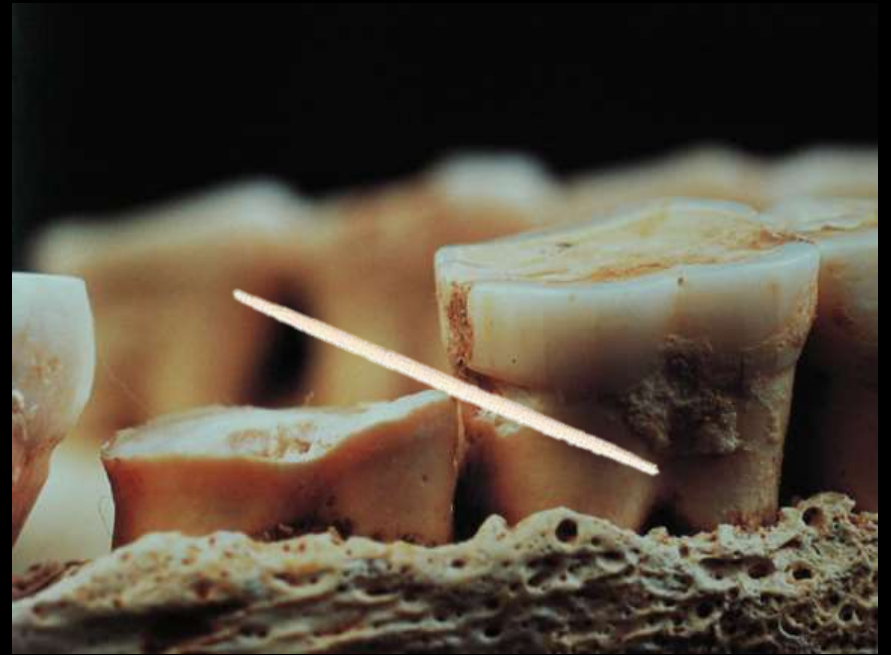
AT-809

AT-812

AT-816

P. 20





# La "pelvis" de Elvis





Excálibur



# Homo Eiderbergensis (430Ka, Atapuerca, Burgos)

*“Una gran infección bucal”*



*Homo heidelbergensis* (430Ka, Atapuerca, Burgos)

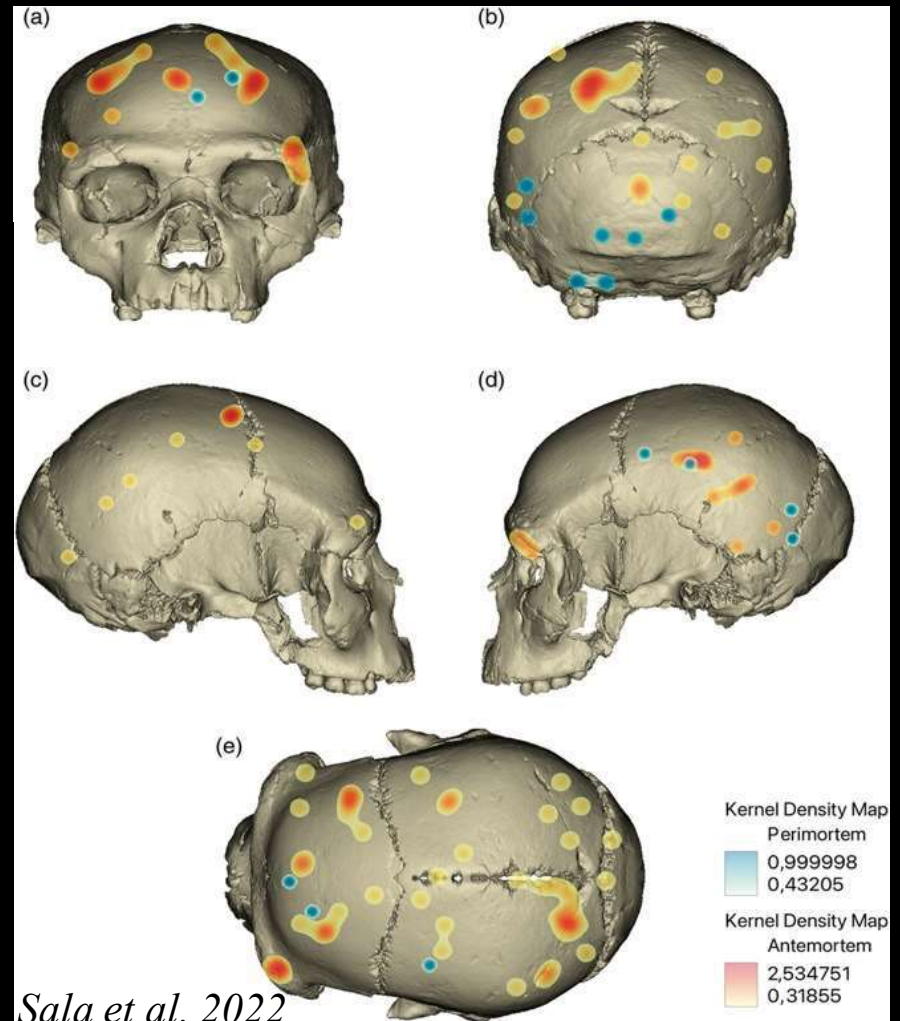
*“Un grupo de 25 individuos”*



*“son ... como de la familia”*

# Homo Eiderbergensis (430Ka, Atapuerca, Burgos)

*“Una gran infección bucal, golpes, ...”*



# Homo Eidelbergensis (430Ka, Atapuerca, Burgos)

*Sala et al. 2022*



Antemortem trauma of several cranial individuals

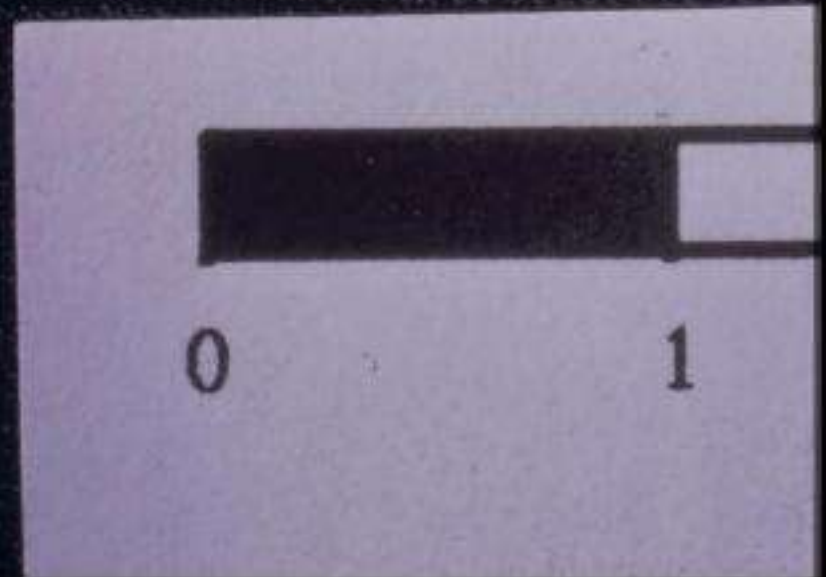


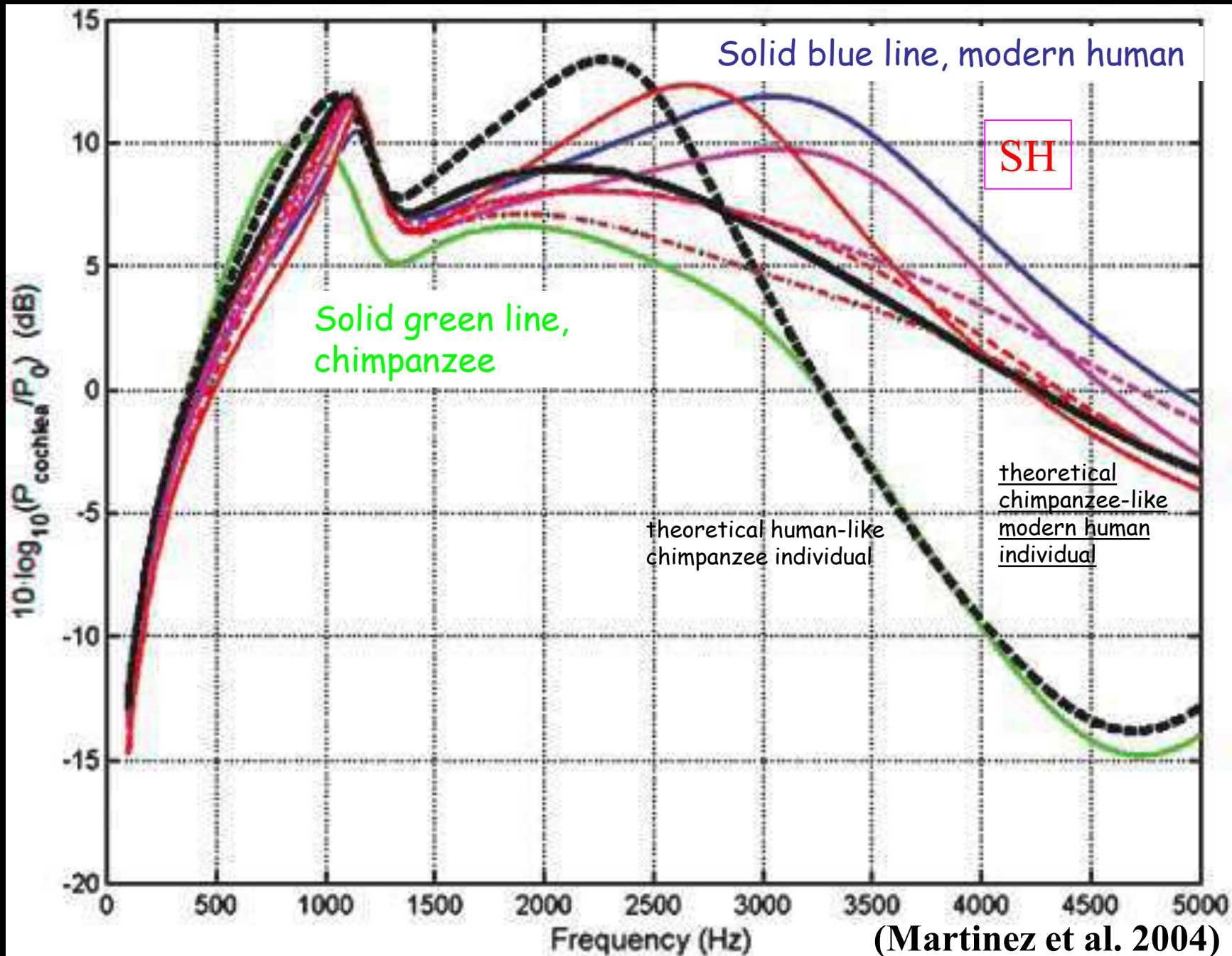
Perimortem penetrating wounds in Cranium-3 and Cranium-7





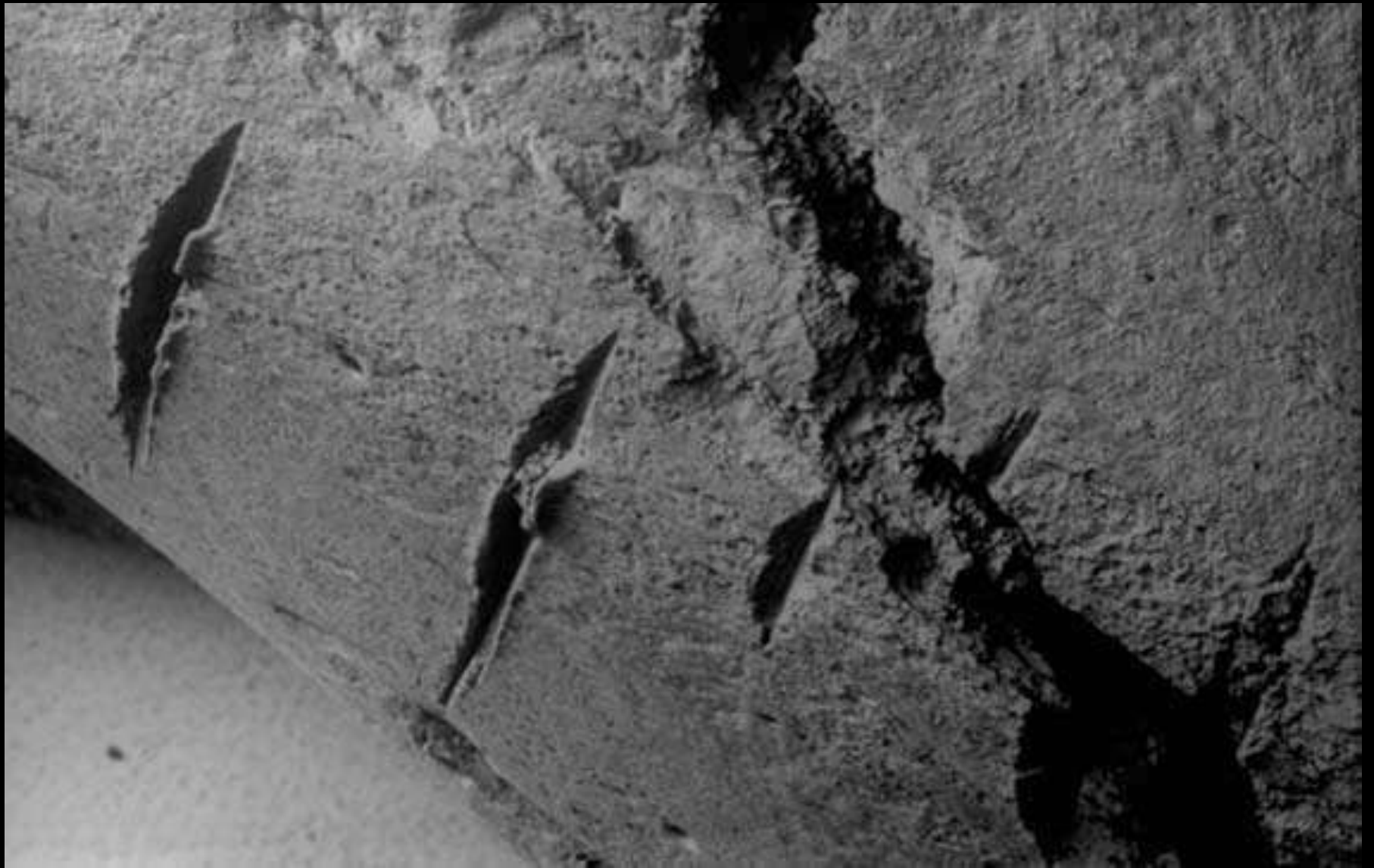
**Martillo, Estribo  
y Yunque**





# *Homo antecessor*





**Metacarpo humano (ATD6-59)**



# Homo antecesor (>800Ka, Atapuerca, Burgos)

*“El chico de la Gran Dolina era en realidad una chica”*



# El Portalón

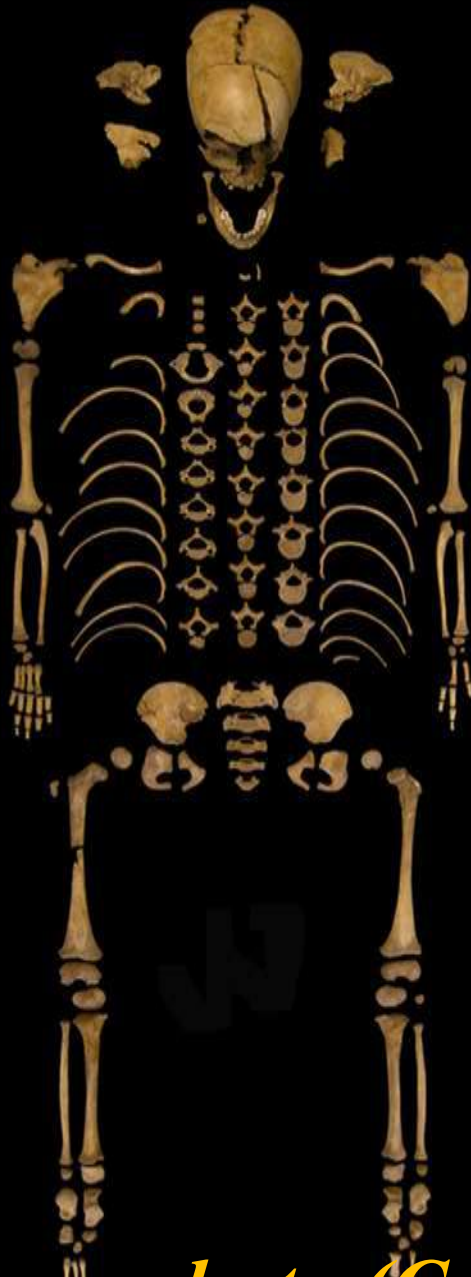




*6500-2700 años*







*Hace 5.000 años...*

**a** *7 años, raquitismo y b* *escorbuto (Castilla et al 2014)*

¿Para QUÉ hace falta una geóloga?



Los fósiles ...  
NO NACEN,  
se HACEN !!

Cráneo 5  
"Migelón"



*Homo*  
*heidelbergensis*

# SIMA de los HUESOS



















# Limpieza y Restauración (laboratorio)

# ¿Por qué en Atapuerca?

¿Un único depósito o varios?



¿Cuando se acumularon?

Ordenar

¿Fueron arrastrados por una tormenta?

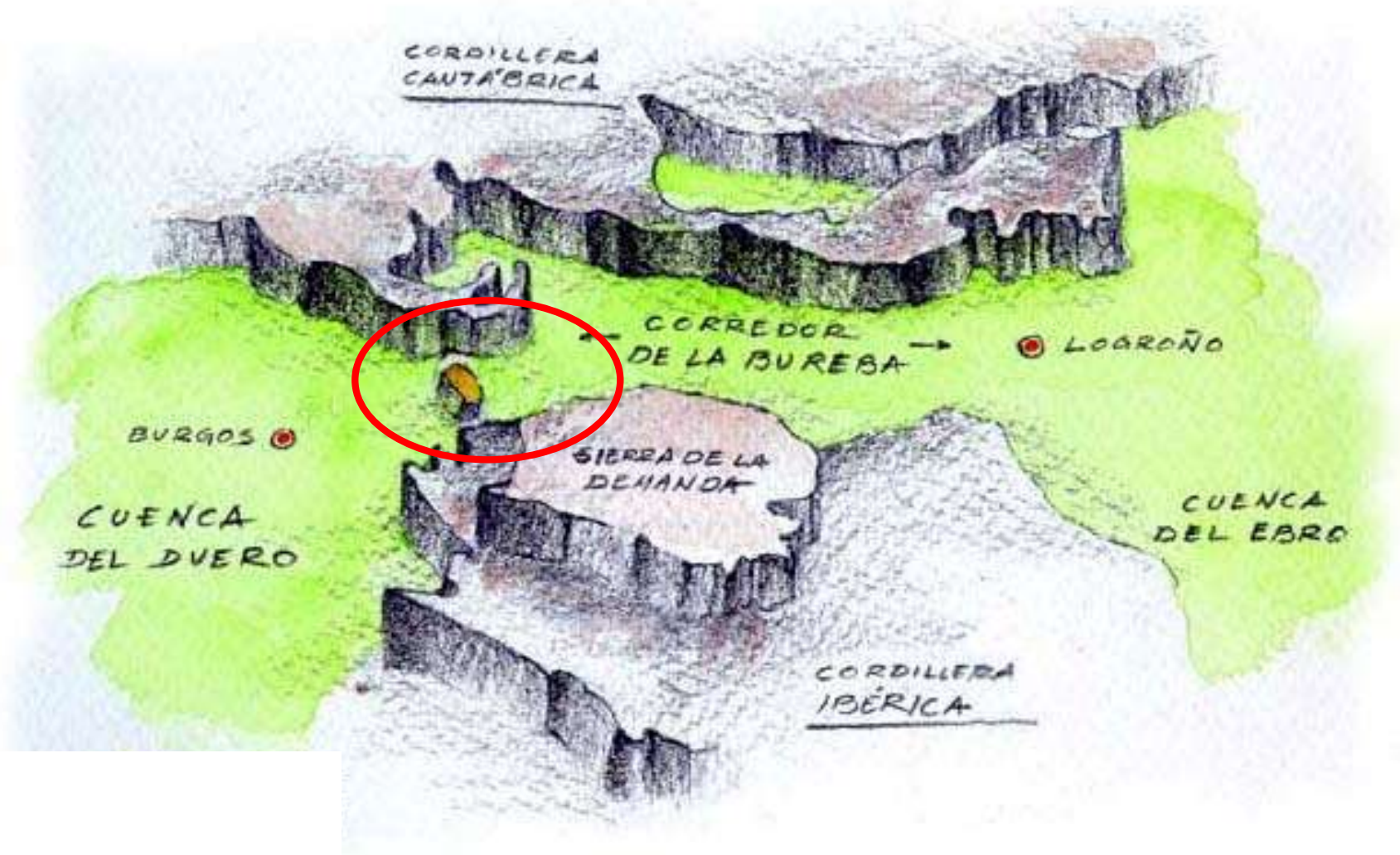
Datar

Interpretar el sedimento

*La tarea de la geóloga....*

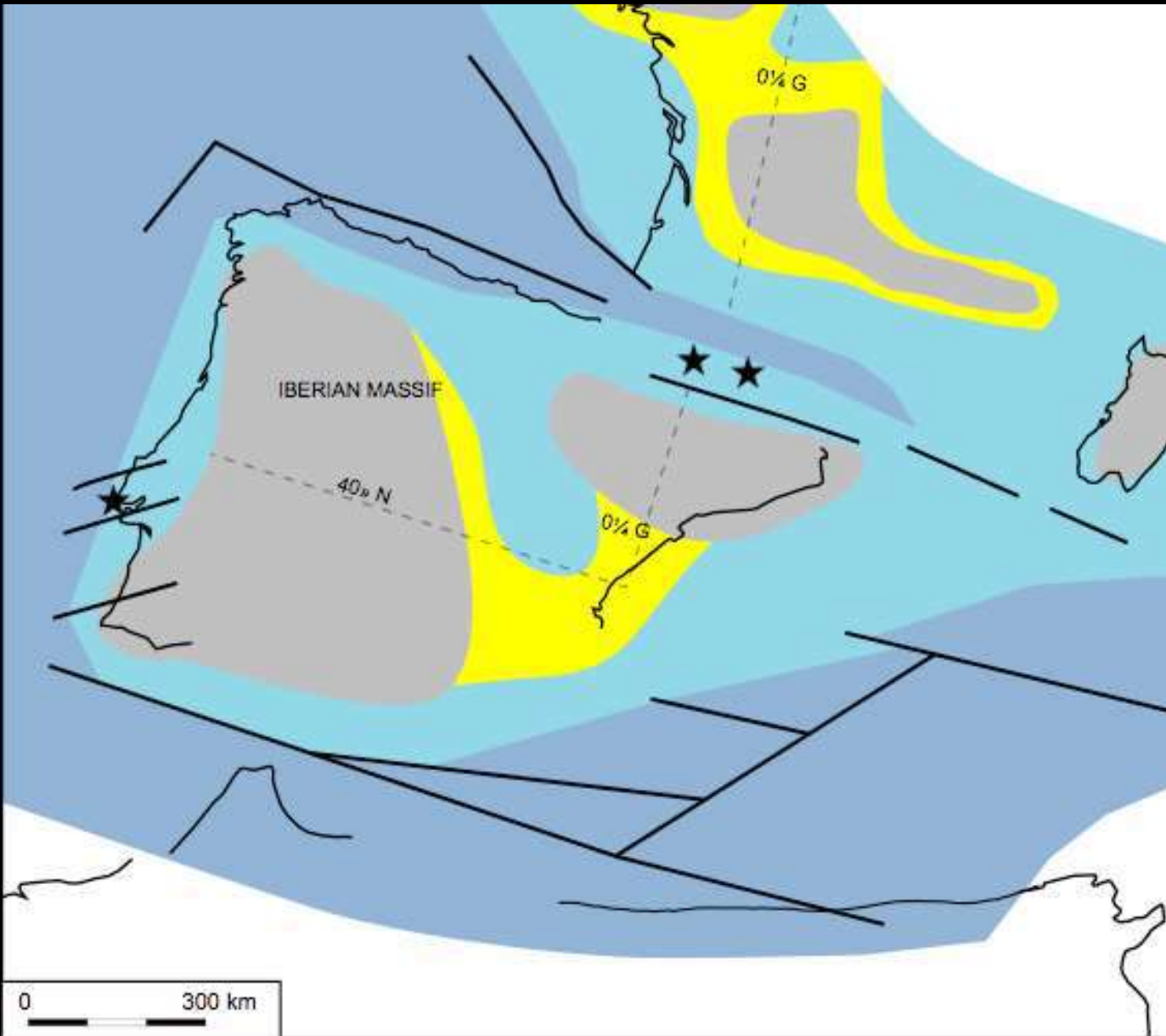
¿Por Qué Atapuerca?

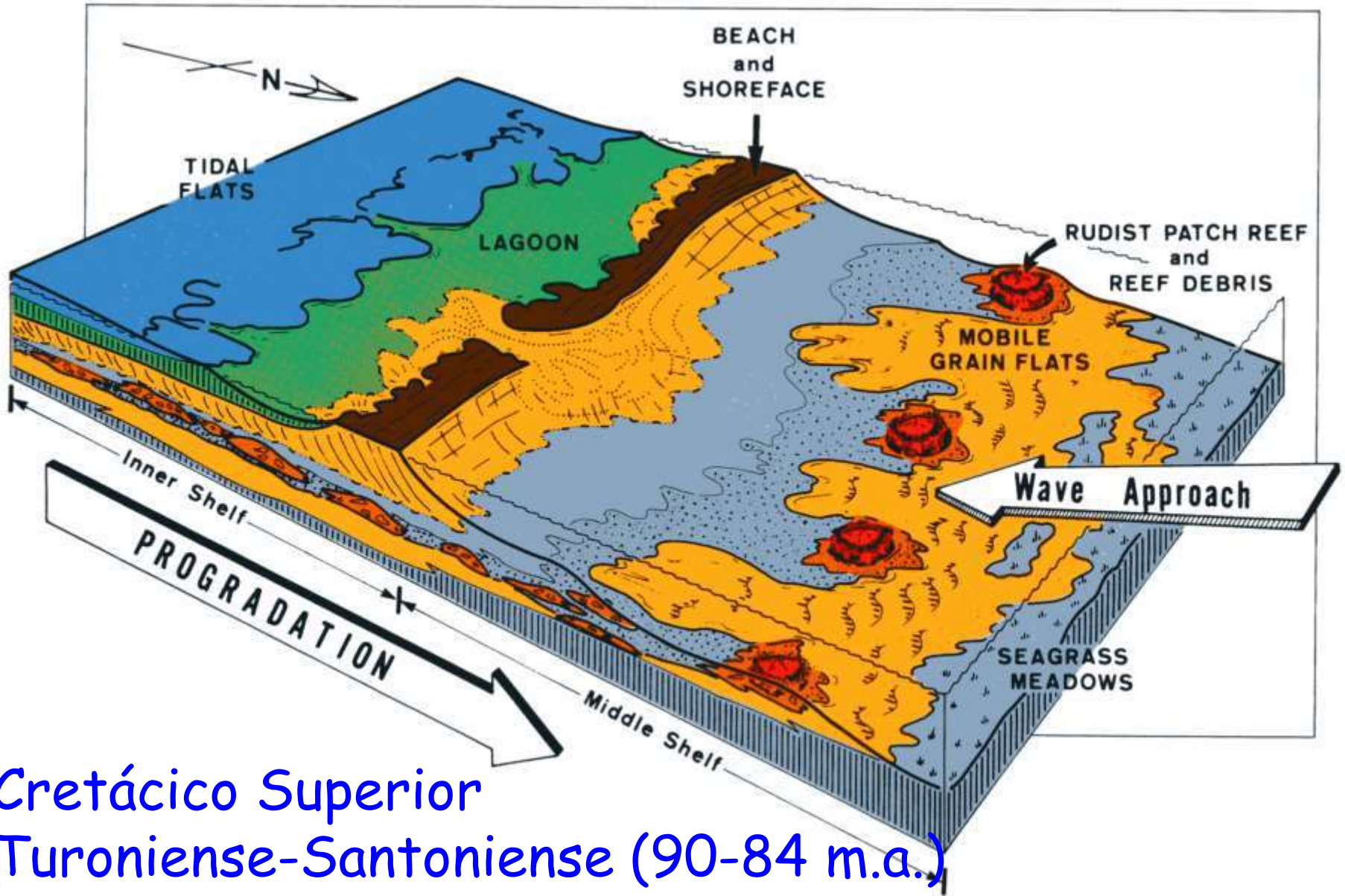
*Escala Regional*



*Hace mucho, mucho tiempo atras...*







Cretácico Superior  
 Turoniense-Santonense (90-84 m.a.)

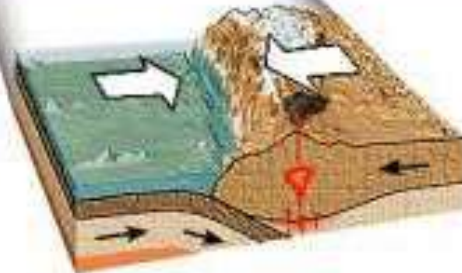
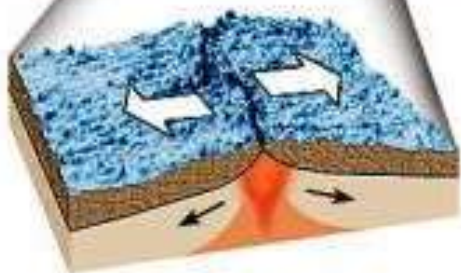
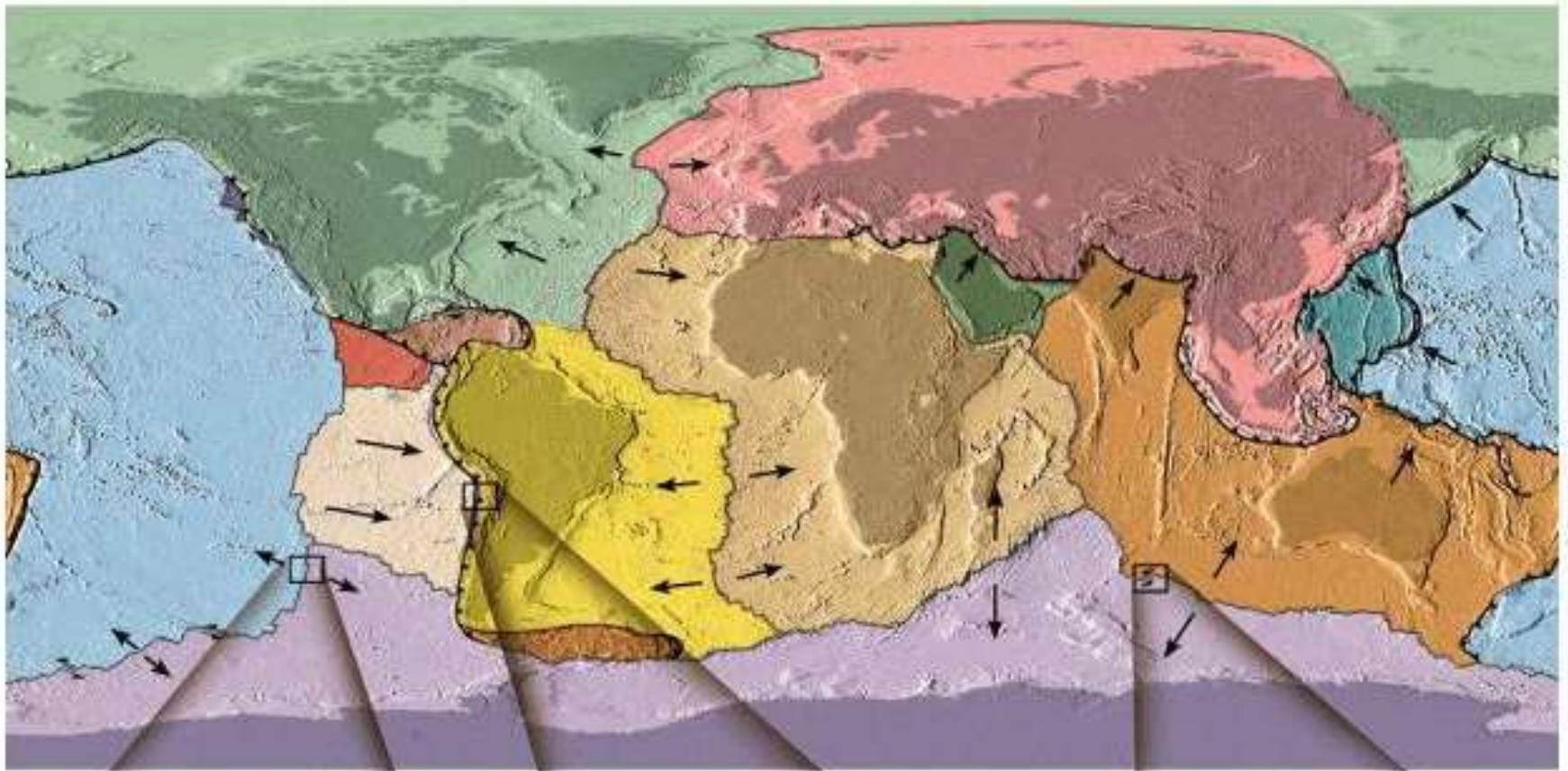


*Rudistas Hipurítidos*

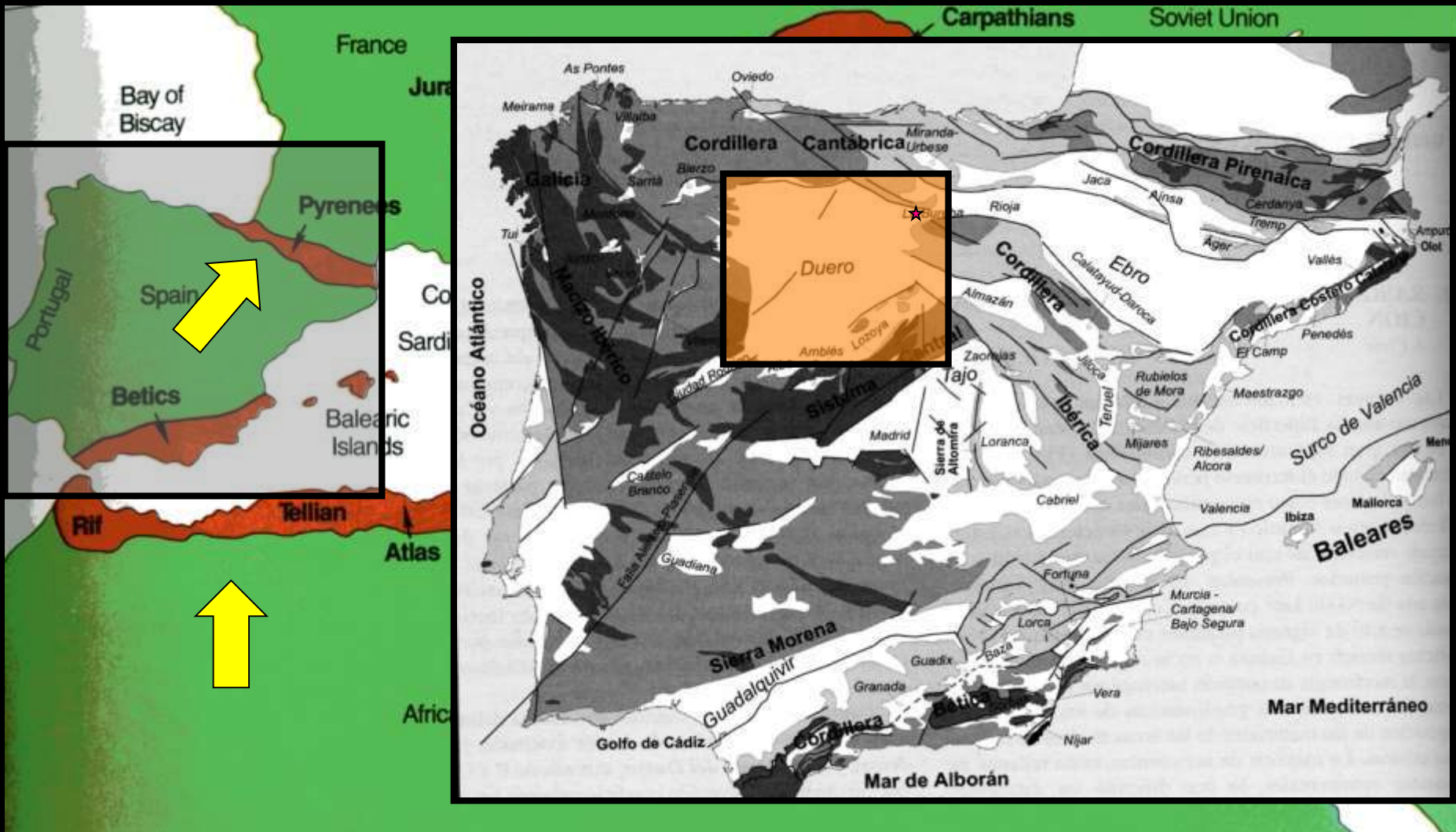
AGE (Ma)	ERA	Sub-ERA	PERIOD	EPOCH	STAGE	GSSP (Ma)	
1	CENOZOIC	Quaternary	NEOGENE	Pleistocene	Holocene / Late		
					Middle		
2		Early			1.8		
3		TERTIARY		PALEOGENE	Pliocene	Gelasian	2.6
4						Piacenzian	3.6
					Zanclean	5.3	
10					Miocene		
20							23.0
30						Oligocene	
40							33.9
50				Eocene			
60					55.8		
				Paleocene			
					65.5		

OROGENIA ALPINA

# Límite de Placas



# Orogenia Alpina



# Cartografía Geológica

Apéndice I.9. Leyenda del mapa geológico

Cuaternario	
	Gravas, arenas y limos. Límites de inundación
	Arcillas, arenas y gravas. Fondos de valle
	Arenas, limos y arcillas. Áreas endorreicas
	Arcillas y arenas y gravas. Fondos de dolina
	Bloques, gravas, arenas y arcillas. Caliches
	Arcillas, arenas y gravas. Abanicos aluviales
	Gravas, arenas y arcillas. Terrazas fluviales
	Gravas, arenas y arcillas. Terrazas fluviales
	Gravas, arenas y arcillas. Terrazas fluviales

Neógeno	
UTS 4 (Turoniense)	Calizas, margas y calizas margosas. Calizas del Pirano superior Margas blancas Arcillas y arenas rojas
UTS 3 (Velleliense)	Calizas con intercalaciones margosas. Calizas del Pirano inferior Margas, calizas y yesos. F. Cuestas Arcillas, margas y calizas. F. Tordomar
UTS 2 (Astaraciense)	Calizas margosas y calizas micriticas con nódulos de sílex Gravas, arenas y limos. F. Piedra Arenas, areniscas y arcillas. F. Sta. María del Campo Arenas y arcillas rojas Margas blancas Lutitas, arenas y limos ocos. F. Tierra de Campos Arenas y areniscas Calizas margosas y margas
UTS 1 (Orleaniense)	Calizas y margocalizas Margas y arcillas. F. Duñas Margas, yesos y arcillas. F. Vilatoro

Oligoceno	
	Conglomerados calcáreos, arcillas rojas y arenas. Oligoceno-Mioceno inferior

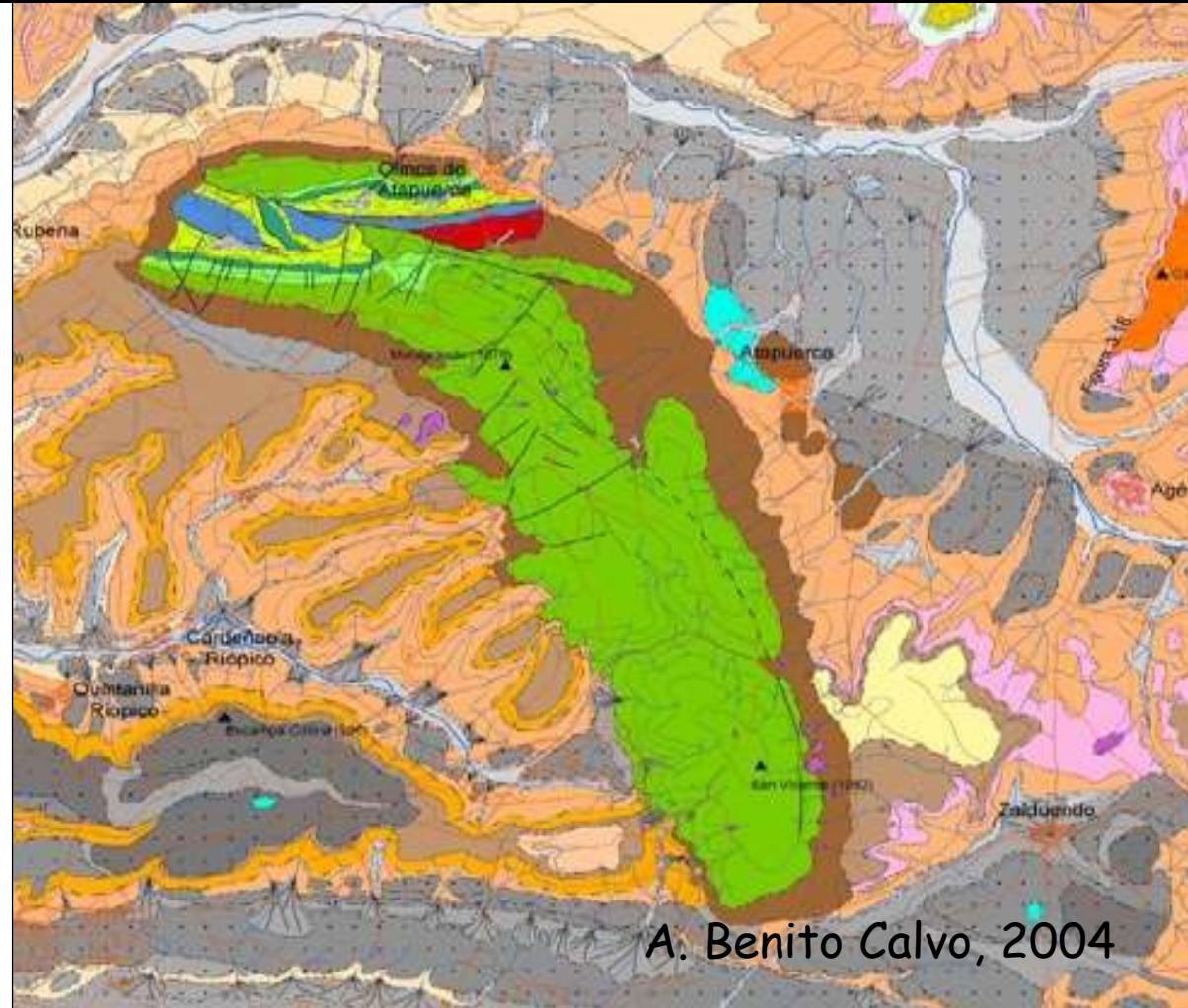
Cretácico superior	
	Calizas y dolomías tabulares. Turoniense-Santonense inferior
	Calizas, arcillas y margas. Turoniense inferior
	Calcarenítas, margas, calizas y arenas. Concomiense
	Areniscas, conglomerados y arcillas. Fm. Unilla. Albiense
	Calizas, areniscas, lutitas y conglomerados. F. Weald. Valanginiense-Beniamense

Triásico sup.-Lias Triásico	
	Dolomías, calizas y canchales
	Arcillas rojas y yesos. F. Klauer

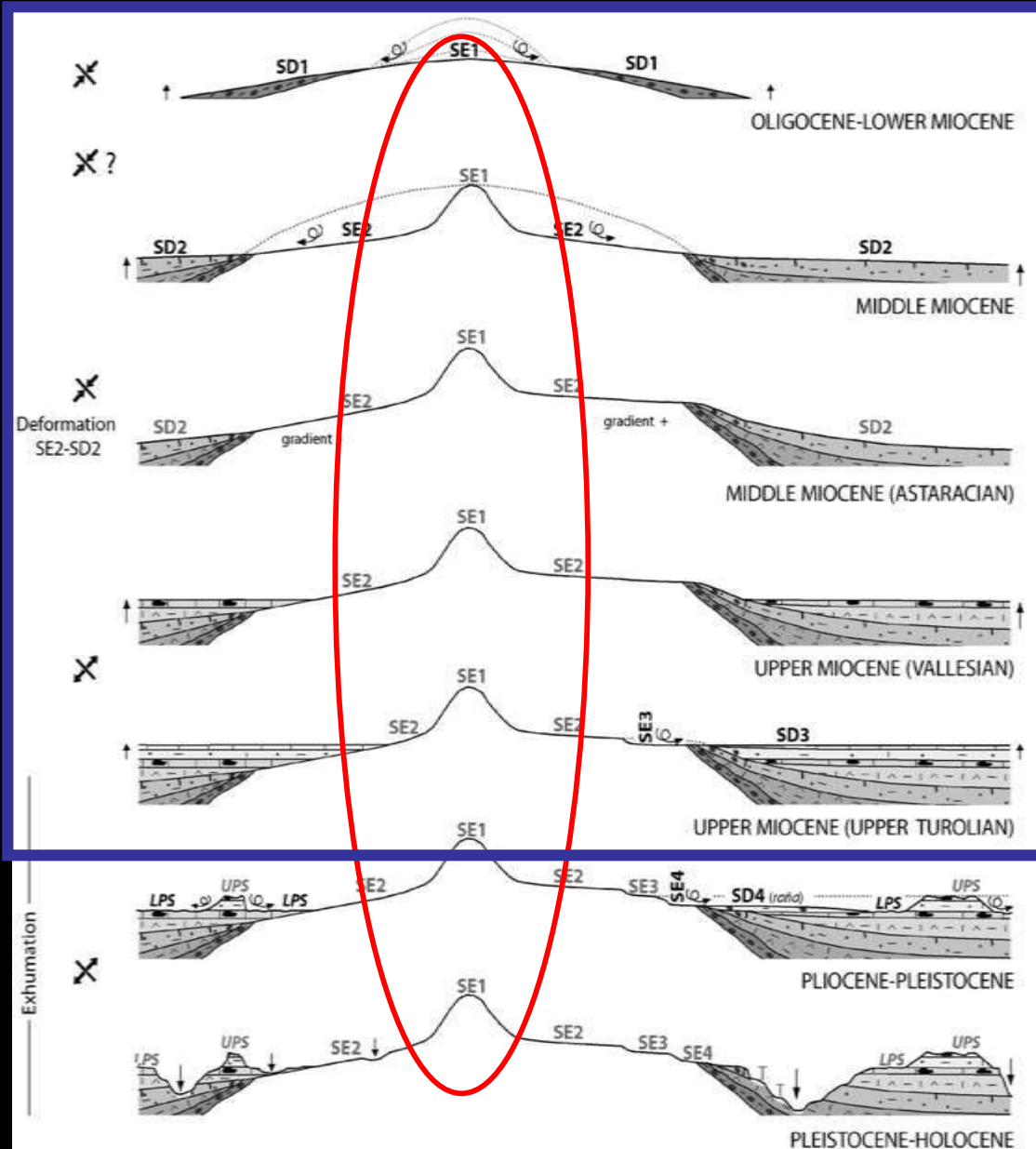
  

Símbolos Geológicos	
	Falla
	Cabalgamiento
	Anticlinal tumbado
	Anticlinal supuesto
	Contacto concordante
	Contacto discordante
	Discontinuidad



A. Benito Calvo, 2004

# Oligoceno-Actualidad (34 m.a.)



EROSIÓN

KARSTIFICACIÓN

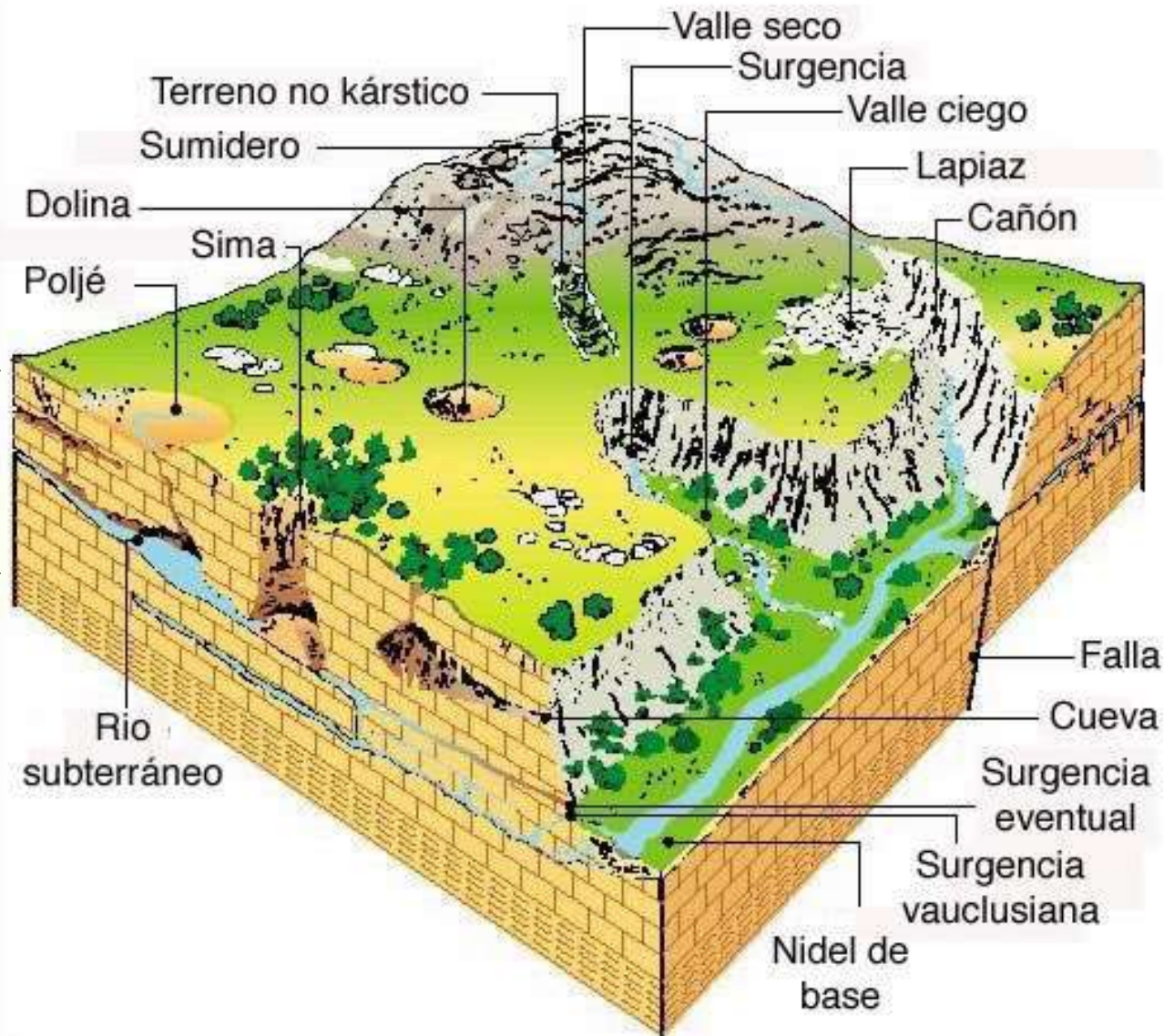
(Benito-Calvo & Pérez-González, 2006)






# Karst

Exokarst

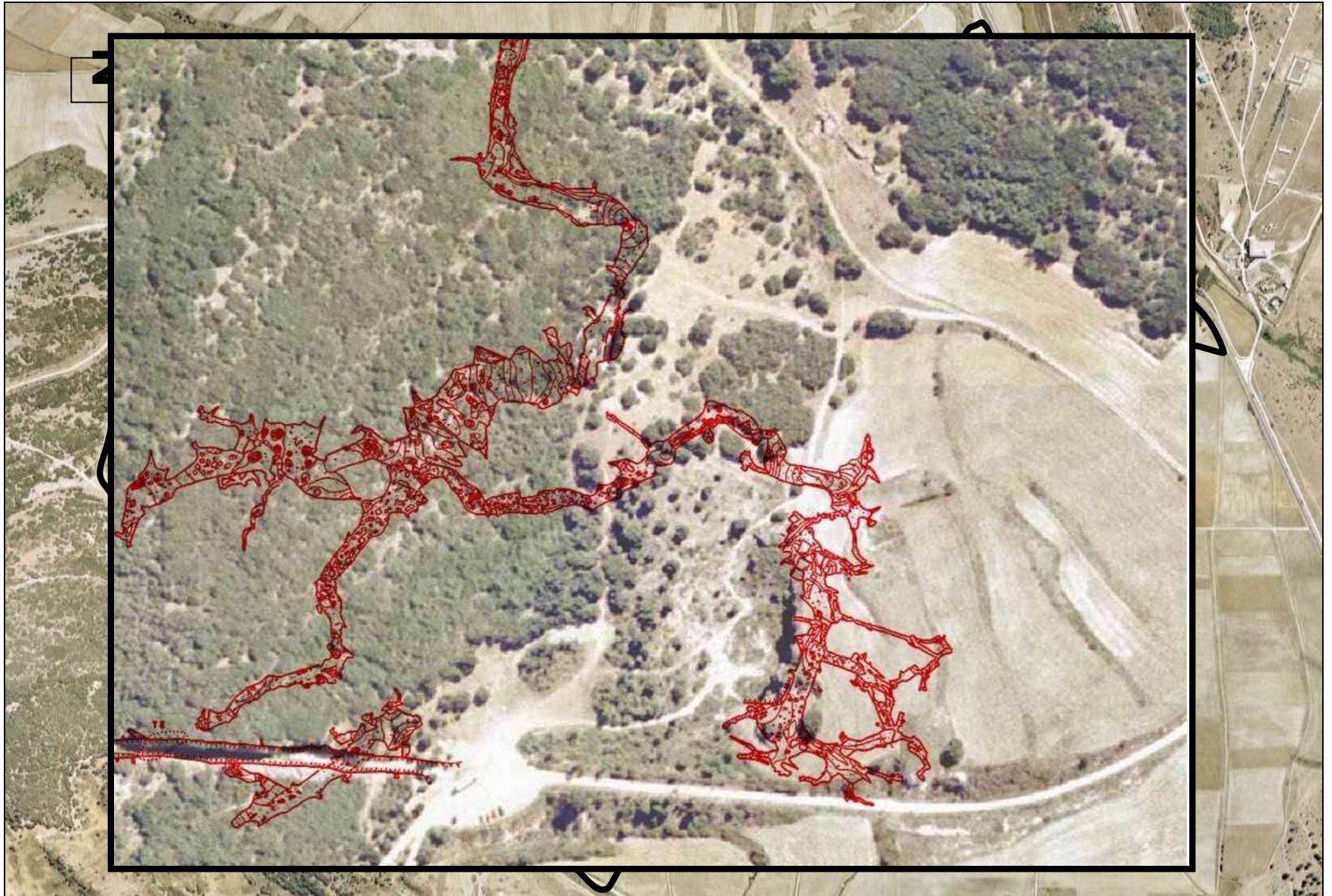
Endokarst



-  Sedimentos aluviales
-  Calizas
-  Terrenos impermeables

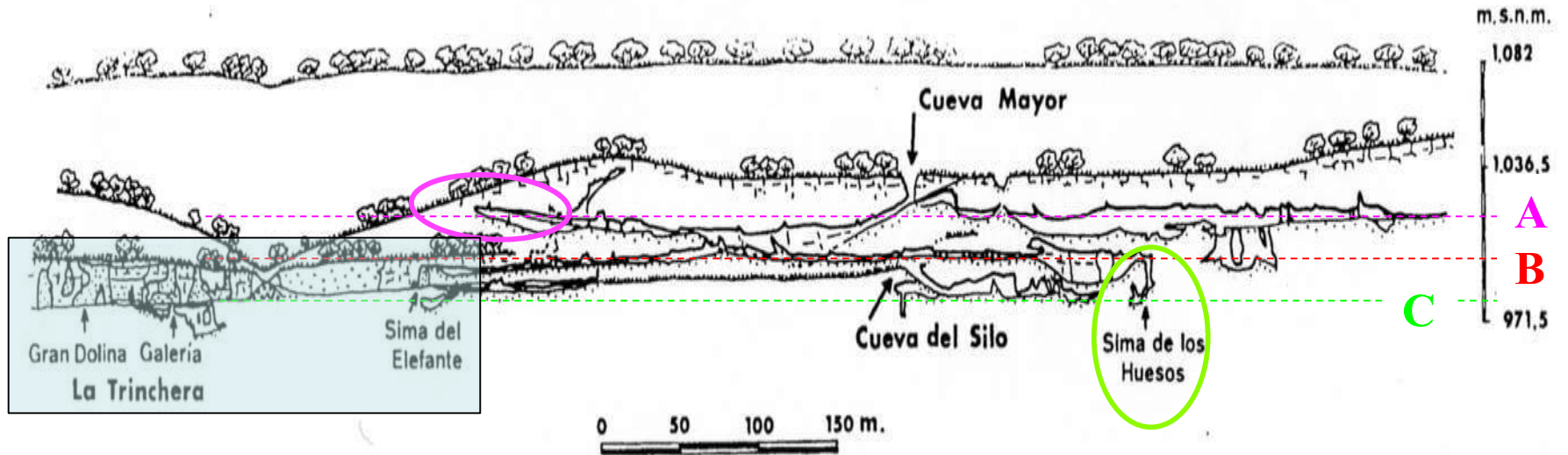
(Modificado de Bakalowicz, 1999)

# Karstificación



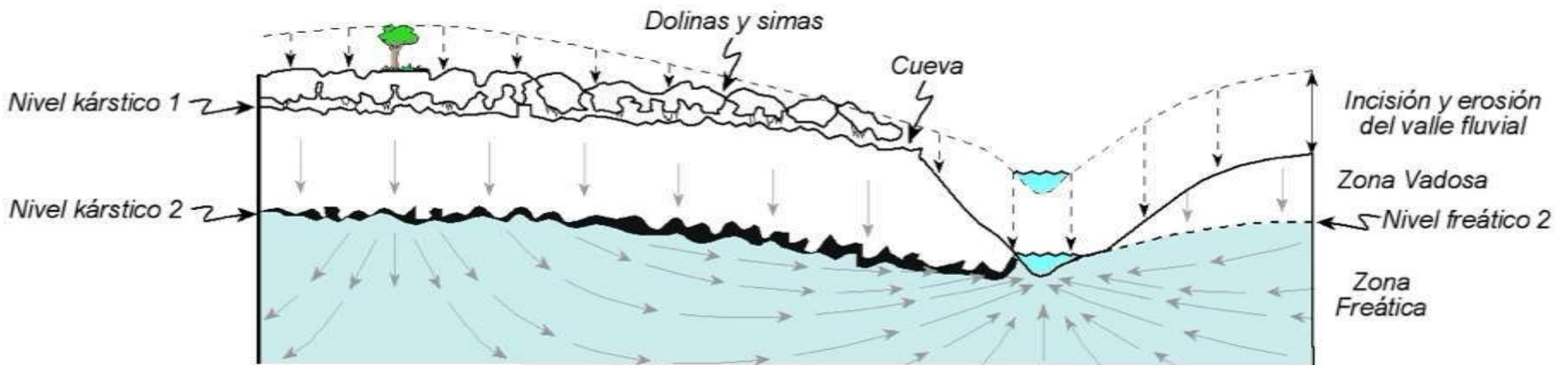
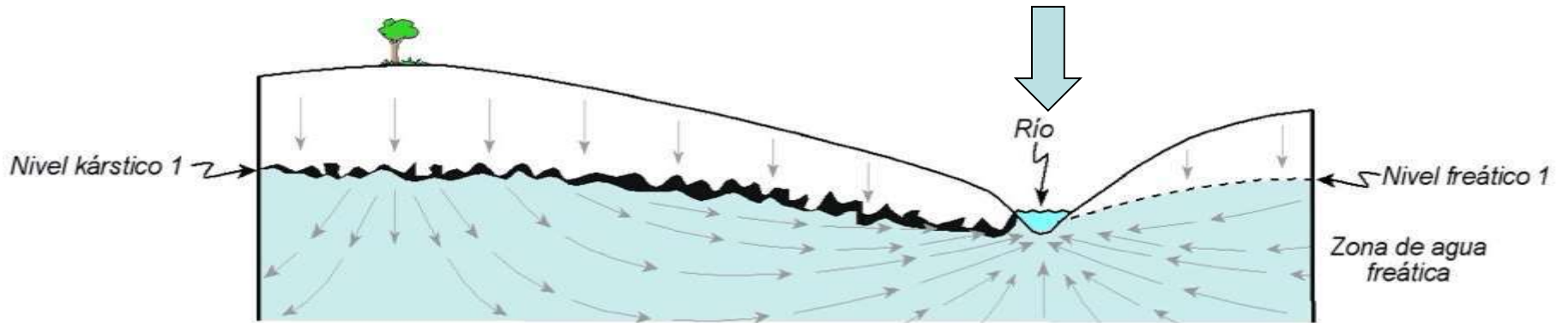
# 3 Niveles de cuevas

## *Sierra de Atapuerca*



G. E. Edelweiss, 1995

# 3 Niveles de cuevas



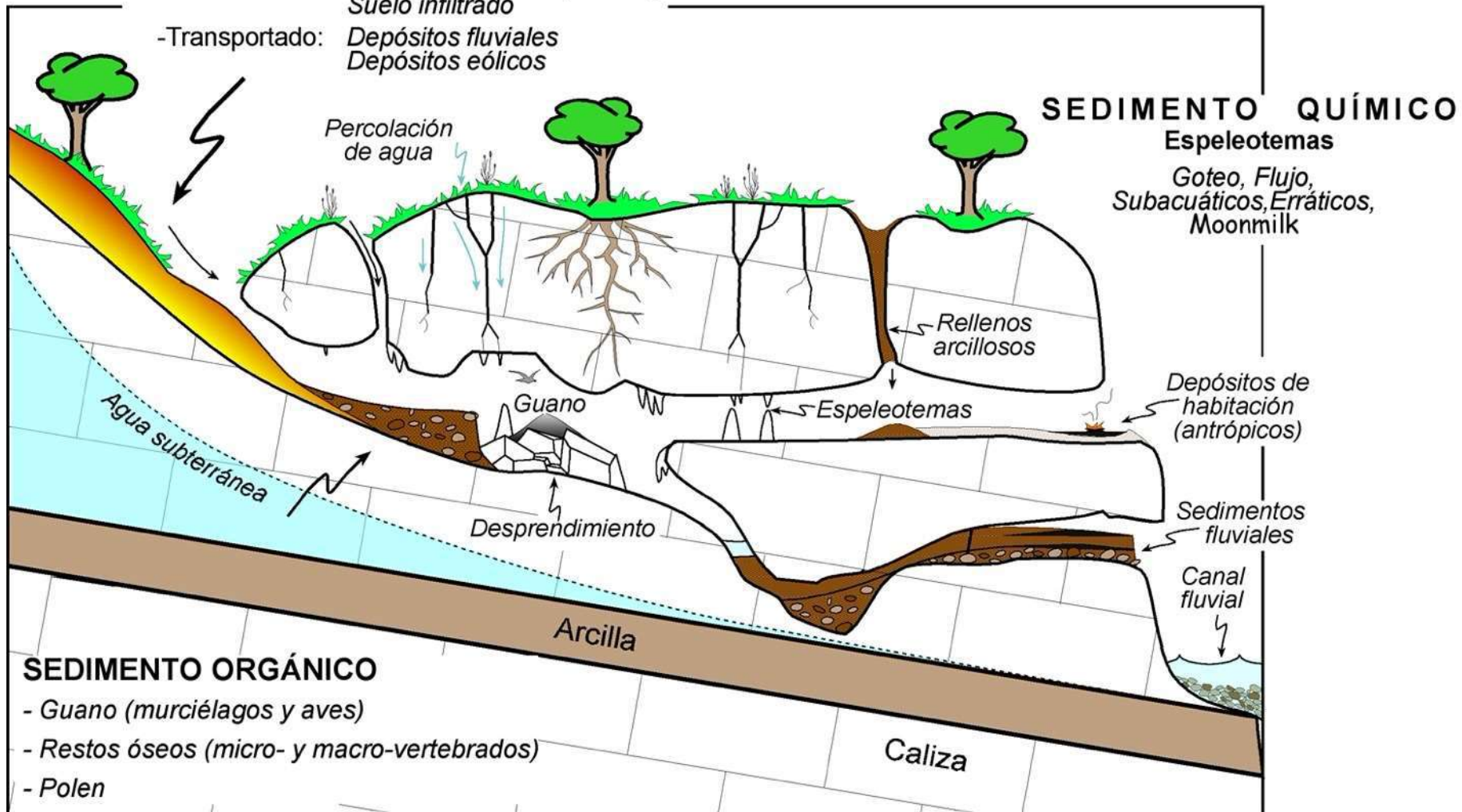
¿Cómo se forma un  
yacimientos?

## SEDIMENTO DETRÍTICO

**Autóctono:** Meteorización de la roca  
Fracturación mecánica de la roca  
Fracción insoluble de la roca

**Alóctono:**

- Gravitacional: Depósitos de talud (exterior)  
Suelo infiltrado
- Transportado: Depósitos fluviales  
Depósitos eólicos



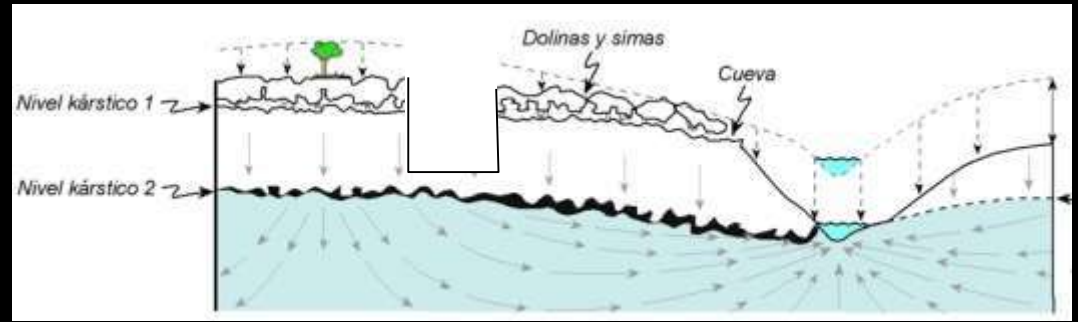
modificado de Gillieson (1996)



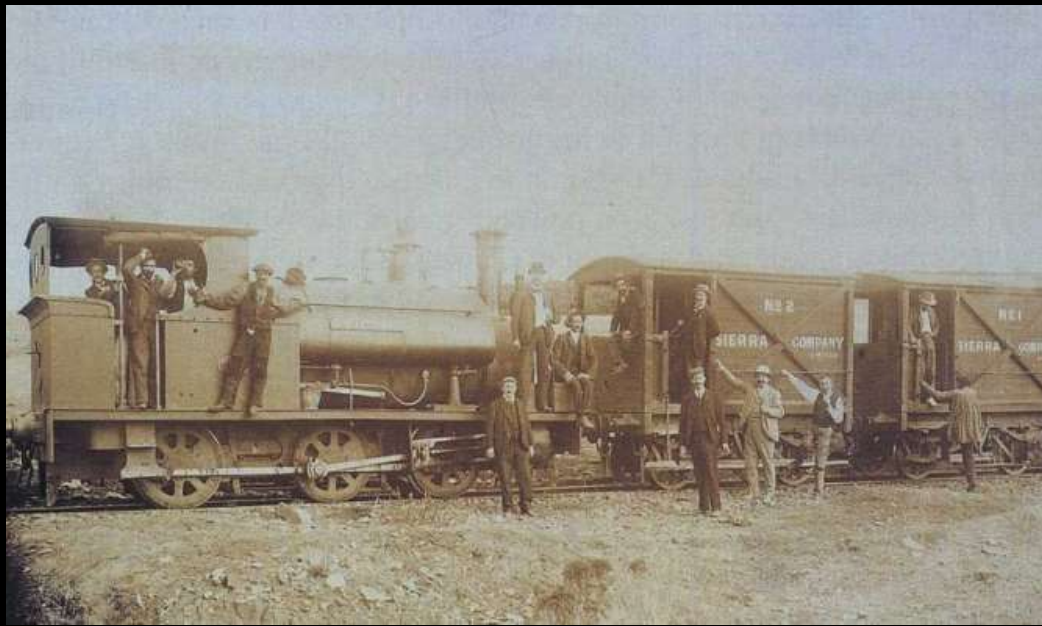
Descubrimiento de  
Atapuerca

¿Fortuito?

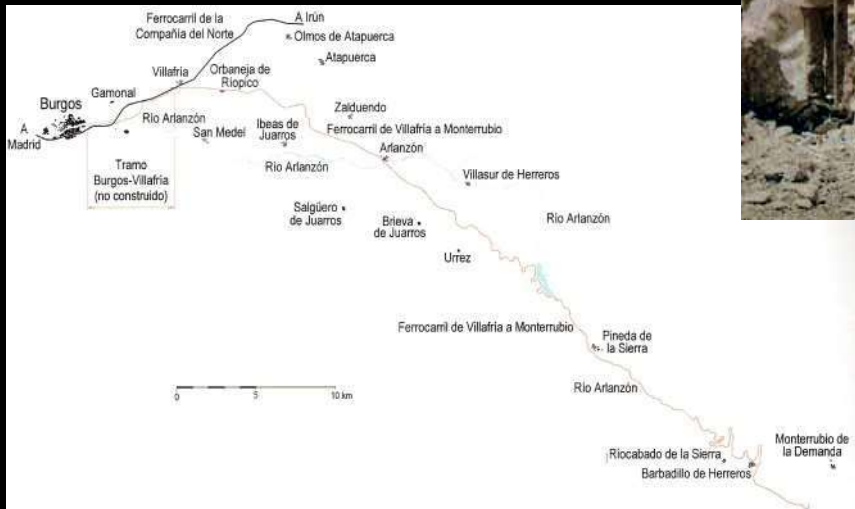




*Vía del tren en 1900*

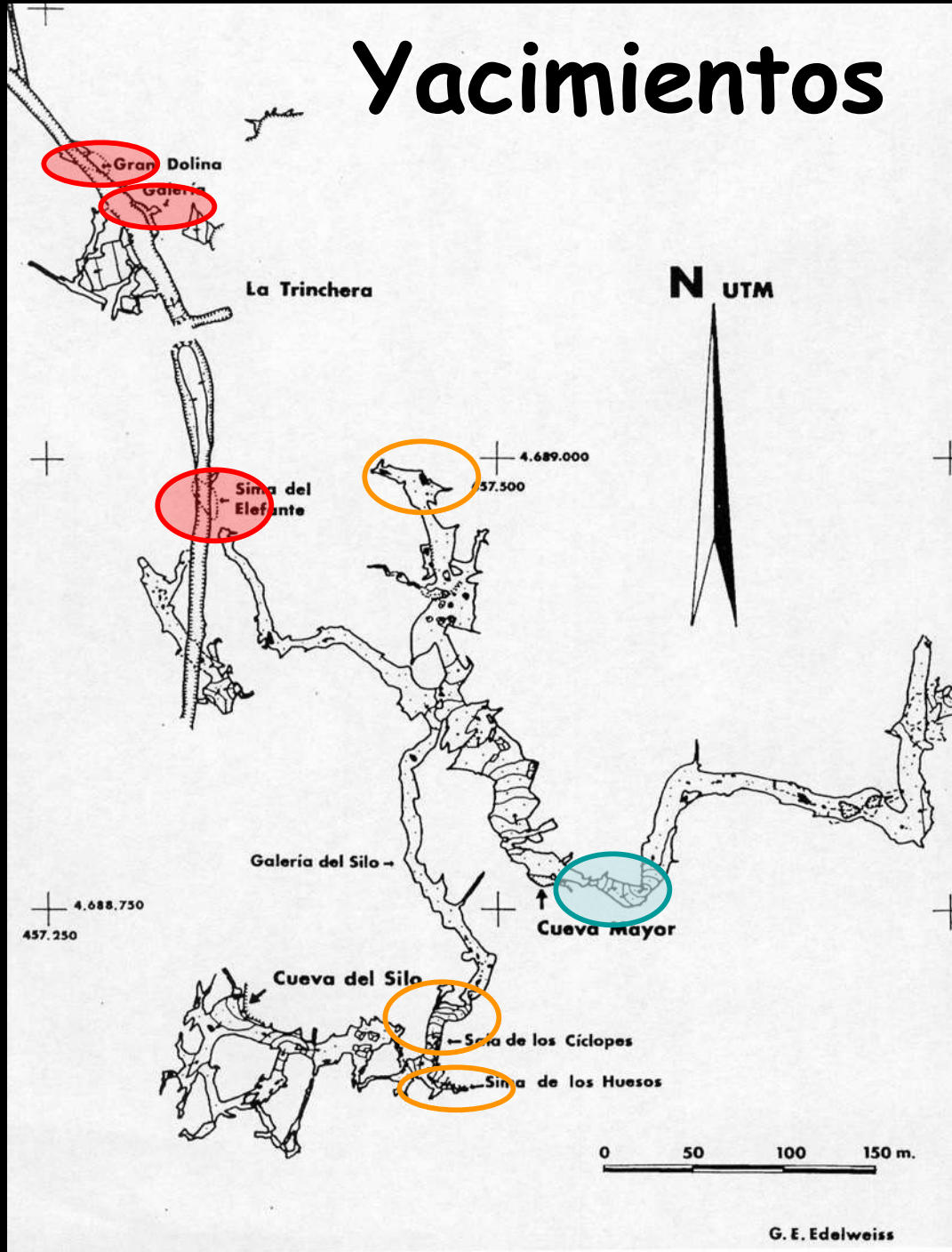


# El ferrocarril



*D. Pablo Pradera Astarloa  
(The Sierra Company Limited)  
1896-1901*

# Yacimientos



3700 m



Y ahora... ¿Qué?

*La tarea de la geóloga es....*

**ORDENAR  
los  
sedimentos:**

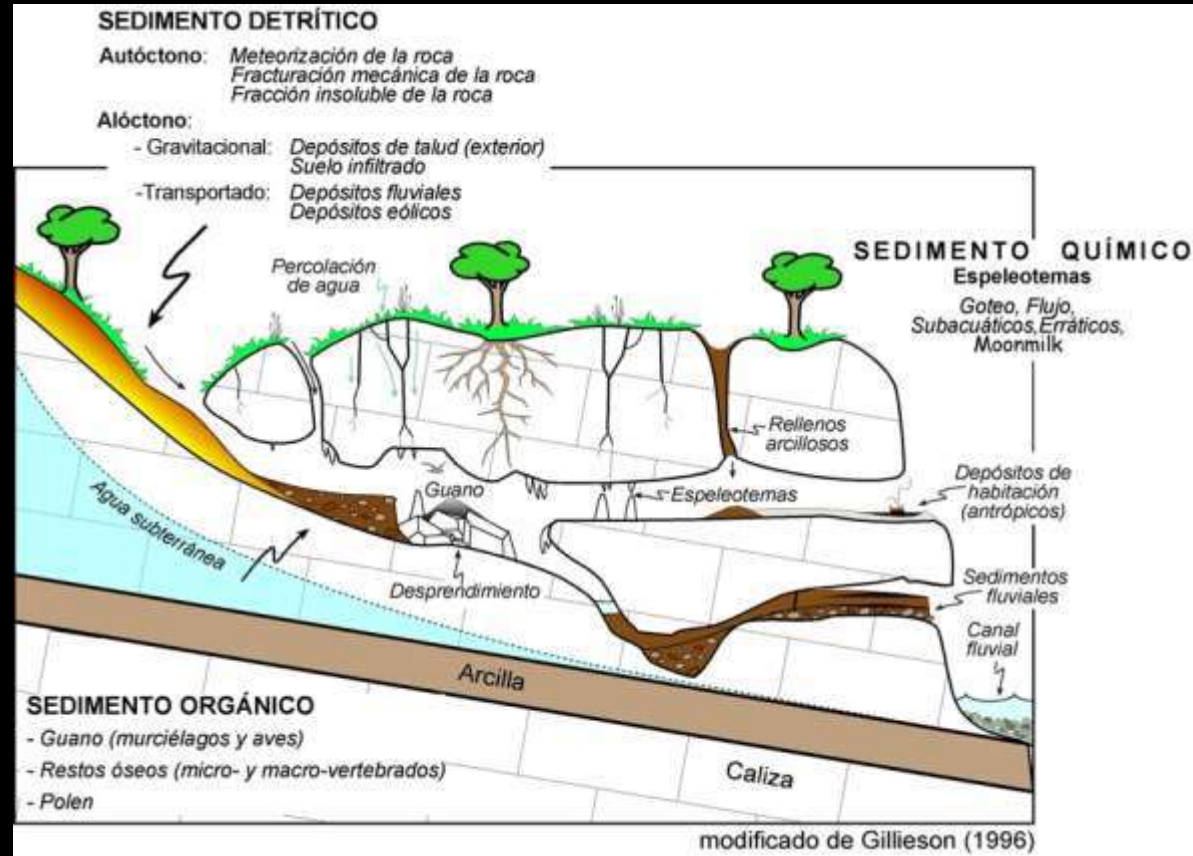
Criterios  
sedimentológicos



# La tarea de la geóloga es....

## Interpretar, entender los procesos

- Procedentes del exterior
  - Suelos infiltrados
  - Depósitos fluviales
- Formados en la cueva:
  - Caídas de bloques
  - Ocupaciones *in situ* (yacimientos)
  - Formación de espeleotemas: significado de las formas, y de los precipitados → CLIMA!!

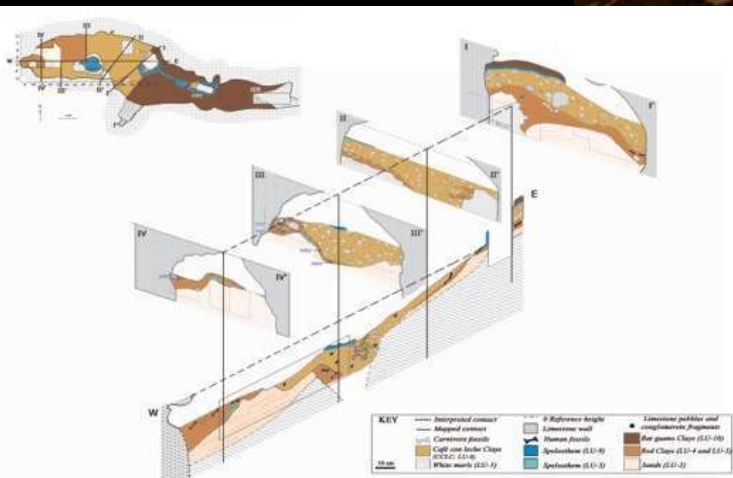


# La tarea de la geóloga....

## Sima de los Huesos

¿Un único nivel  
con fósiles  
humanos ?

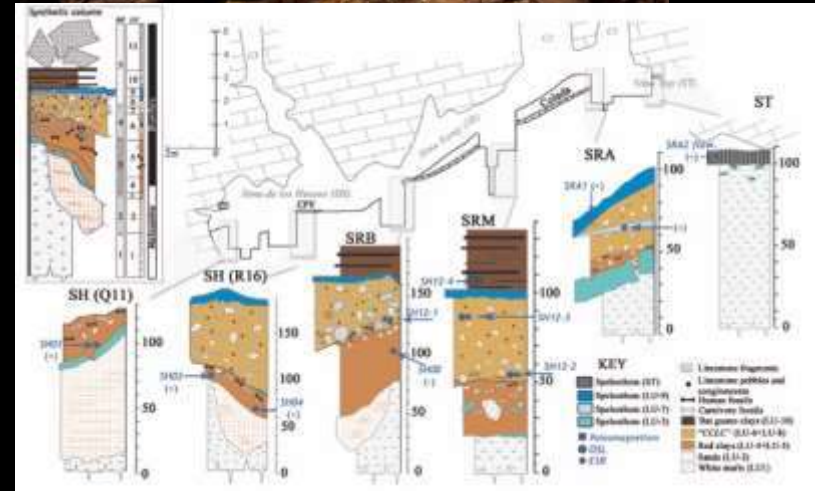
SÍ



# SIMA de los HUESOS

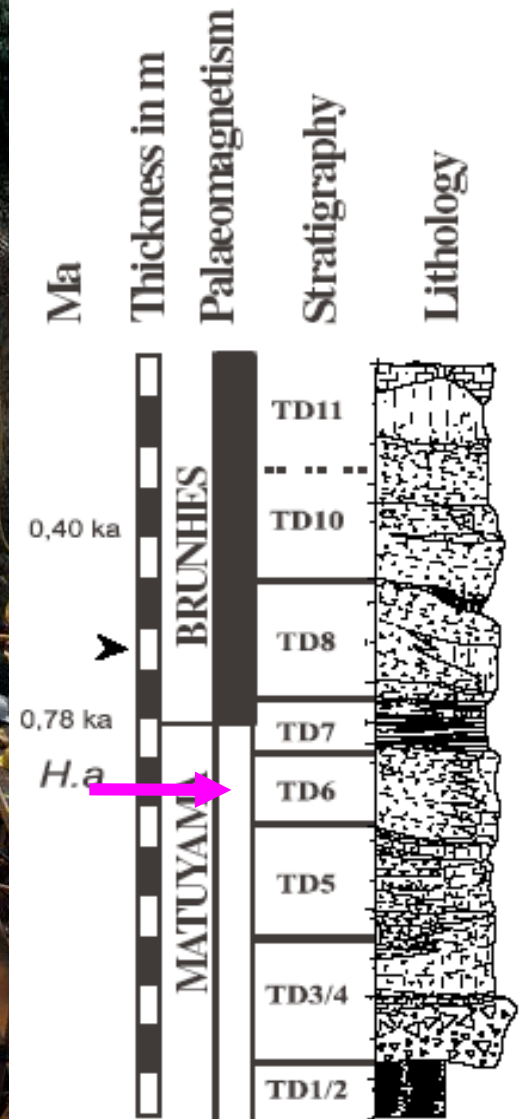
¿Arrastrados por una corriente?

NO





# Gran Dolina

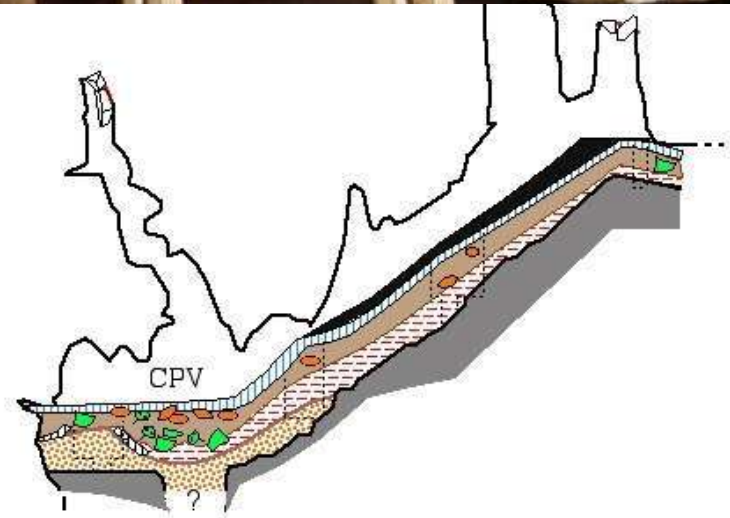




# GRAN DOLINA



# Sima de los Huesos





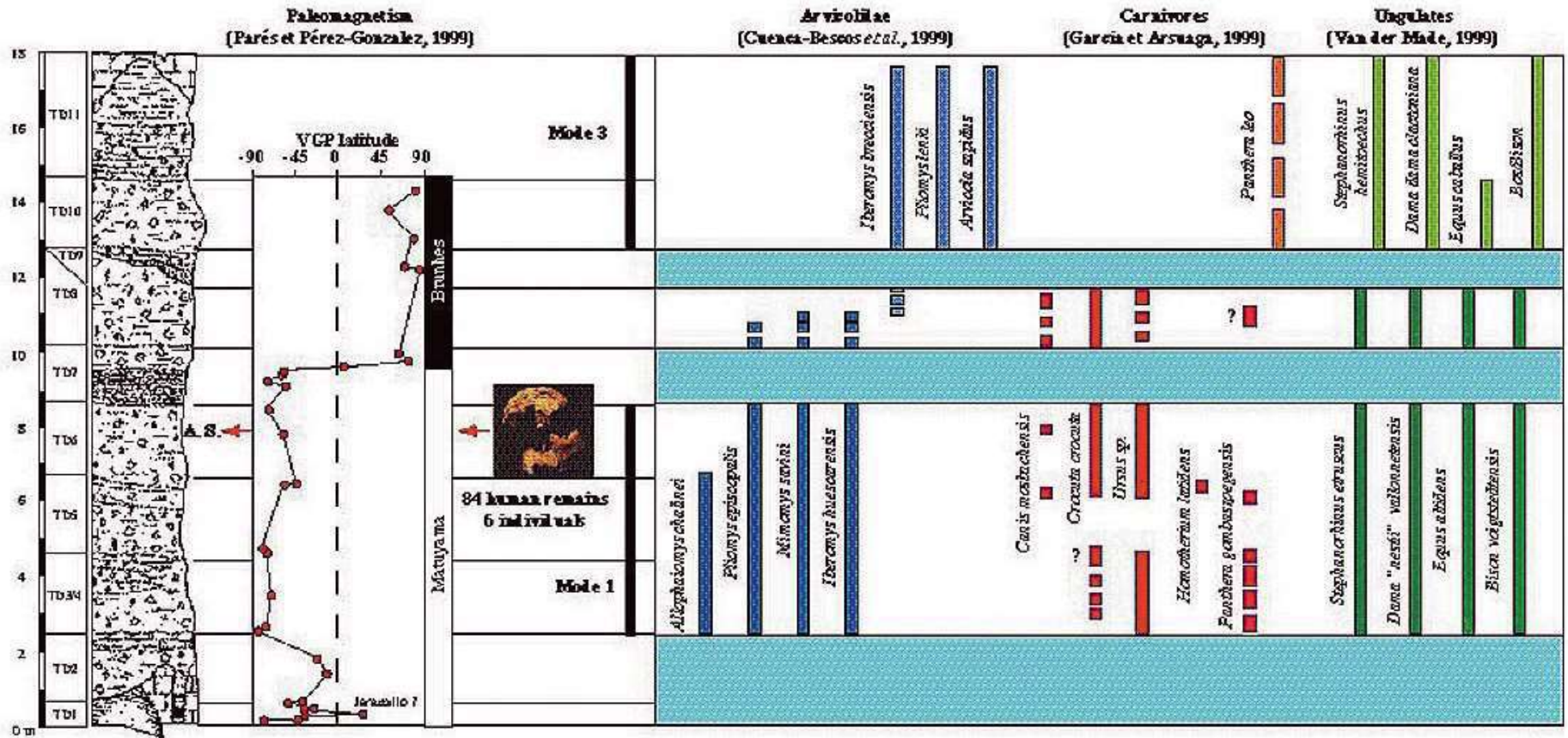
... el Tiempo

# Bioestratigrafía MICROVERTEBRADOS

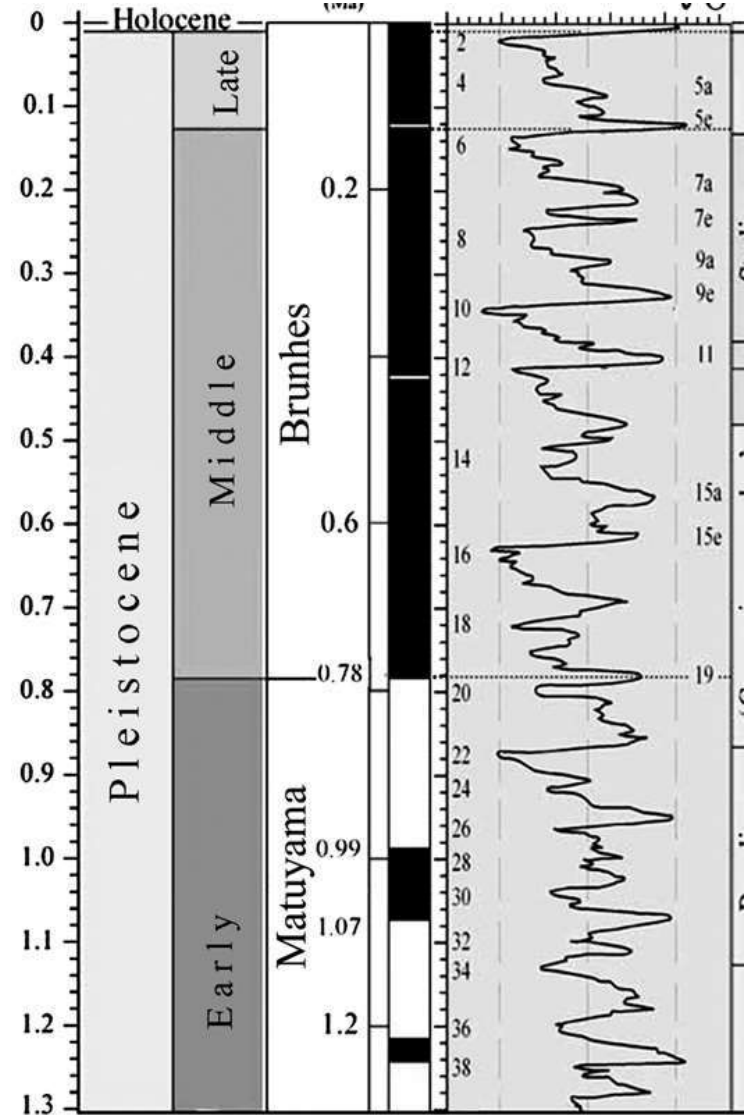
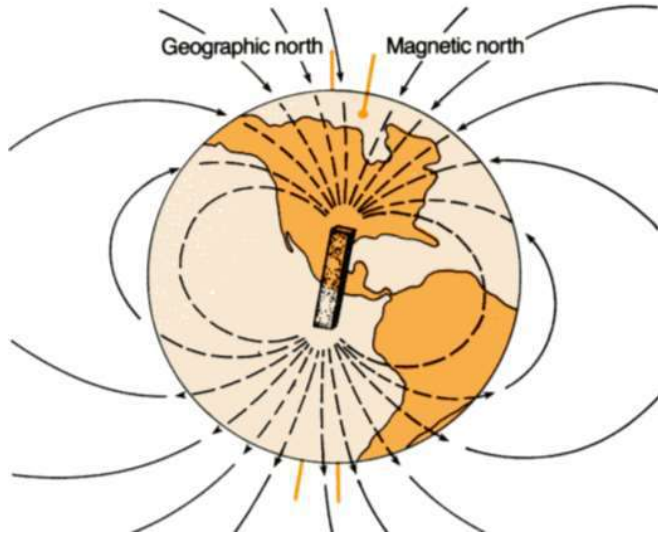
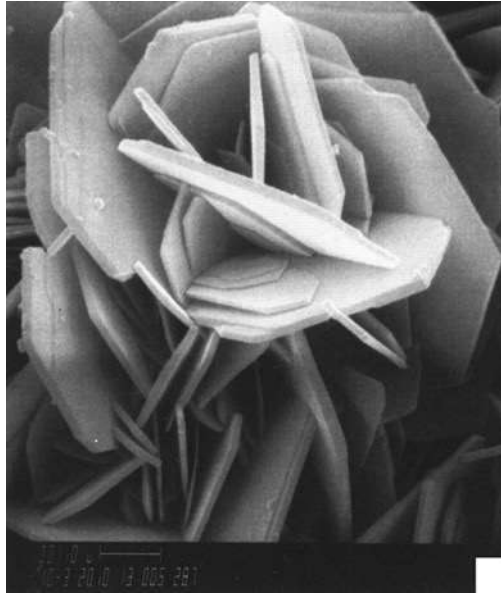
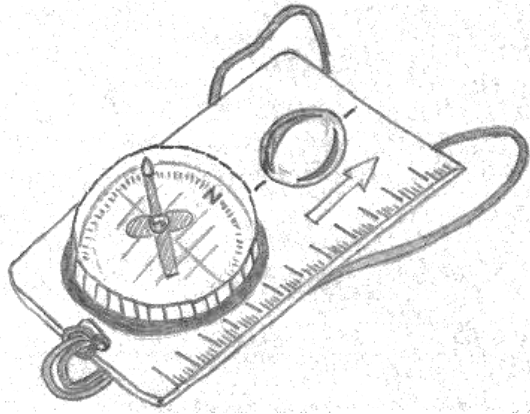


*Paleontólogos*

# Correlación de datos

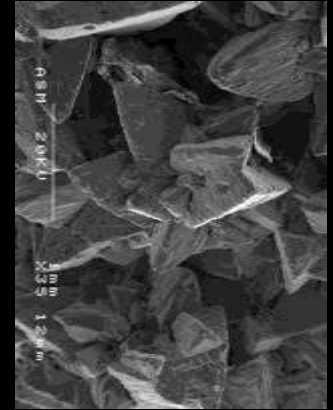


# Paleomagnetismo



# La cronología ...

U / Th



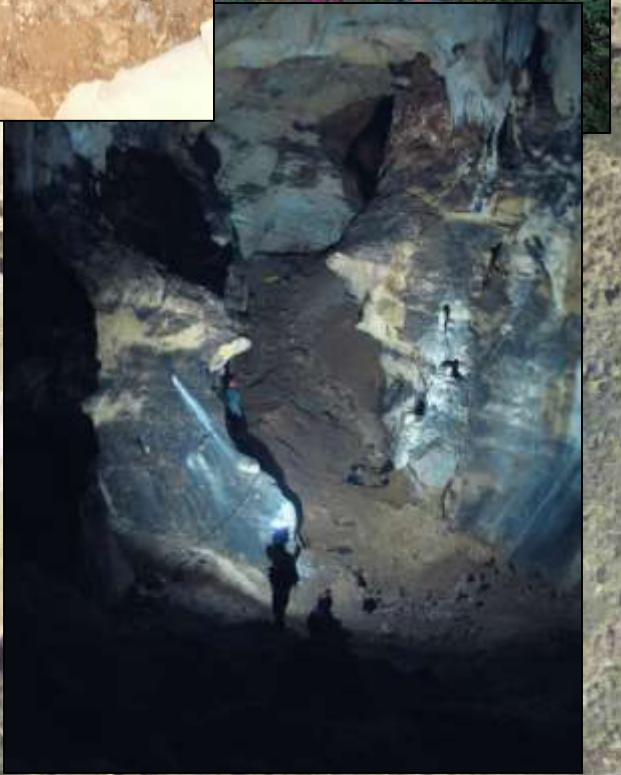
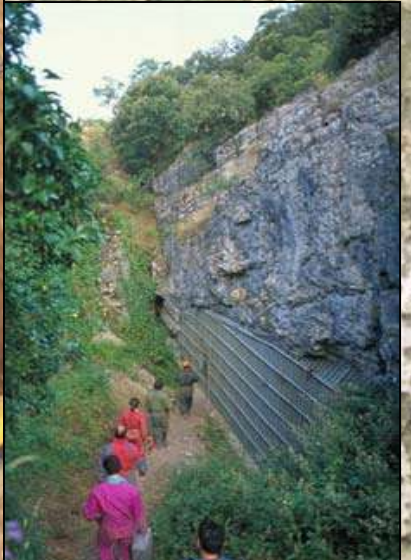
Termoluminiscencia

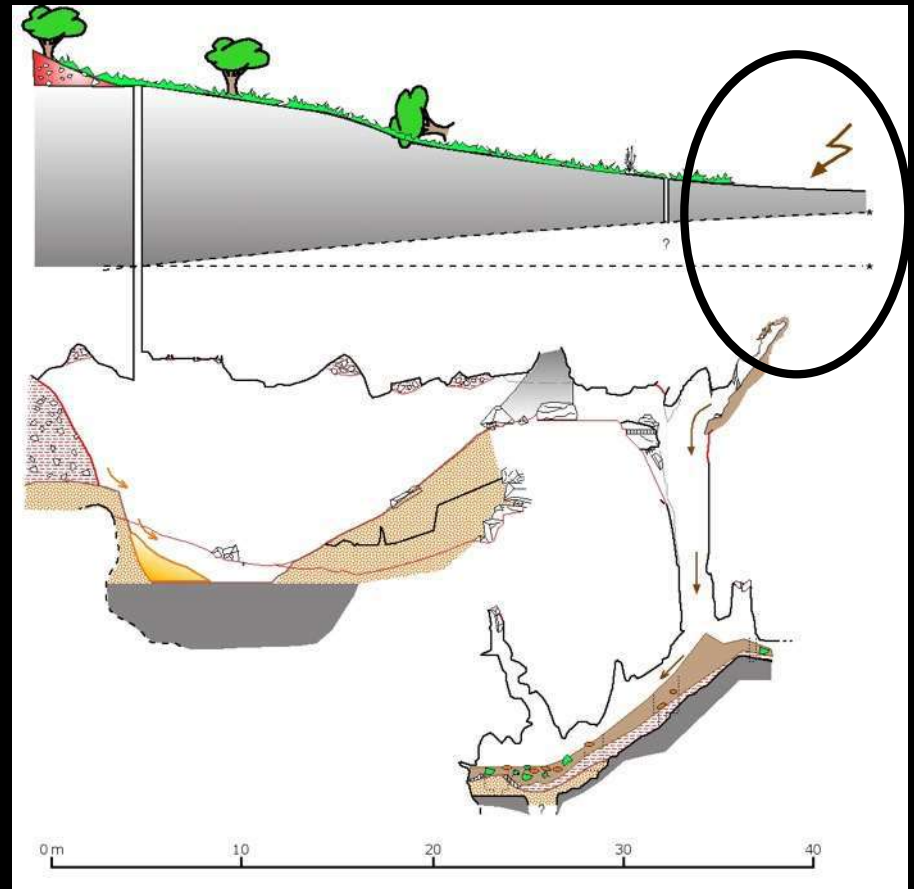


¿Algo más?

La entrada  
original ...







¿Posible entrada?



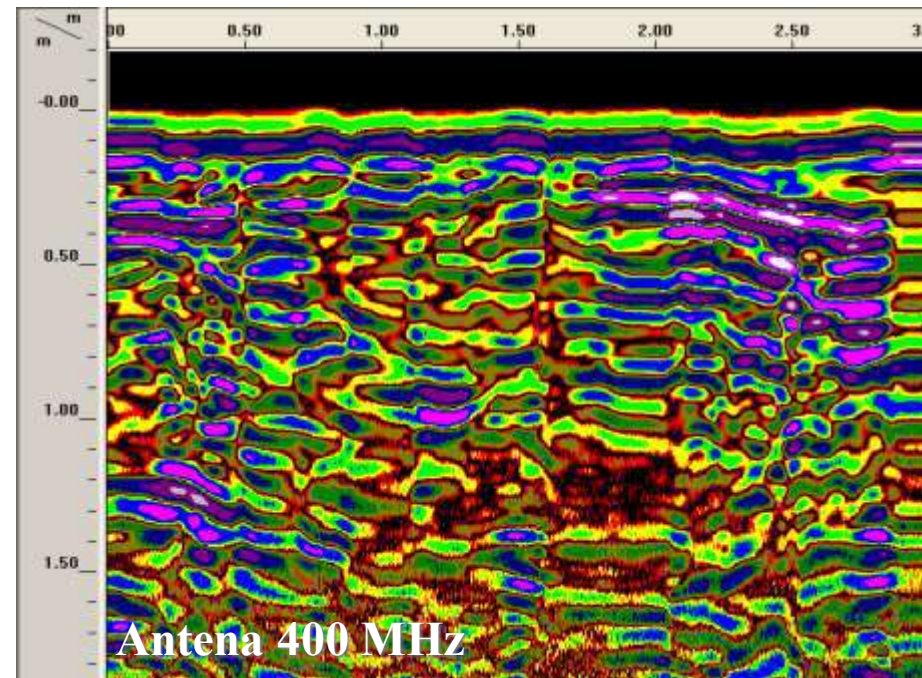
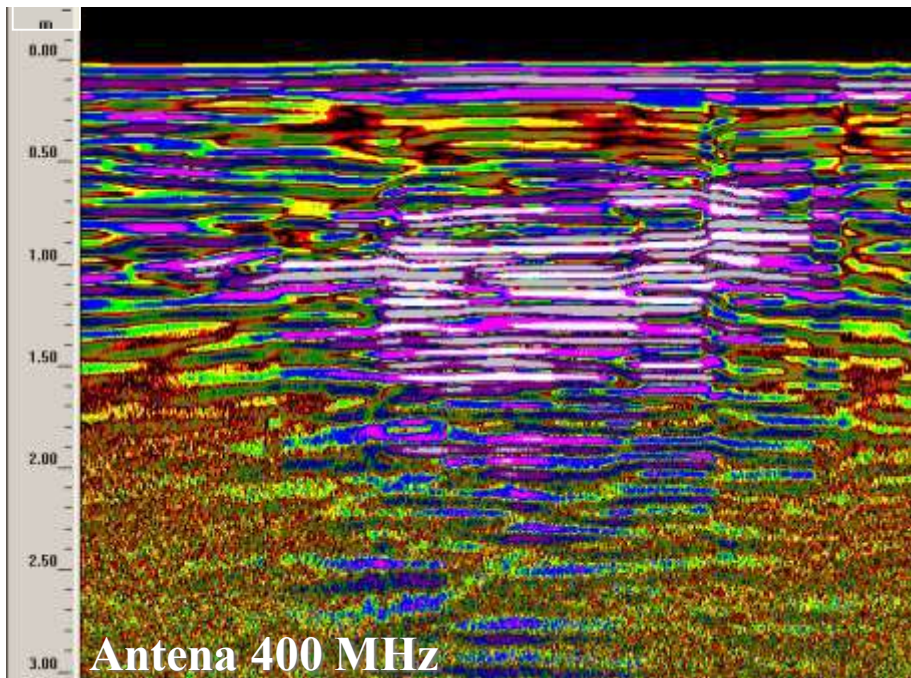
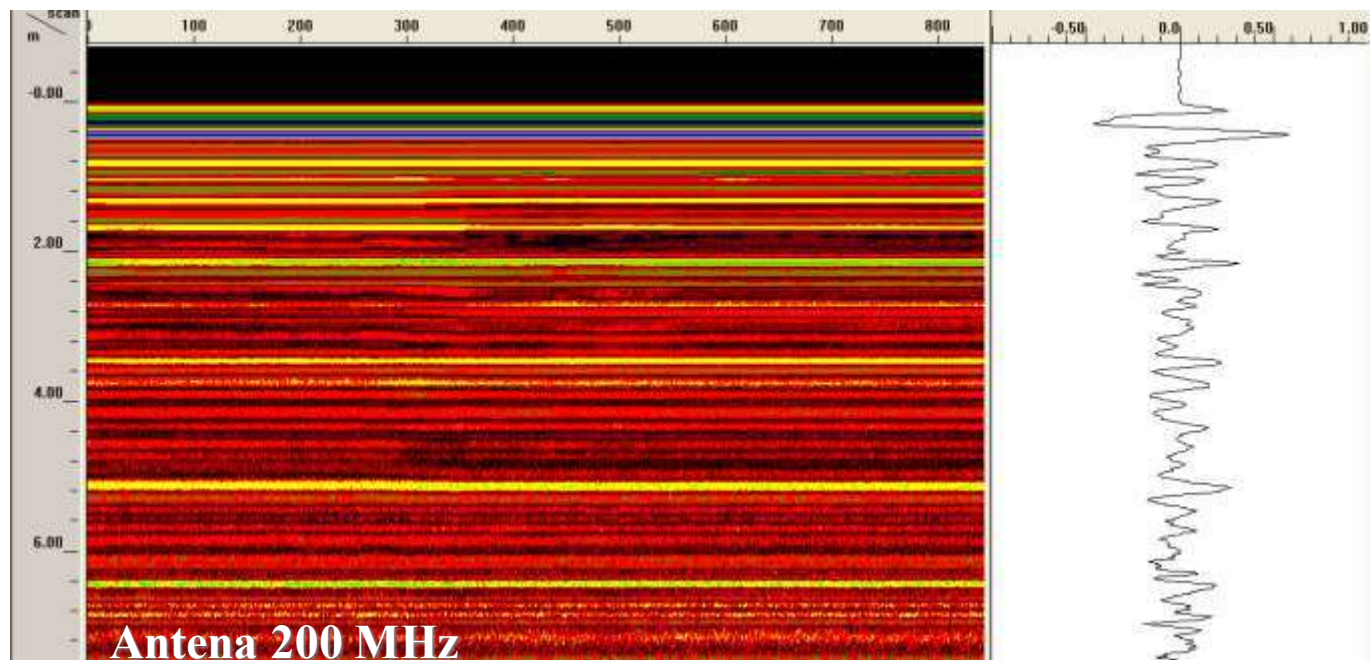


# Métodos geofísicos

## Georradar







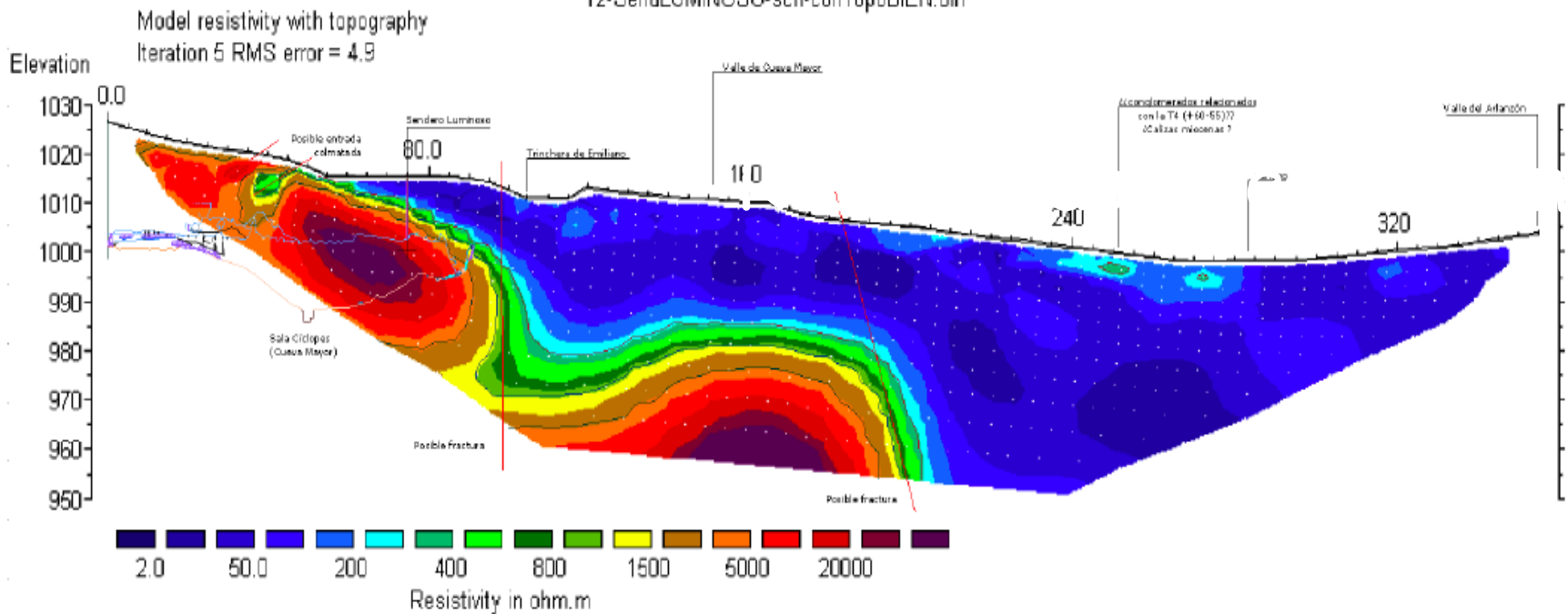


# Tomografía eléctrica

Perfil geofísico del Valle de Cueva Mayor sobre la Sala Cíclopes

Perfil :

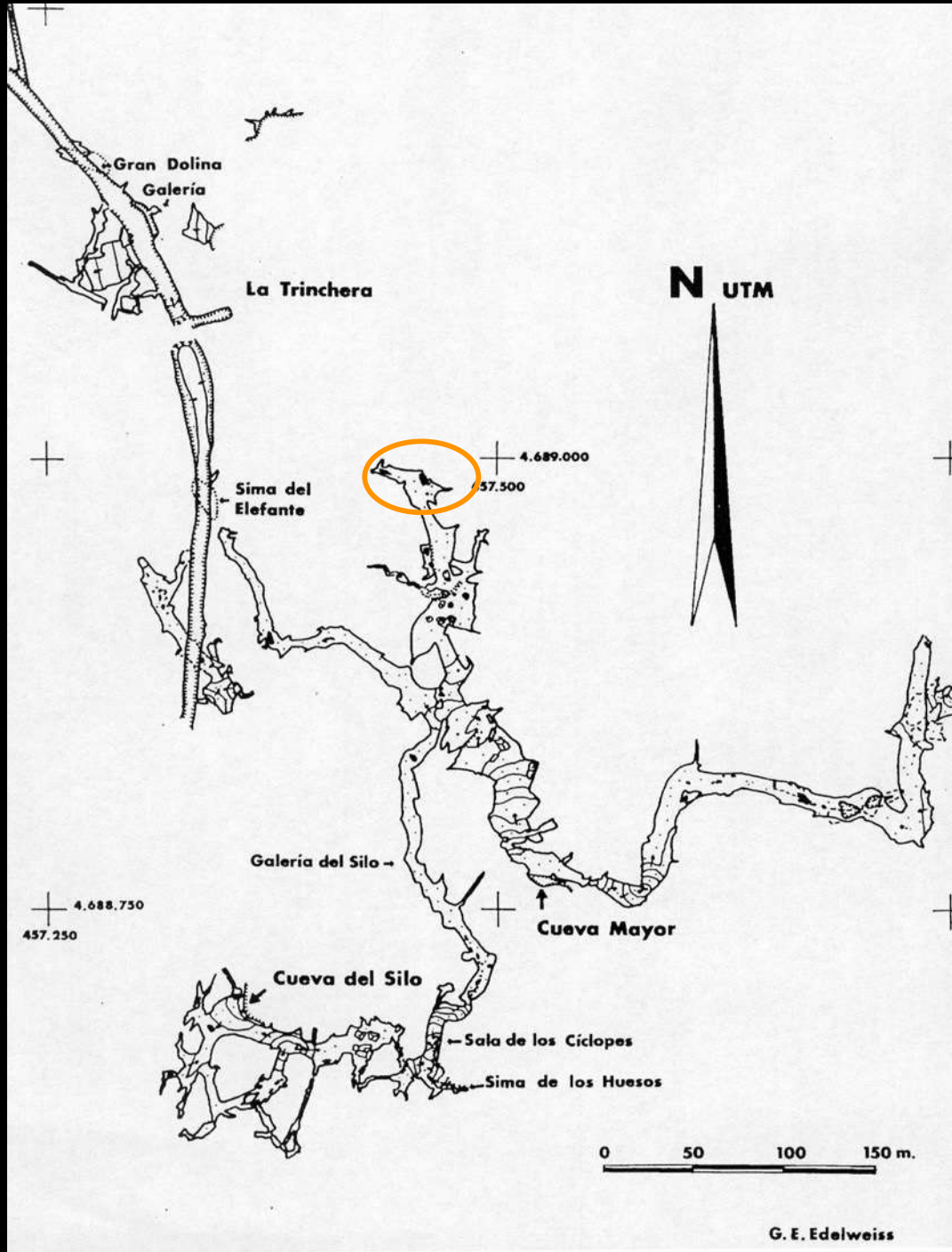
12-SendLUMINOSO-sch-conTopoBIEN.bin



- Horizontal scale is 13.13 pixels per unit spacing
- Vertical exaggeration in model section display = 1.00
- First electrode is located at 0.0 m.
- Last electrode is located at 355.0 m.

*A.I. Ortega*

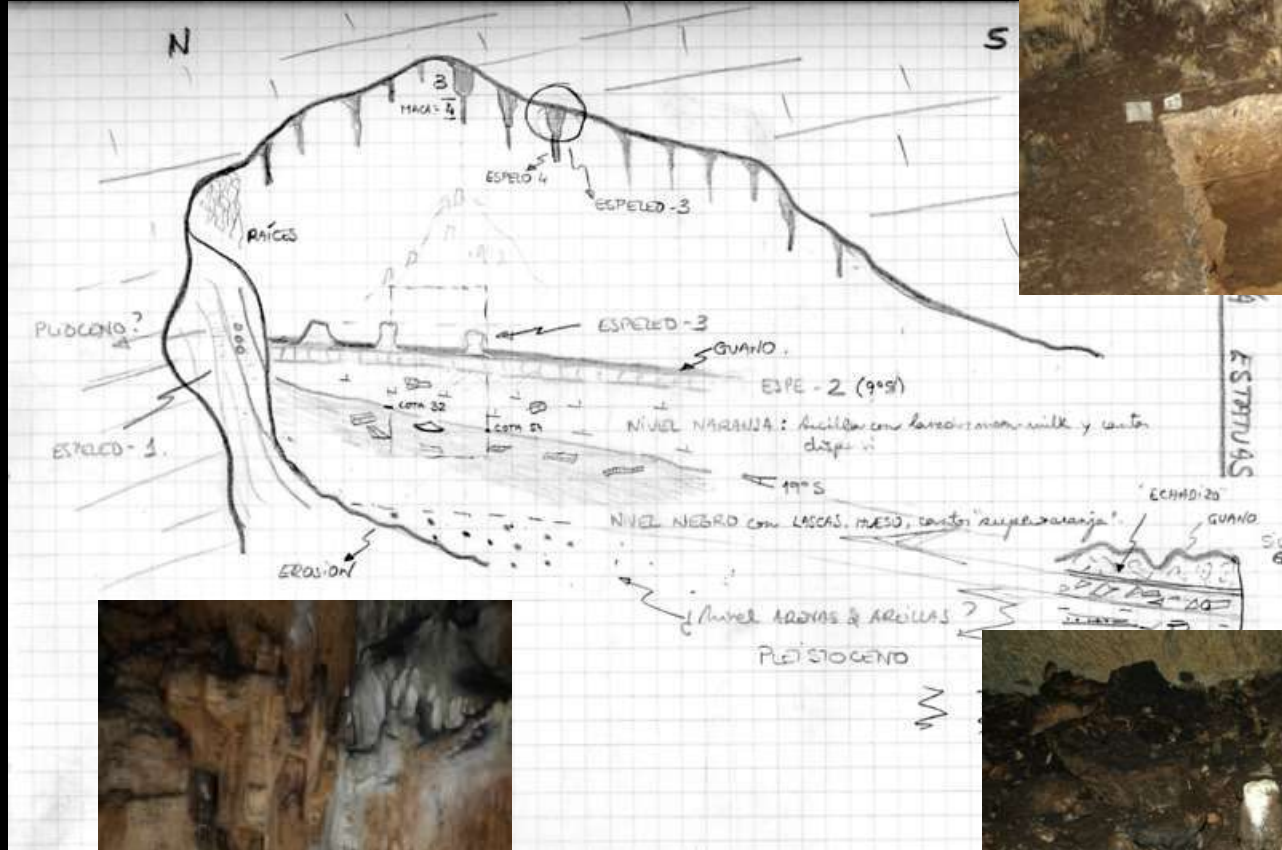
Lo  
último...





La Galería de las Estatuas ...

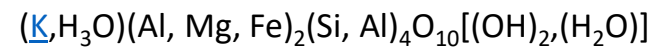
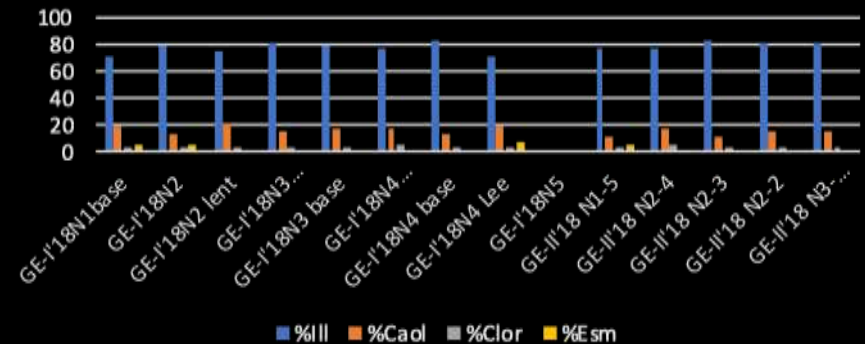
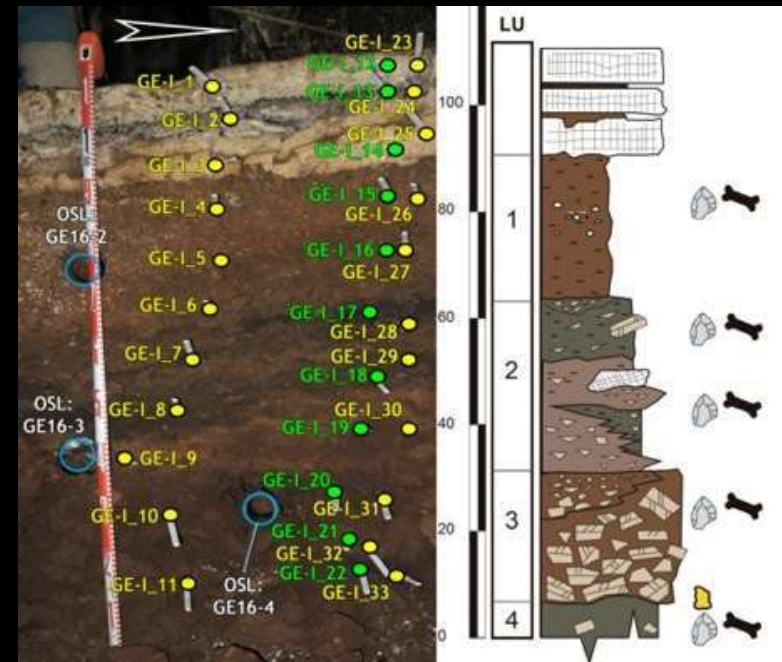
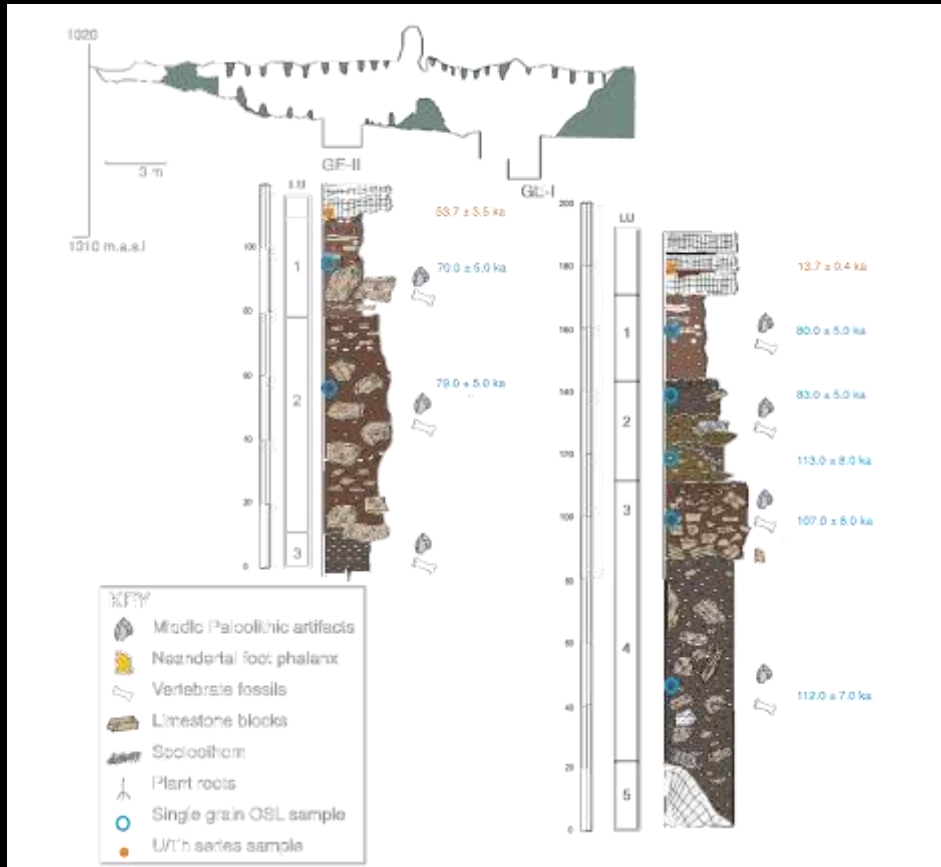
# La Galería de las Estatuas ...



# ADN en sedimentos



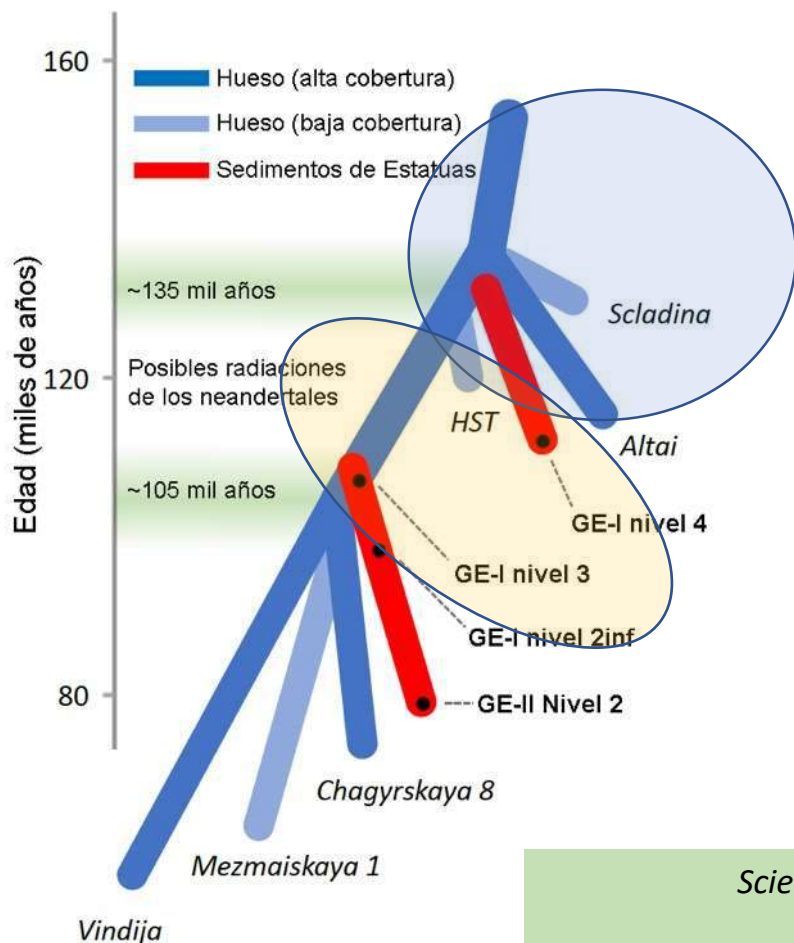
# ADN en sedimentos...



# ADN NEANDERTHAL en sedimentos...



ADN nuclear como ADN mitocondrial de varios individuos



125 ka Eemiense (Clima cálido)

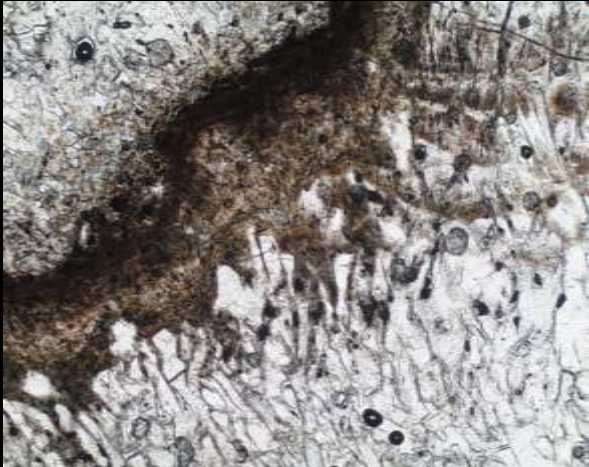
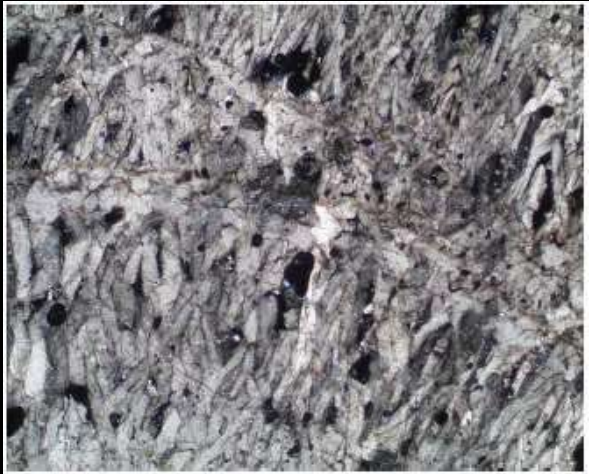
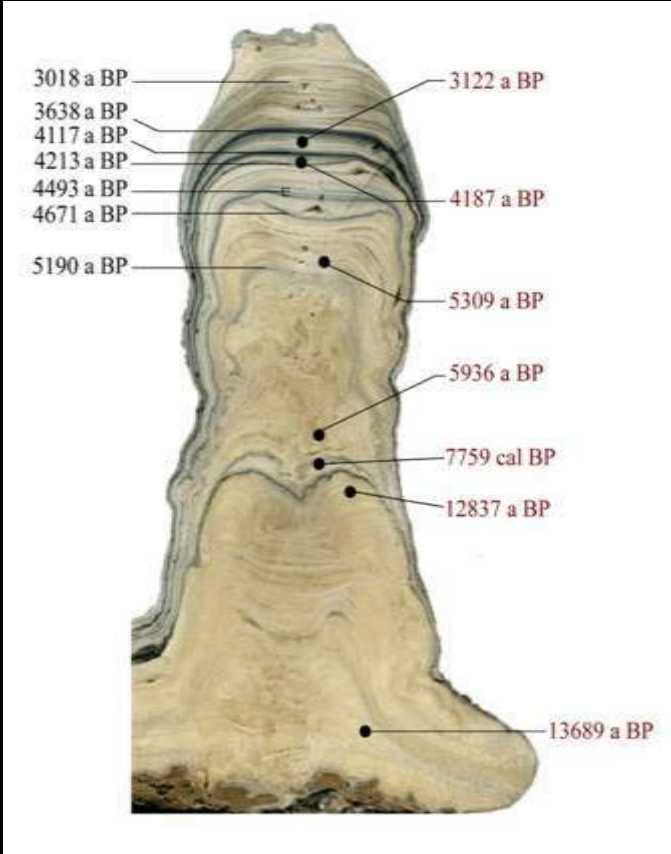
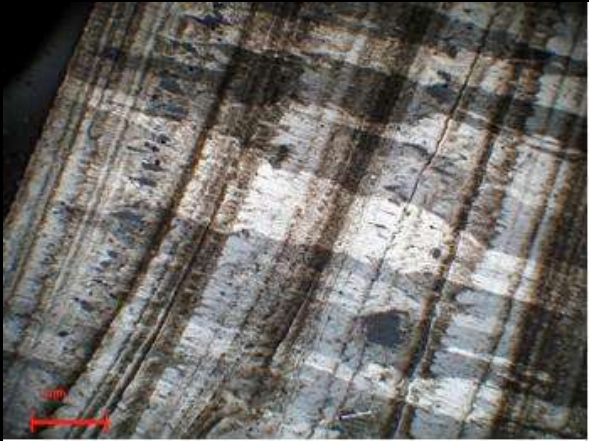
110ka (GE-1,n4) Varón neandertal raigambre antigua

80 ka (GE-I, n3 → GE-II,n2) 4 mujeres neandertales "clásicos"



Science 15 Apr 2021:  
 eabf1667  
 DOI: 10.1126/science.abf1667

# Paleoclima y paleoambiente registrado en la cueva





# Trabajo en equipo ...







*Gracias !!*





# Sedimentos y moléculas orgánicas, ADN,...

## Medicina

- Montmorillonita suelta poco a poco → Farmacia

## Origen de la vida:

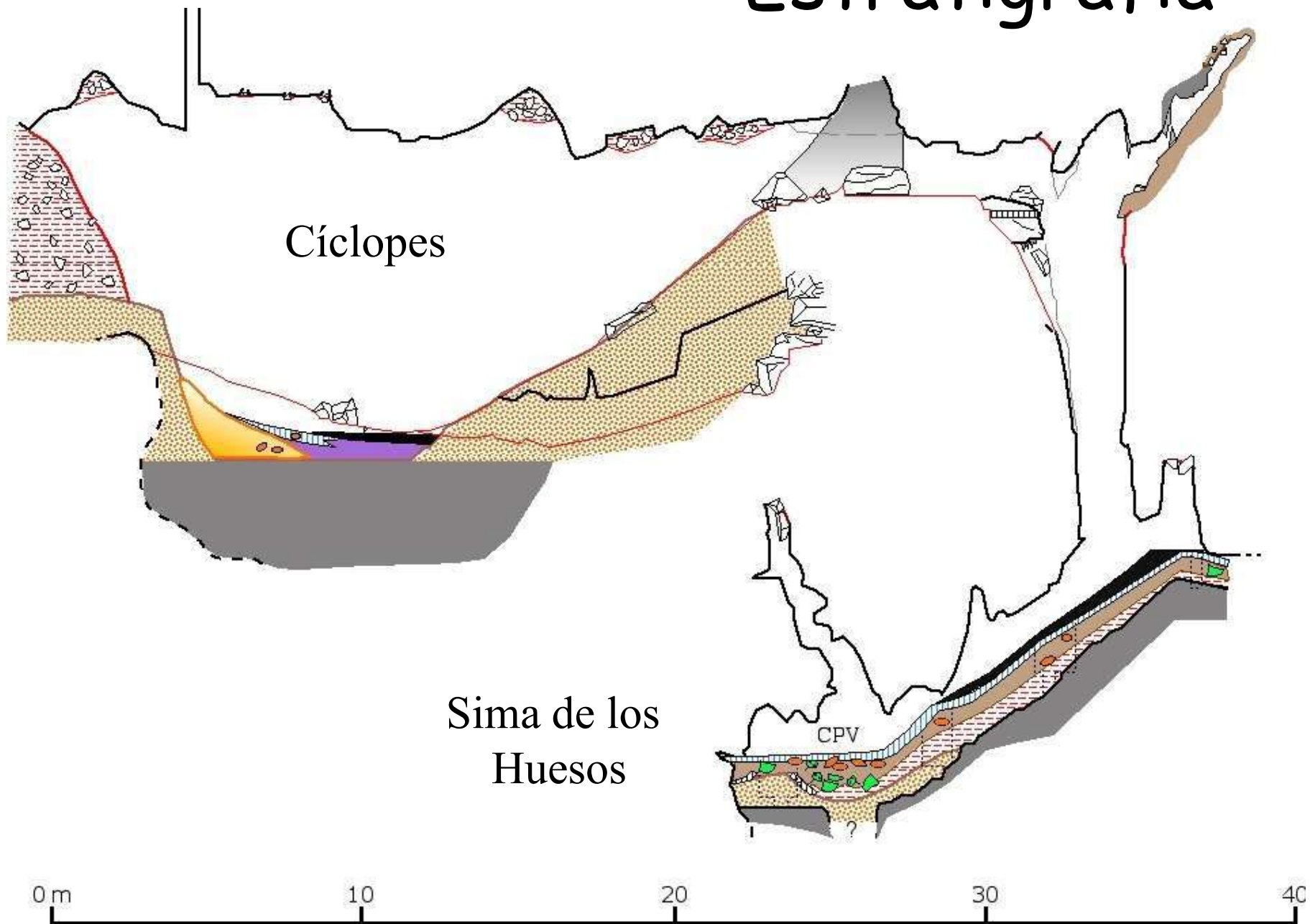
*Seven clues to the origin of life*

Cairns-Smith

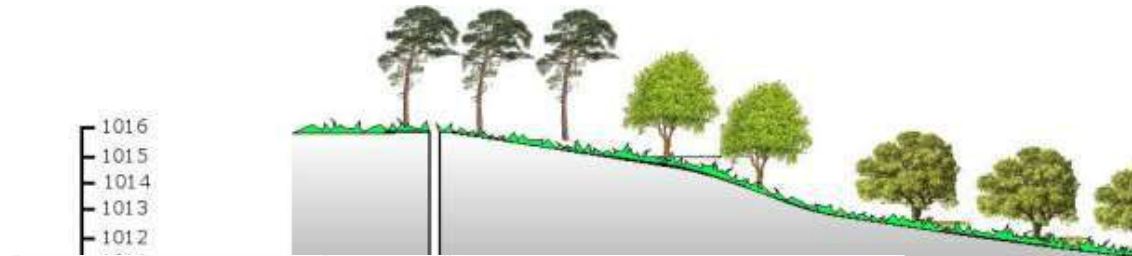
Facilitar y agilizar la fijación de las primeras moléculas gaseosas, que provenían de la atmósfera primitiva, sobre la superficie terrestre.

- Interacciones de estas moléculas ya fijadas sobre las arcillas produjeron los primeros enlaces que dieron lugar a los biomonómeros

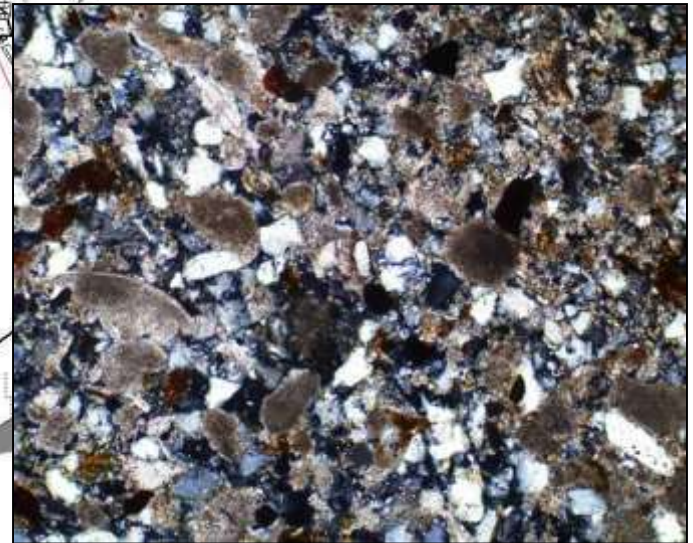
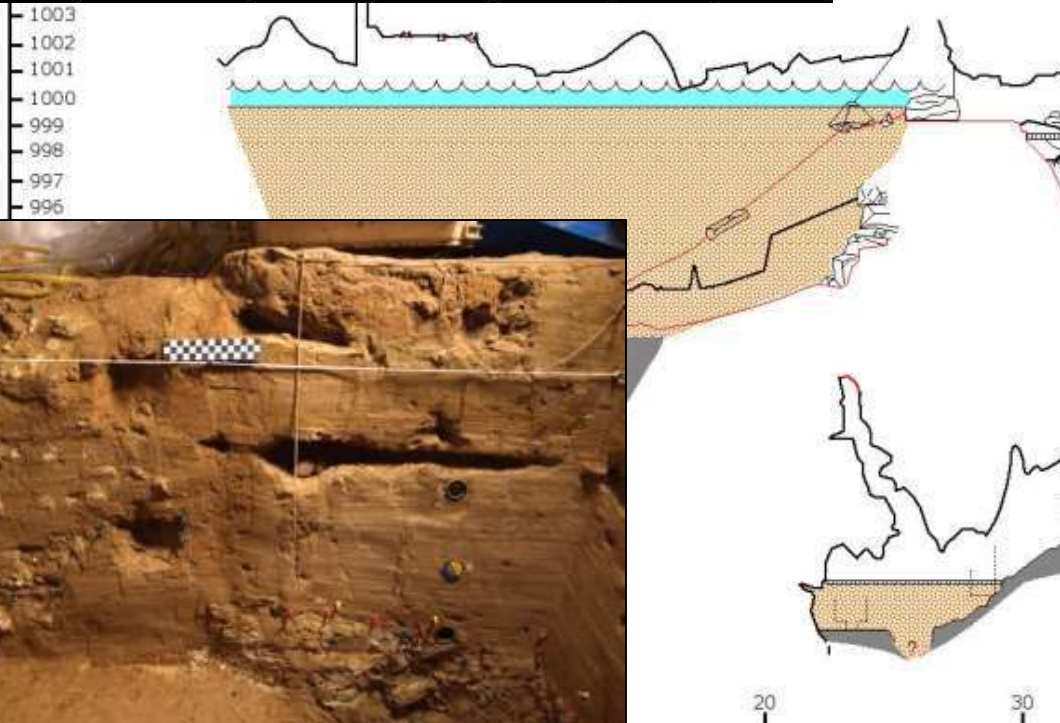
# Estratigrafía



# Limos y Arenas

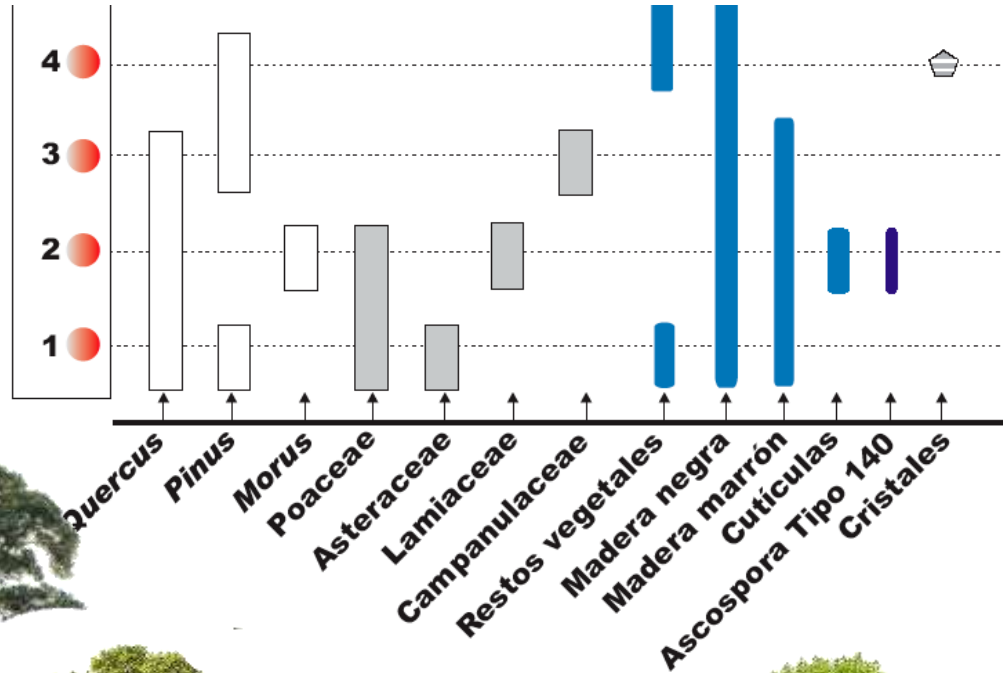
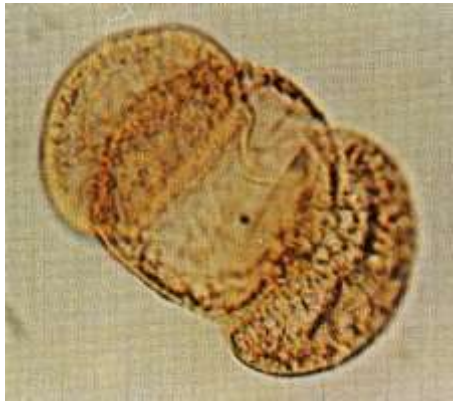


%Qz	%Calc	%Fd	%Fls		
			%Smc	%Ill	%Cao
65-84	0-6	1-12	10-30	9-20	50-85
					10-12





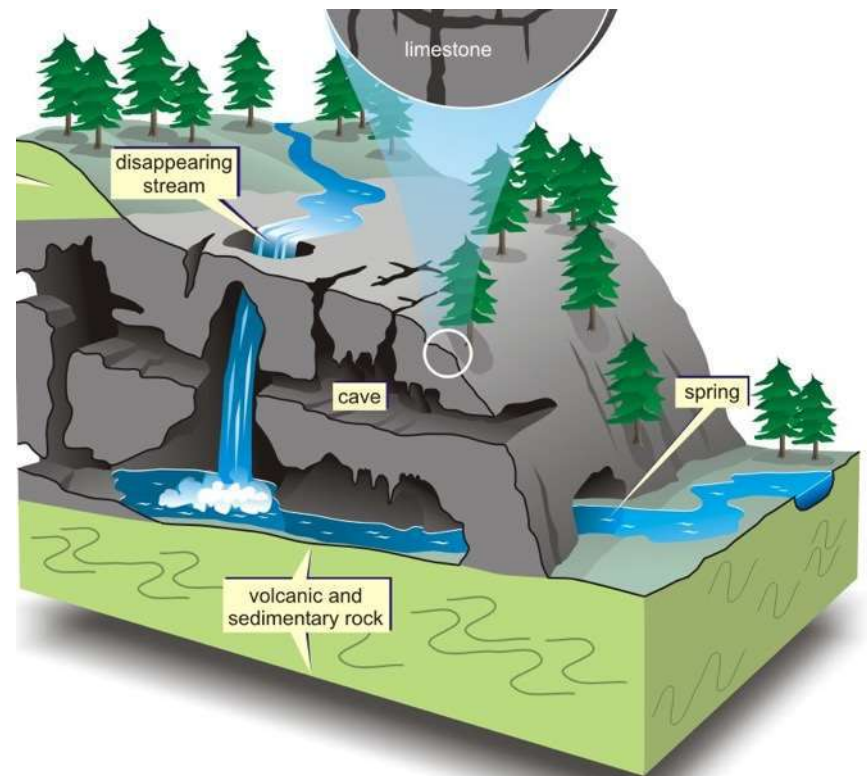
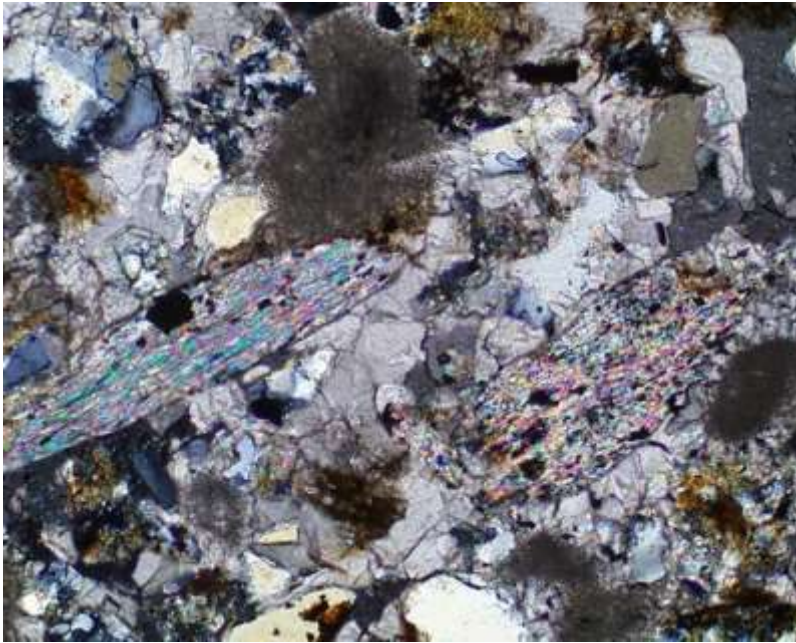
# Limos y Arenas



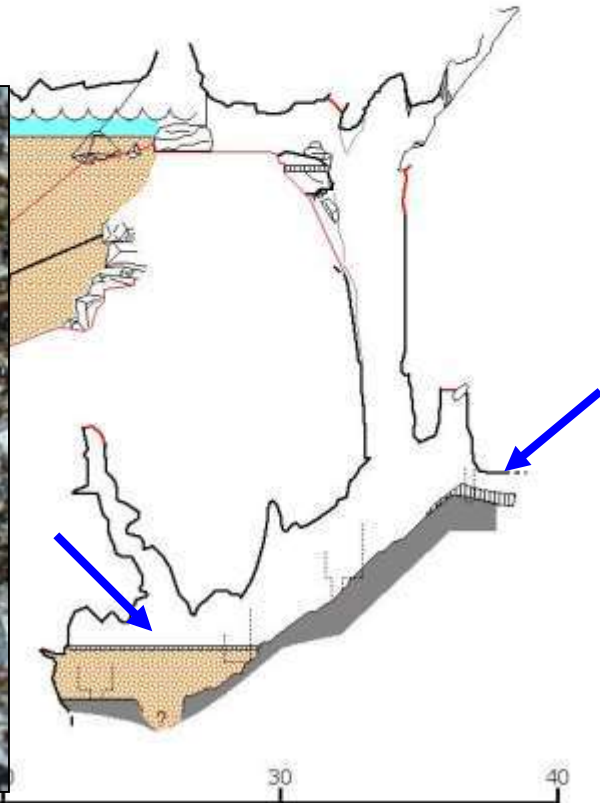
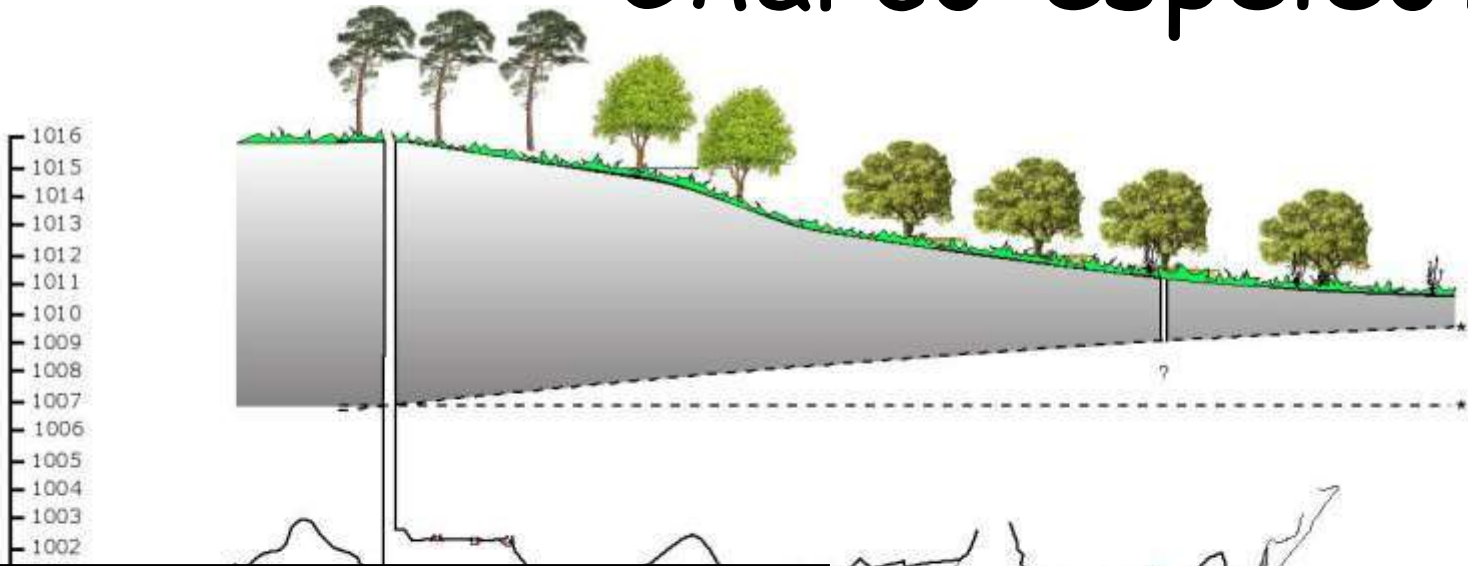
Clima Mediterráneo

# Sedimentología

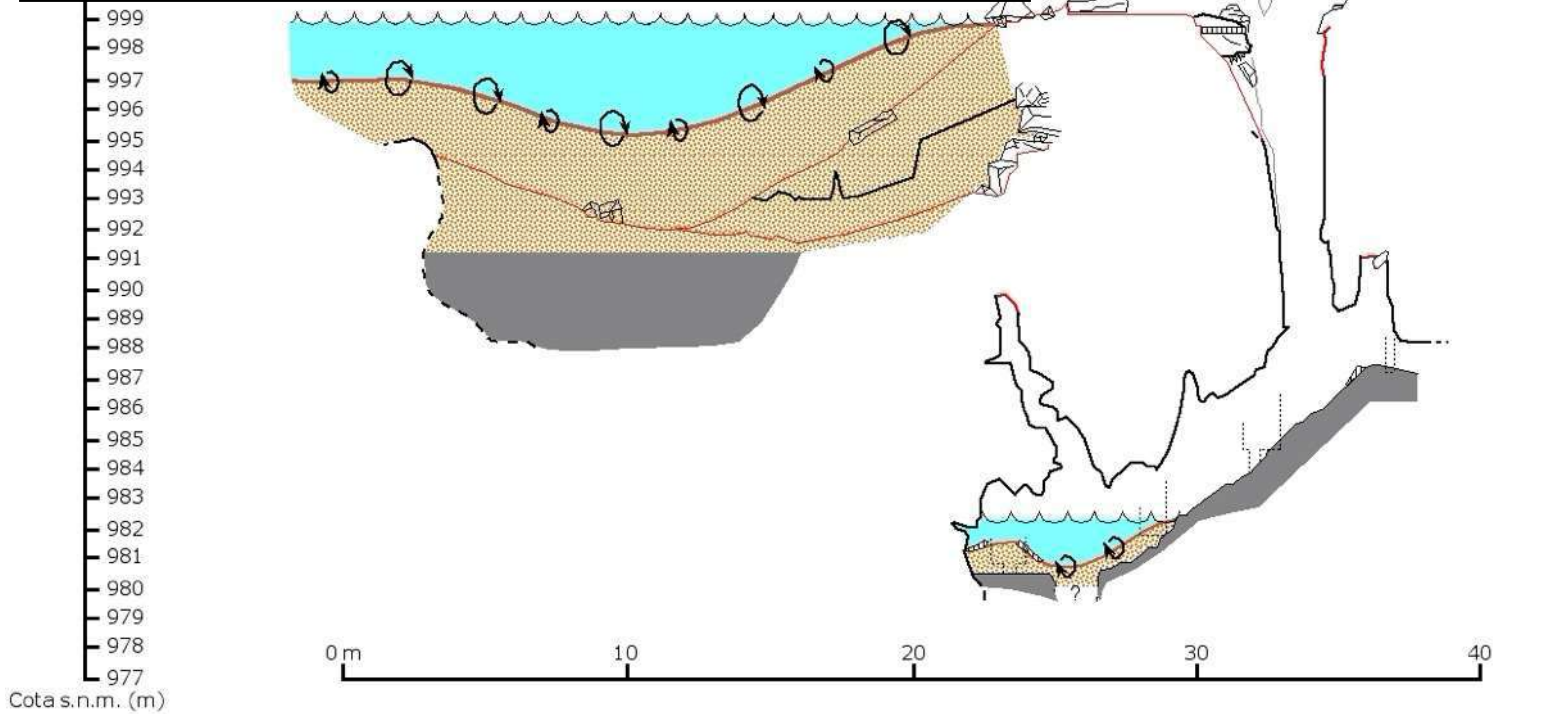
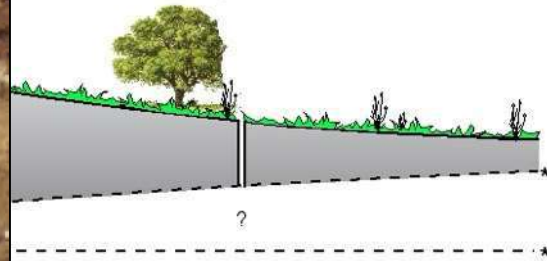
- Sedimentación **fluvial** → Río Arlanzón (Sierra de la Demanda). Sedimentos **Alóctonos**.



# Charco-espeleotema

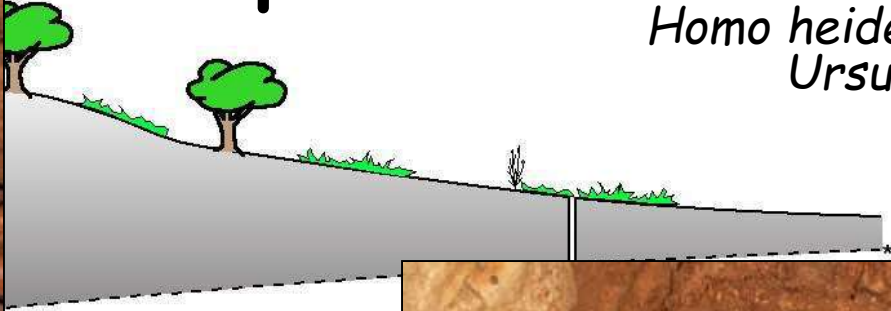
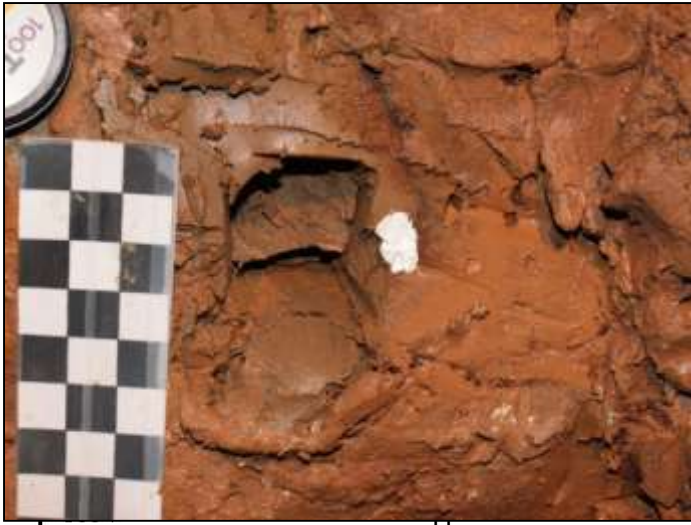


# Vaciado parcial

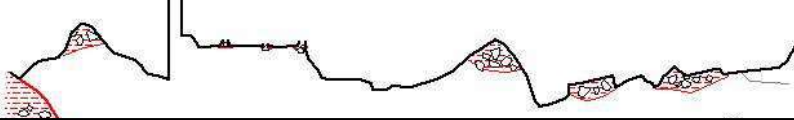


# Ocupación-NO Sedi.

*Homo heidelbergensis*  
*Ursus deningeri*

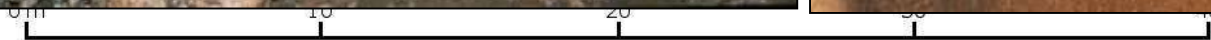


1003  
1002  
1001  
1000



977

Cota s.n.m. (m)



# Sedimentología

- **Poca Sedimentación** (infiltración) → Cavidades abiertas → Utilización del espacio ¿enterramiento?



# Sedimentología

- **Poca Sedimentación** (infiltración) → Cavidades abiertas → Utilización del espacio.



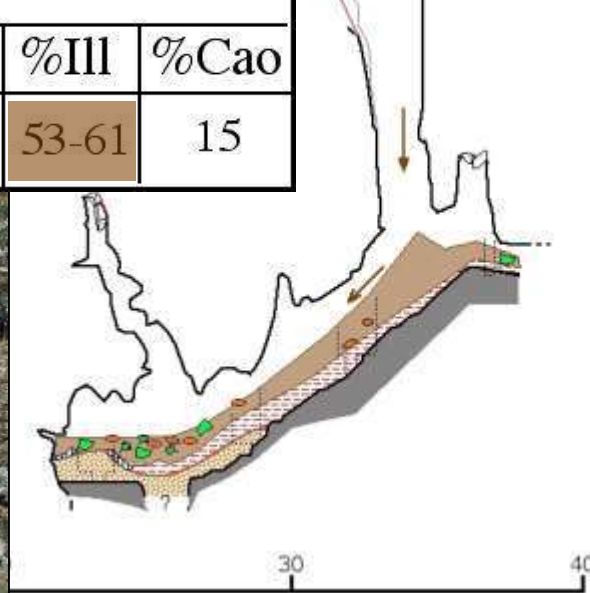
# Resedimentación

## Aporte exterior

Cierre de la cavidad

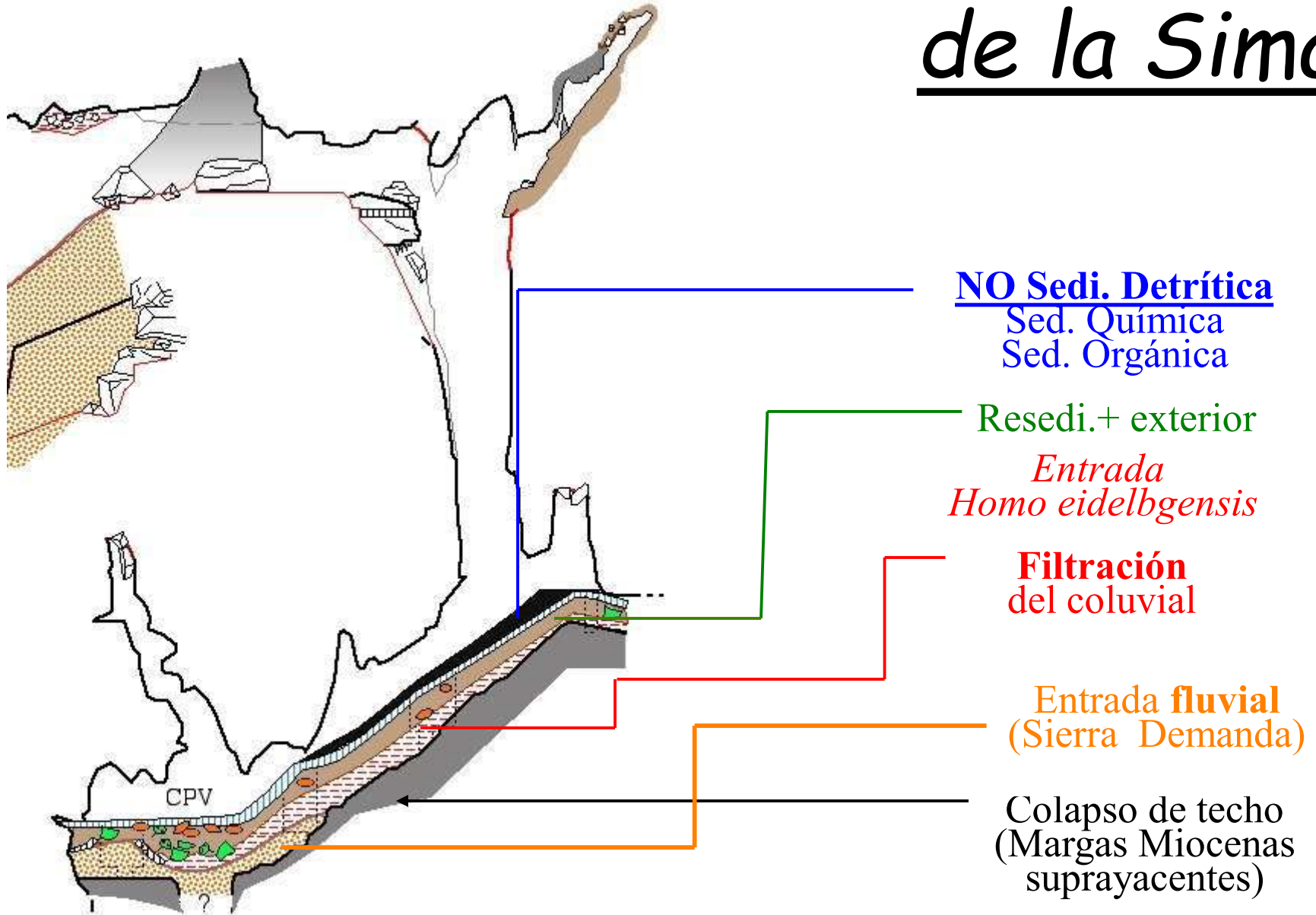


%Qz	%Calc	%Fd	25-37	%Fls		
				%Smc	%Ill	%Cao
15-36	20-62	0-7	25-31	53-61	15	





# Procesos geológicos de la Sima



Clima, Relieve / Paisaje, ...



*Mauricio Antón*

¿Qué más aporta la  
Geología?

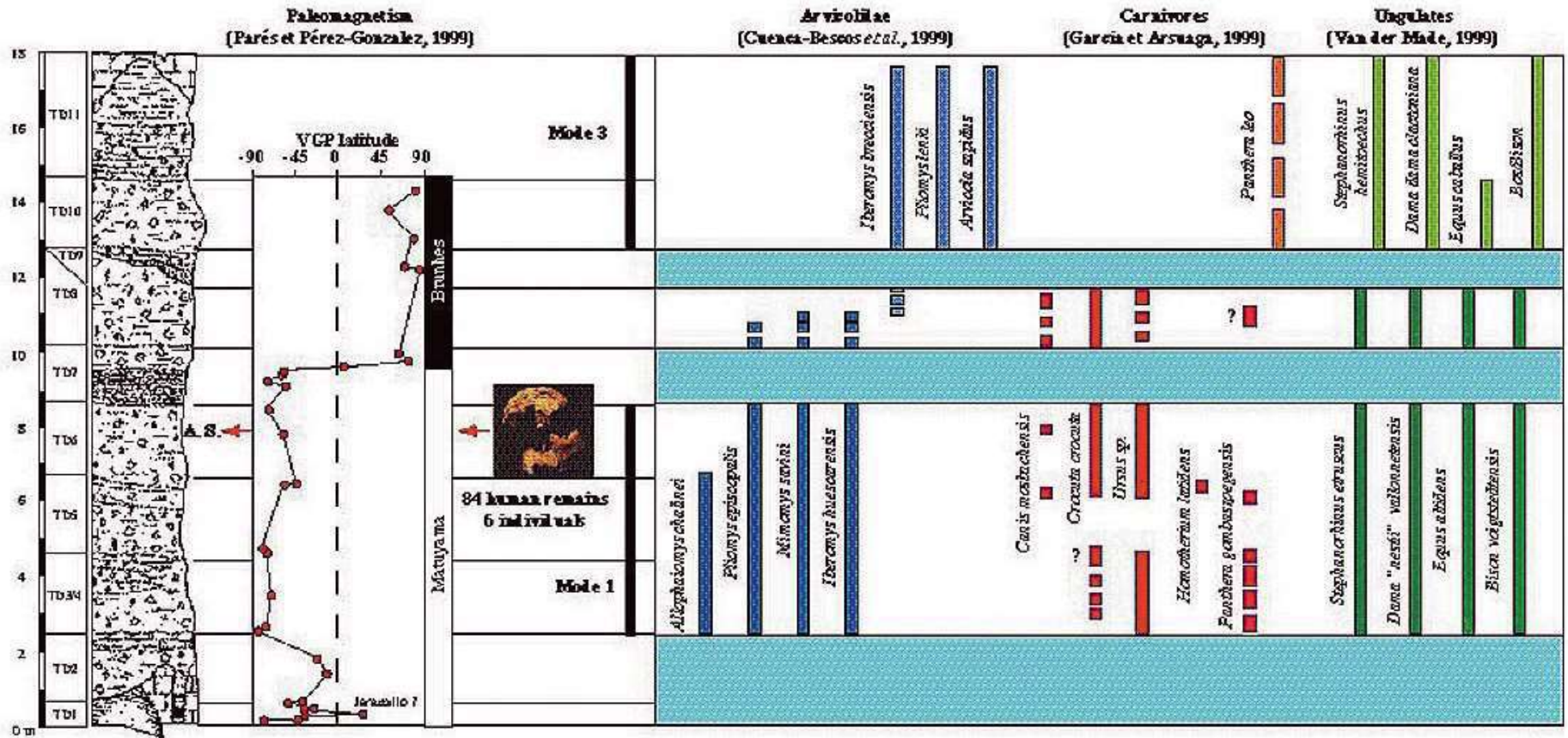


... el Tiempo

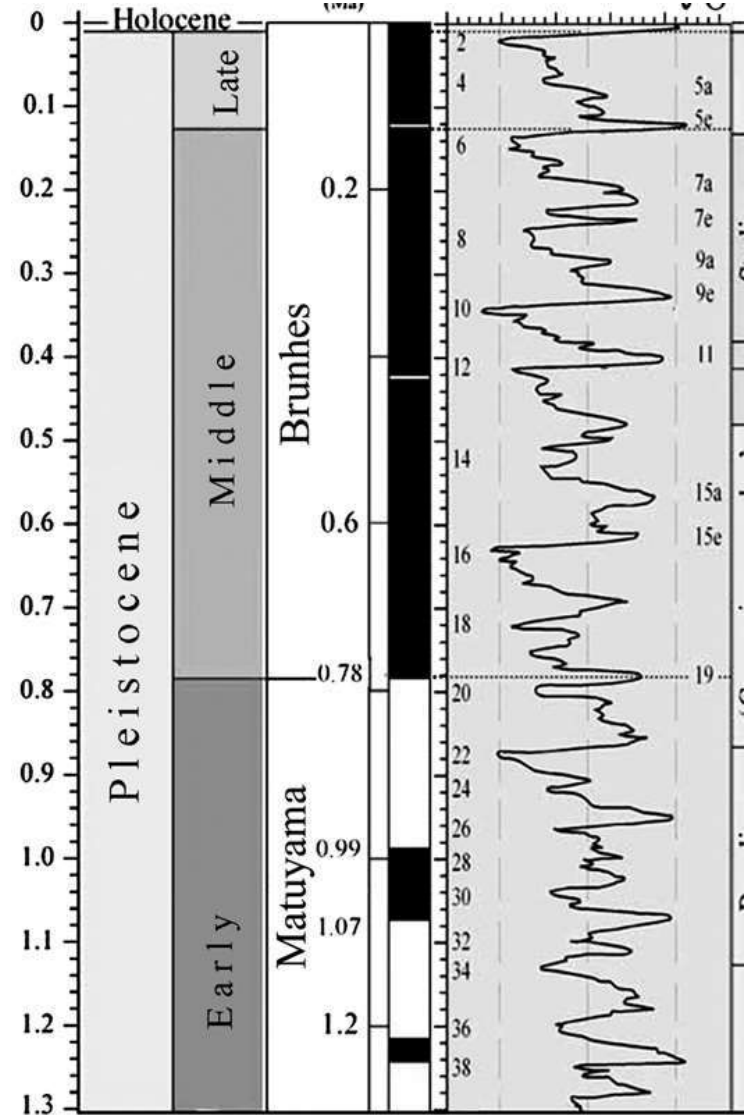
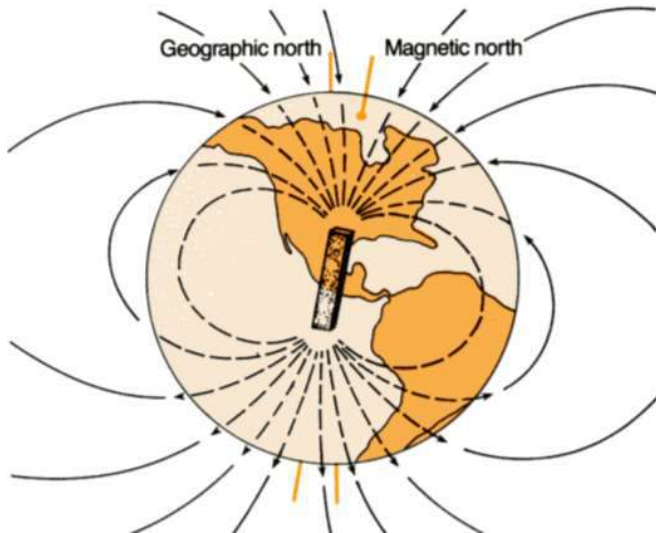
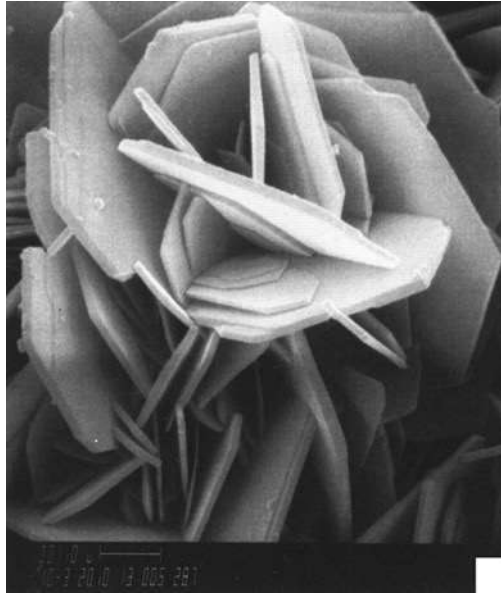
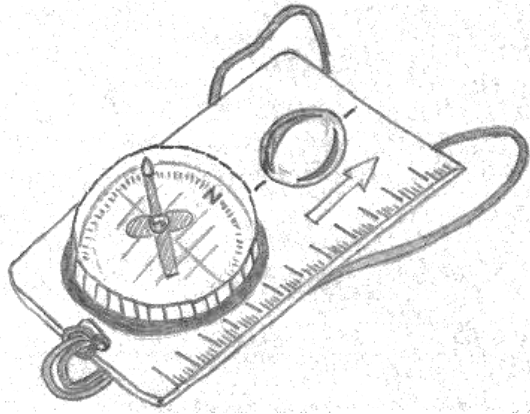
# Bioestratigrafía MICROVERTEBRADOS



# Correlación de datos

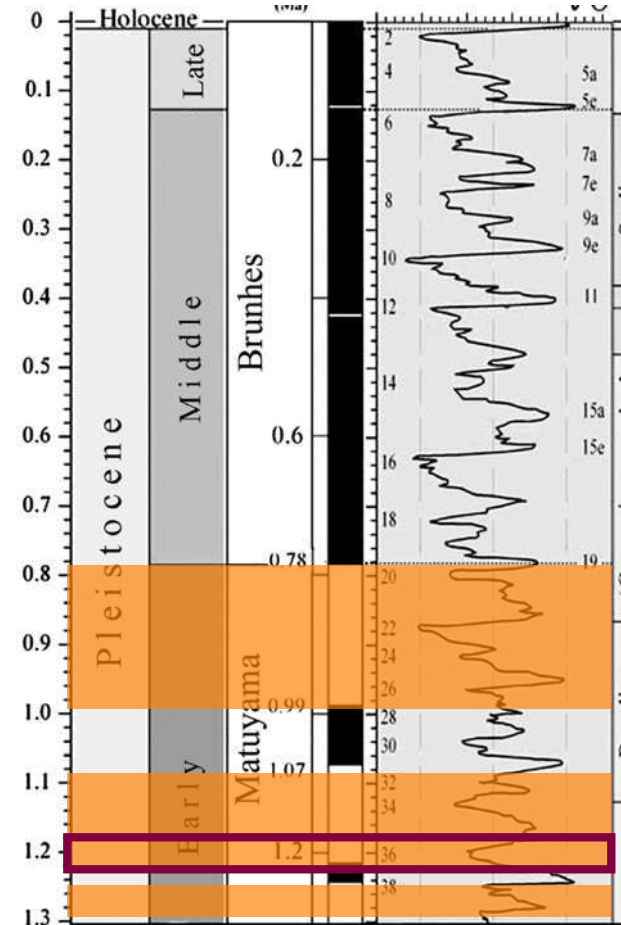
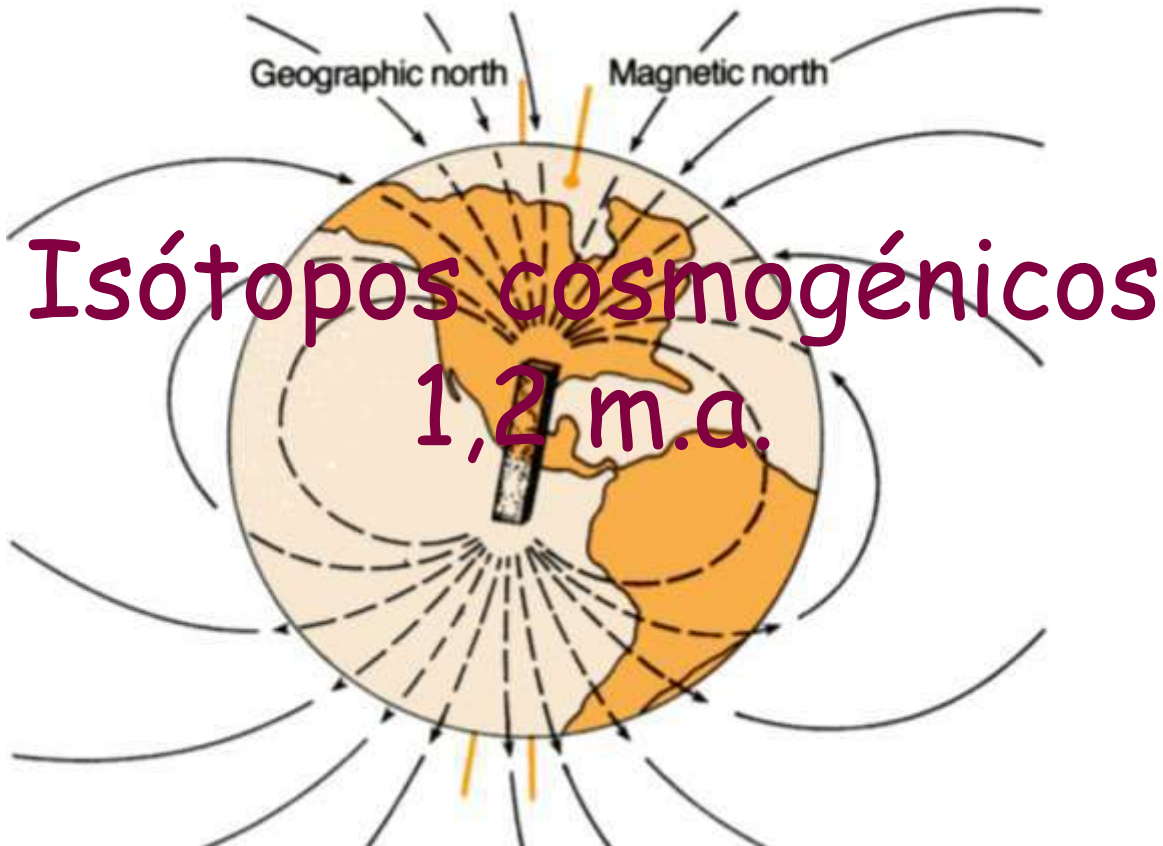


# Paleomagnetismo



# Limos y Arenas

Limos y Arenas > 0.78 m.a.

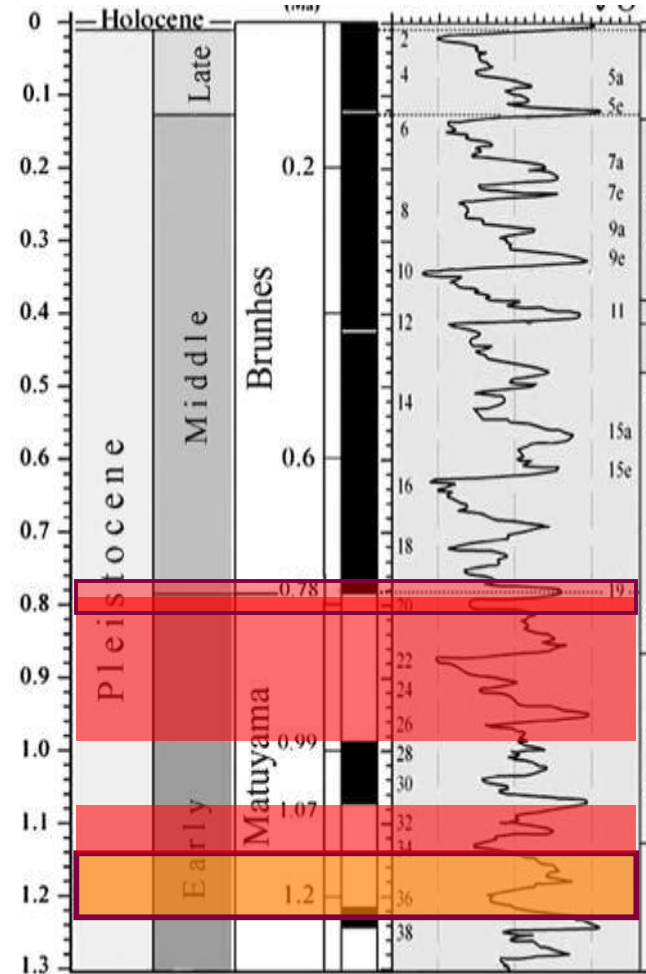
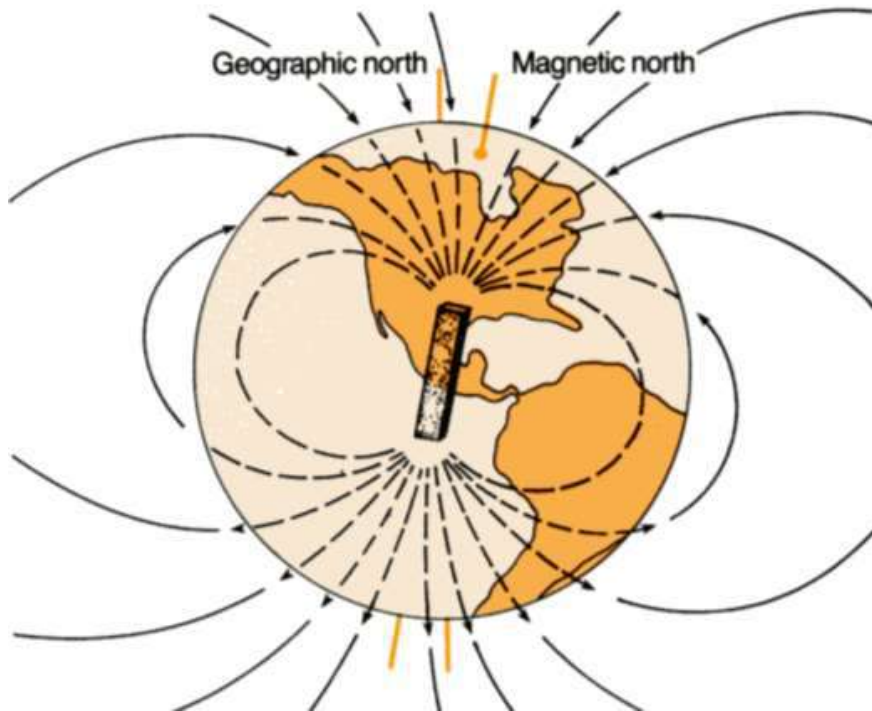




# Brecha y Arcilla Roja

Arcilla Roja > 0.78 m.a.

Remagnetización POSITIVA  
sobre NEGATIVA



# Datación absoluta

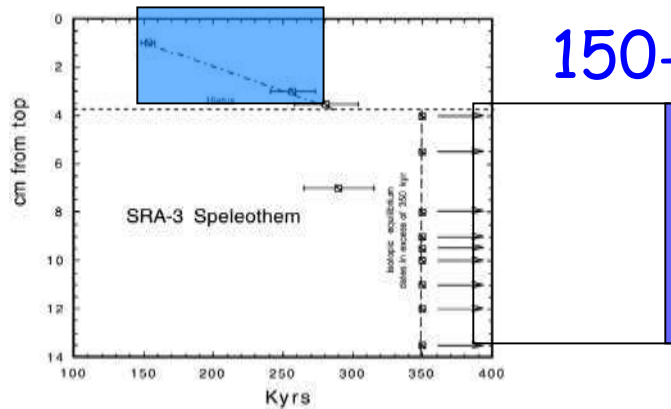
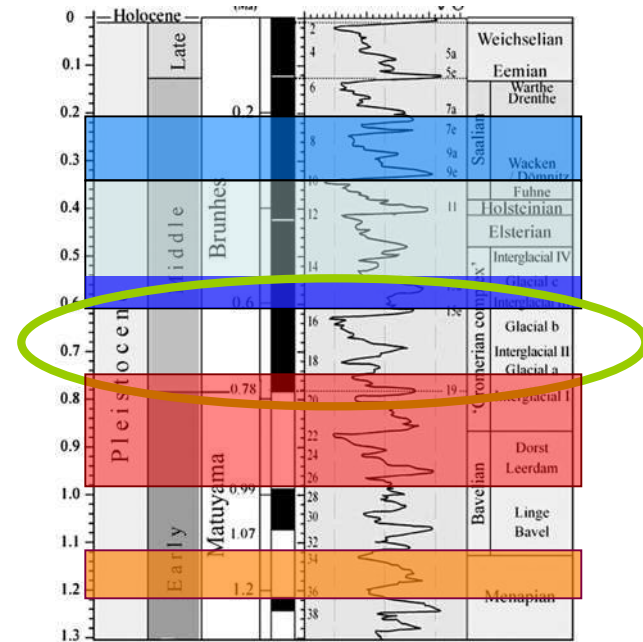
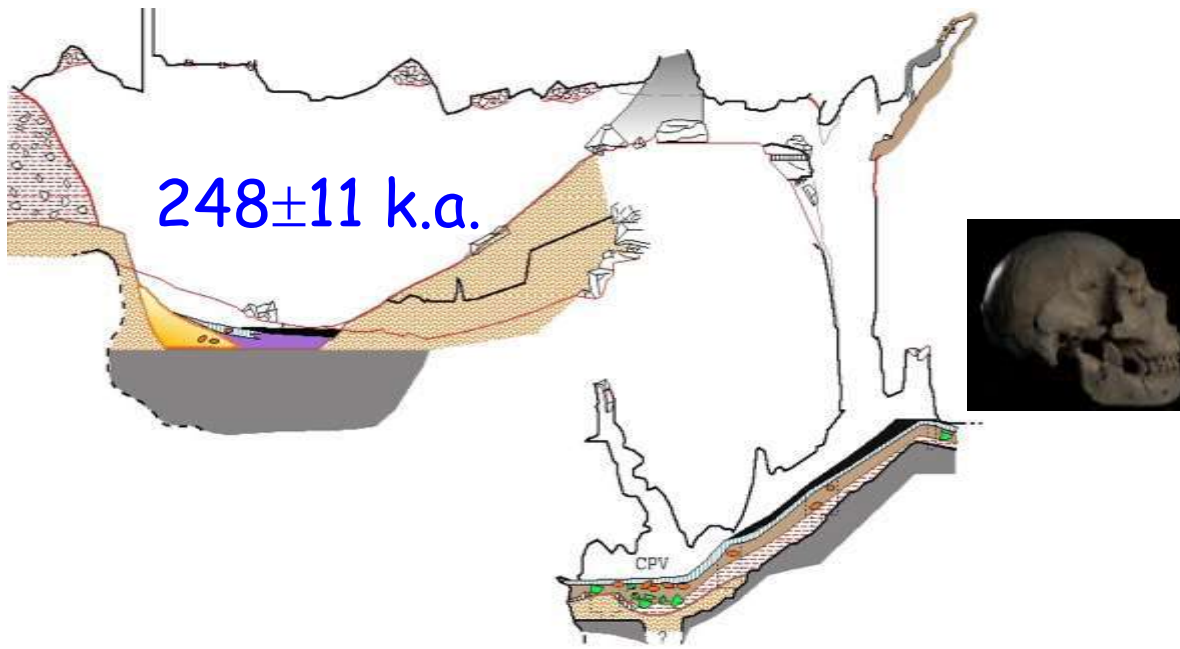


U / Th



# Dataciones

- Sedimentos Químicos → Calcita (U/Th)

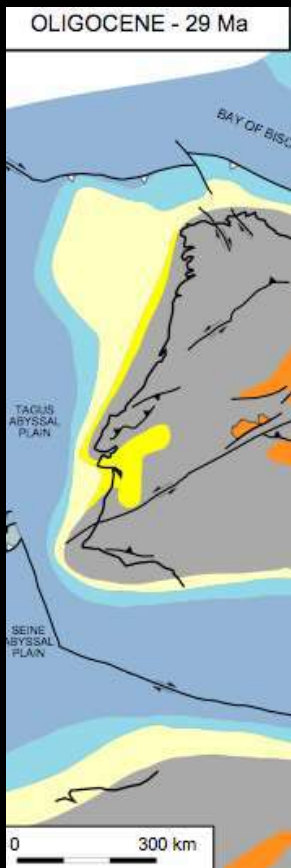


150-280 k.a.

550 k.a.

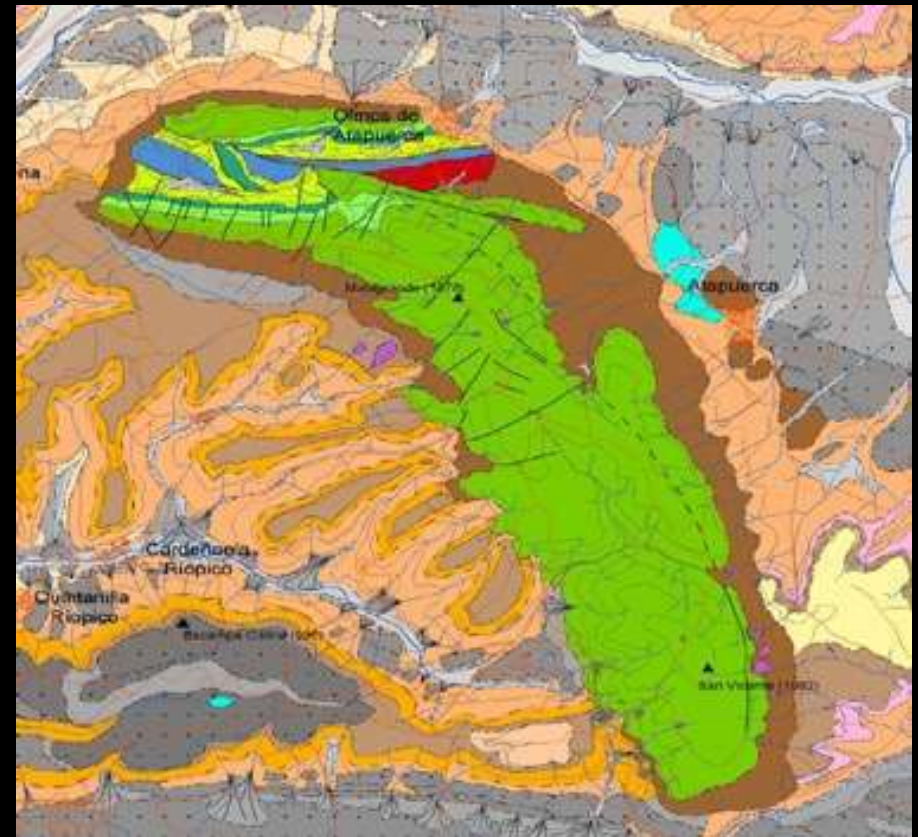
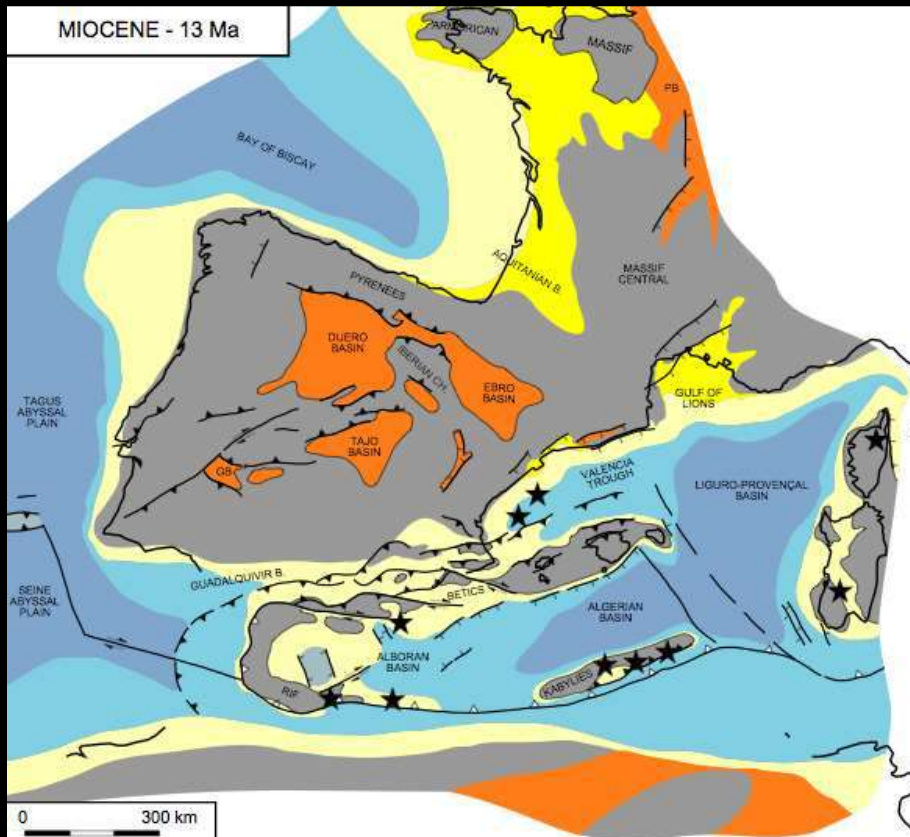
# EROSIÓN Oligoceno de Atapuerca

AGE (Ma)	ERA	SUB-ERA	PER- IOD	EPOCH	STAGE	GDSP AGE
1	CENOZOIC	TERTIARY	NEOGENE	Pliocene	Lake Meade	1.8
2					Paristocene	2.6
3				Pliocene	2.6	
4					2.6	
10	PALEOGENE	NEOGENE	Miocene		5.3	
20				Oligocene	23.0	
30			Eocene	33.9		
65	PALEOGENE	PALEOGENE	Paleocene		65.0	
66					66.0	



# EROSIÓN-SEDIMENTACIÓN Mioceno de Atapuerca

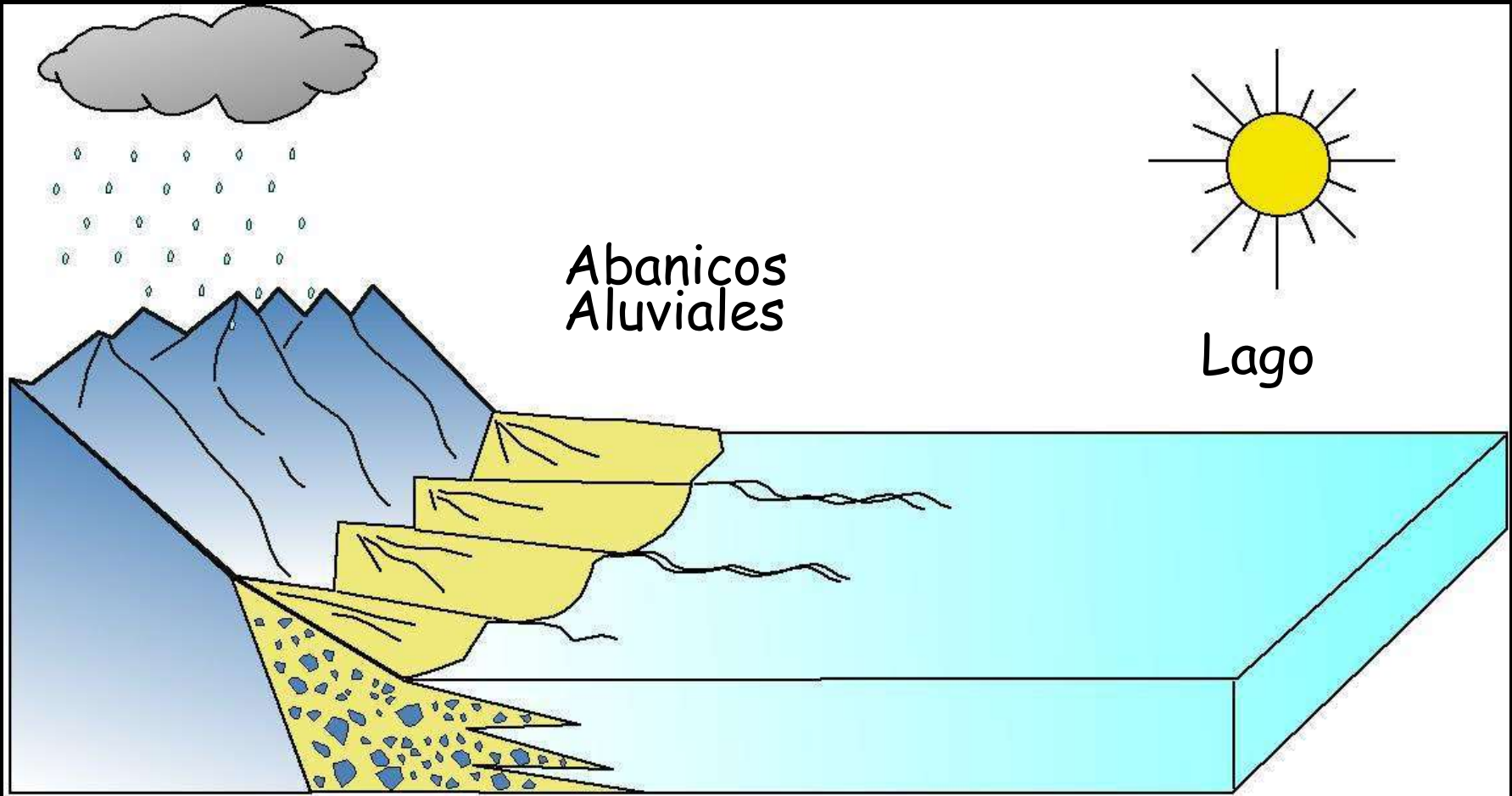
AGE (Ma)	ERA	SUB-ERA	PERIOD	EPOCH	STAGE	GROUP (Ma)
1	CENOZOIC	TERTIARY	NEOGENE	Pliocene	Lake	1.8
2					Early	2.5
3					Mid	3.0
4					Mid	3.5
5					Mid	4.0
6					Mid	4.5
7					Mid	5.0
8					Mid	5.5
9					Mid	6.0
10					Mid	6.5
11	PALEOGENE			Oligocene		23.0
12						23.9
13				Eocene		
14						33.0
15			Paleocene		65.0	



# EROSIÓN-SEDIMENTACIÓN

## Mioceno de Atapuerca

AGE (MY)	ERA	PERIOD	SPECIES	STAGE	1000000000
0	CENOZOIC	Quaternary	Quaternary	Quaternary	0
0.01				Quaternary	0.01
0.02	TERTIARY	NEOGENE	Pliocene	Pliocene	0.02
0.05				Pliocene	0.05
0.1	TERTIARY	NEOGENE	Miocene	Miocene	0.1
0.2				Miocene	0.2
0.5				Miocene	0.5
1				Miocene	1
1.5	TERTIARY	NEOGENE	Oligocene	Oligocene	1.5
2				Oligocene	2
25				Oligocene	25
30	TERTIARY	NEOGENE	Eocene	Eocene	30
40				Eocene	40
55				Eocene	55
65	TERTIARY	PALEOGENE	Paleocene	Paleocene	65
100				Paleocene	100



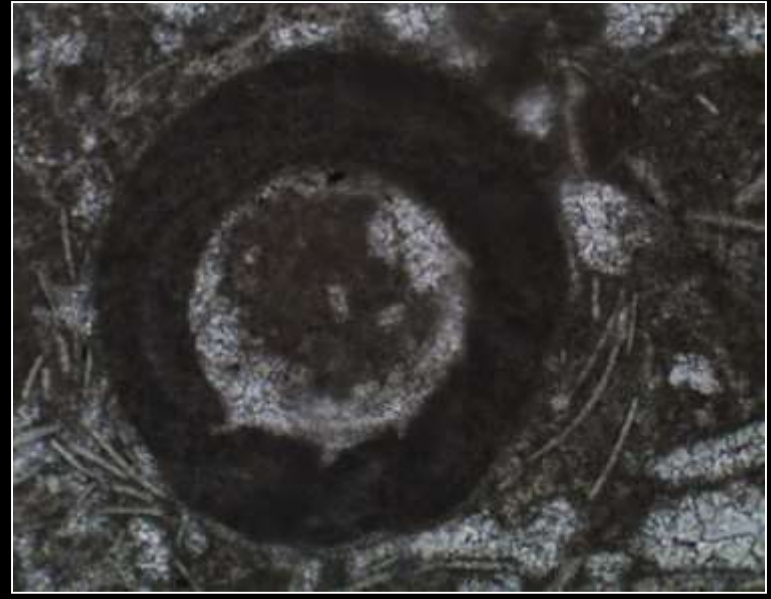
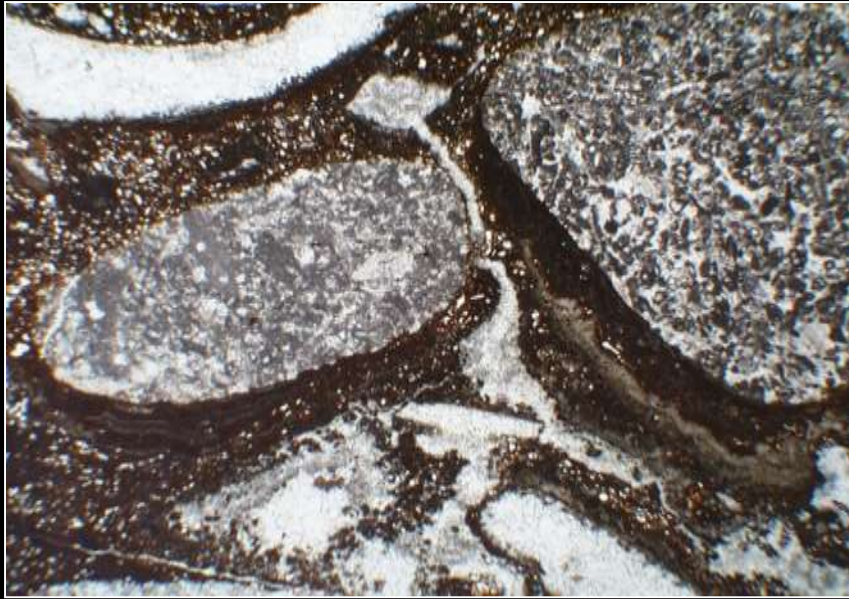


# Mioceno de Atapuerca

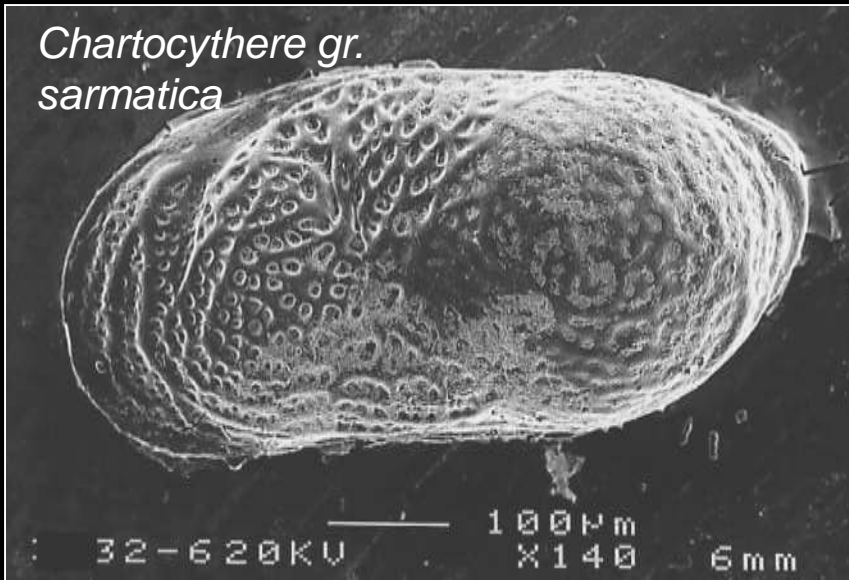




# Mioceno de Atapuerca



*Chartocythere* gr.  
*sarmatica*

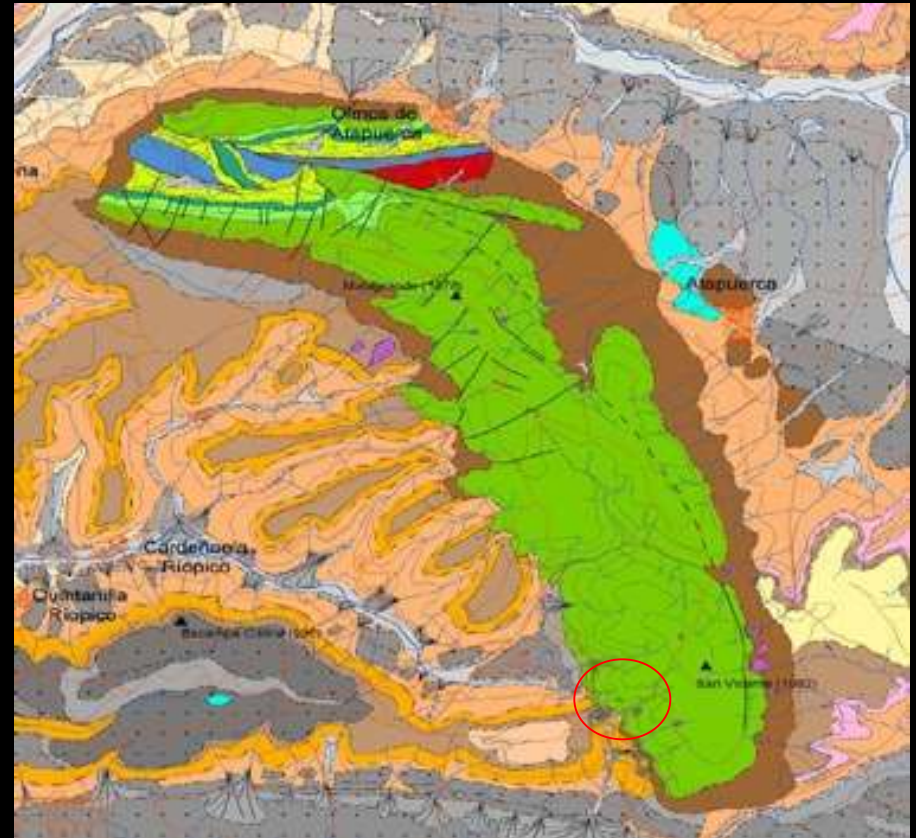




AGE (Ma)	ERA	SUB-ERA	PERIOD	EPOCH	STAGE	GROUP (Ma)
1	CENOZOIC	Quaternary	NEOGENE	Pleistocene	Ice Age	1.8
2					Ice Age	2.6
3				Pliocene	Miocene	3.6
4					Pliocene	5.3
10	TERTIARY	PALEOGENE	NEOGENE	Miocene	23.0	
20				Miocene	23.0	
30			PALEOGENE	Oligocene	33.9	
40				Eocene	55.0	
60				Paleocene	65.0	

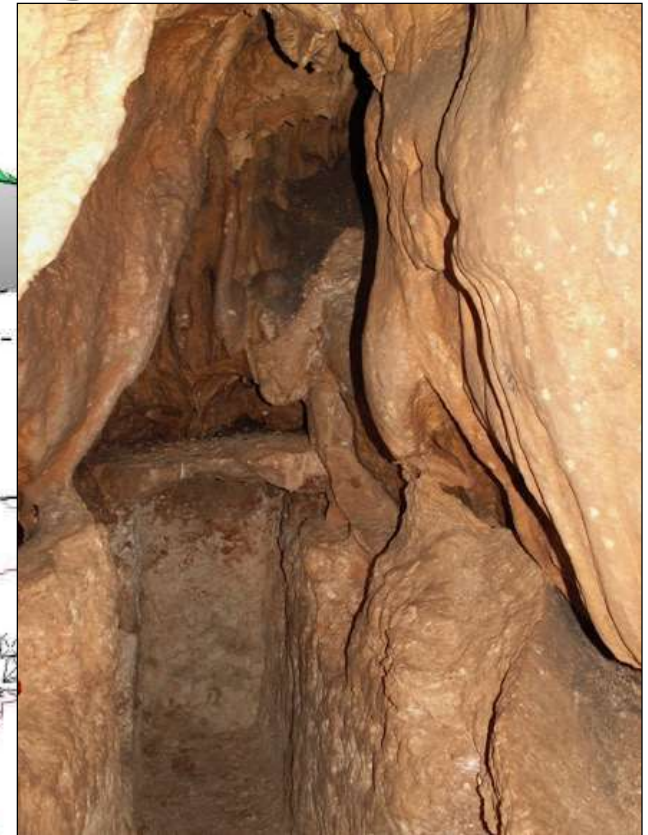
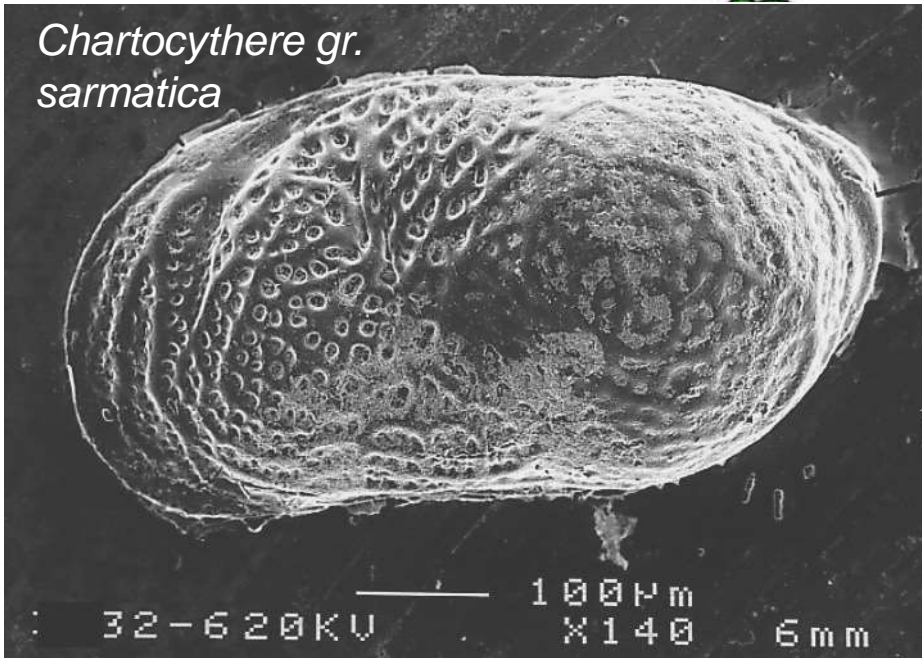
# SEDIMENTACIÓN DETRÍTICA Plio-Pleistoceno?

## Brecha Monomíctica Coluvial

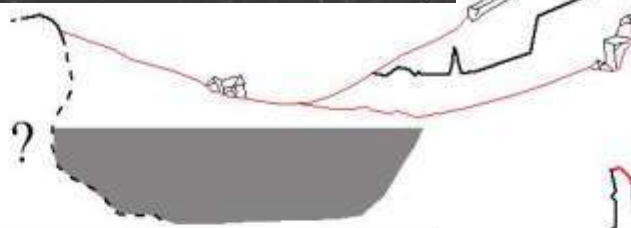


# Resedimentación de Margas Miocenas

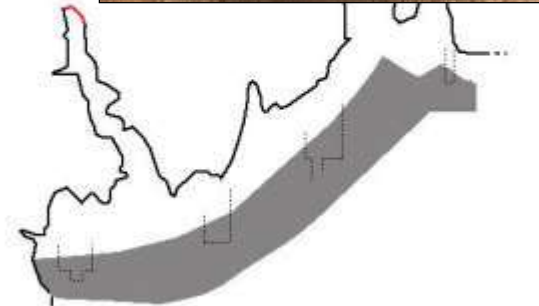
*Chartocythere gr. sarmatica*



995  
994  
993  
992  
991  
990  
989  
988



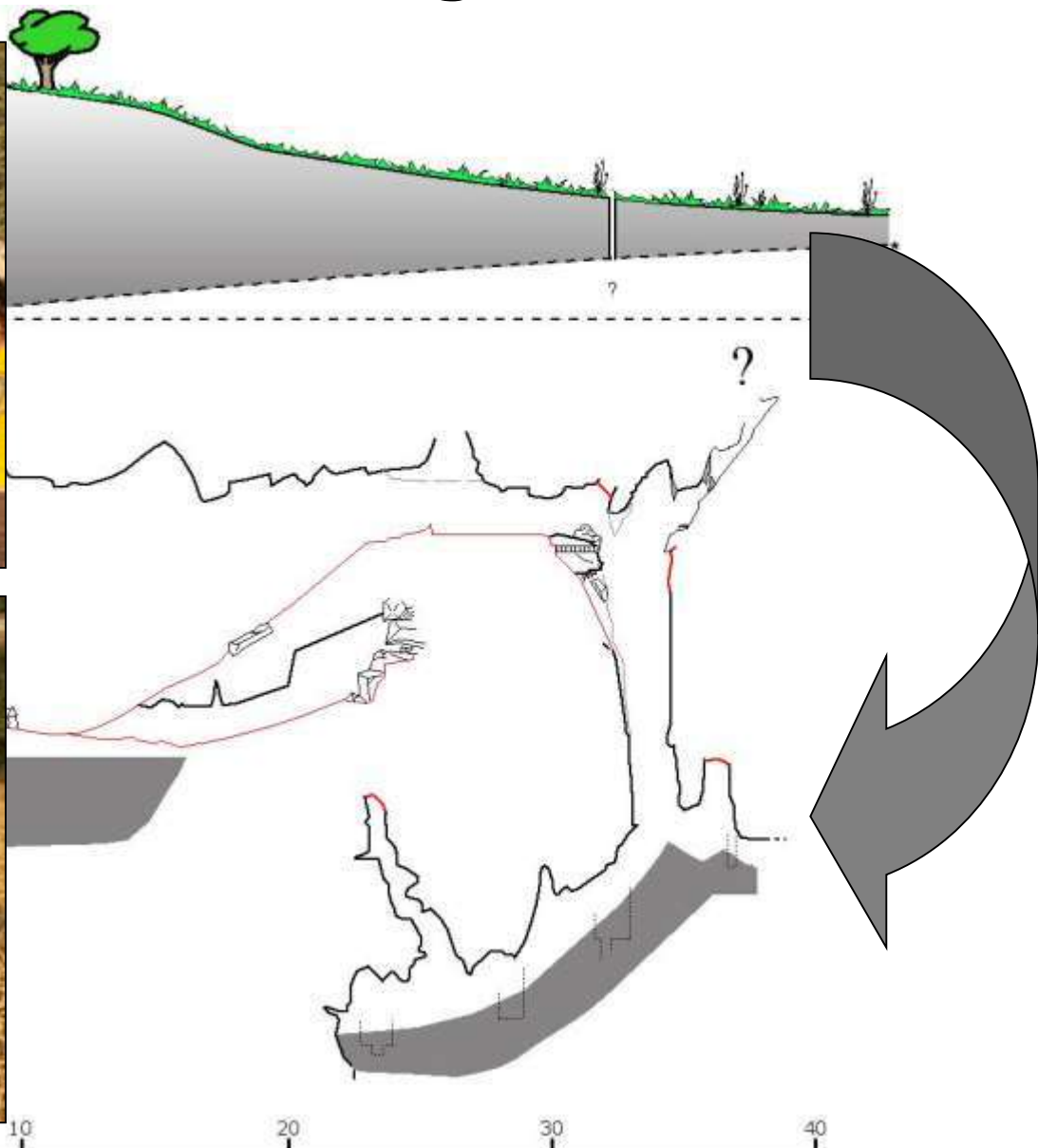
%Qz	%Calc	%Fls	%Fls		
			%Smc	%Ill	%Cao
3	70	27	54	40	6



978  
977  
Cota s.n.m. (m)

0m 10 20 30 40

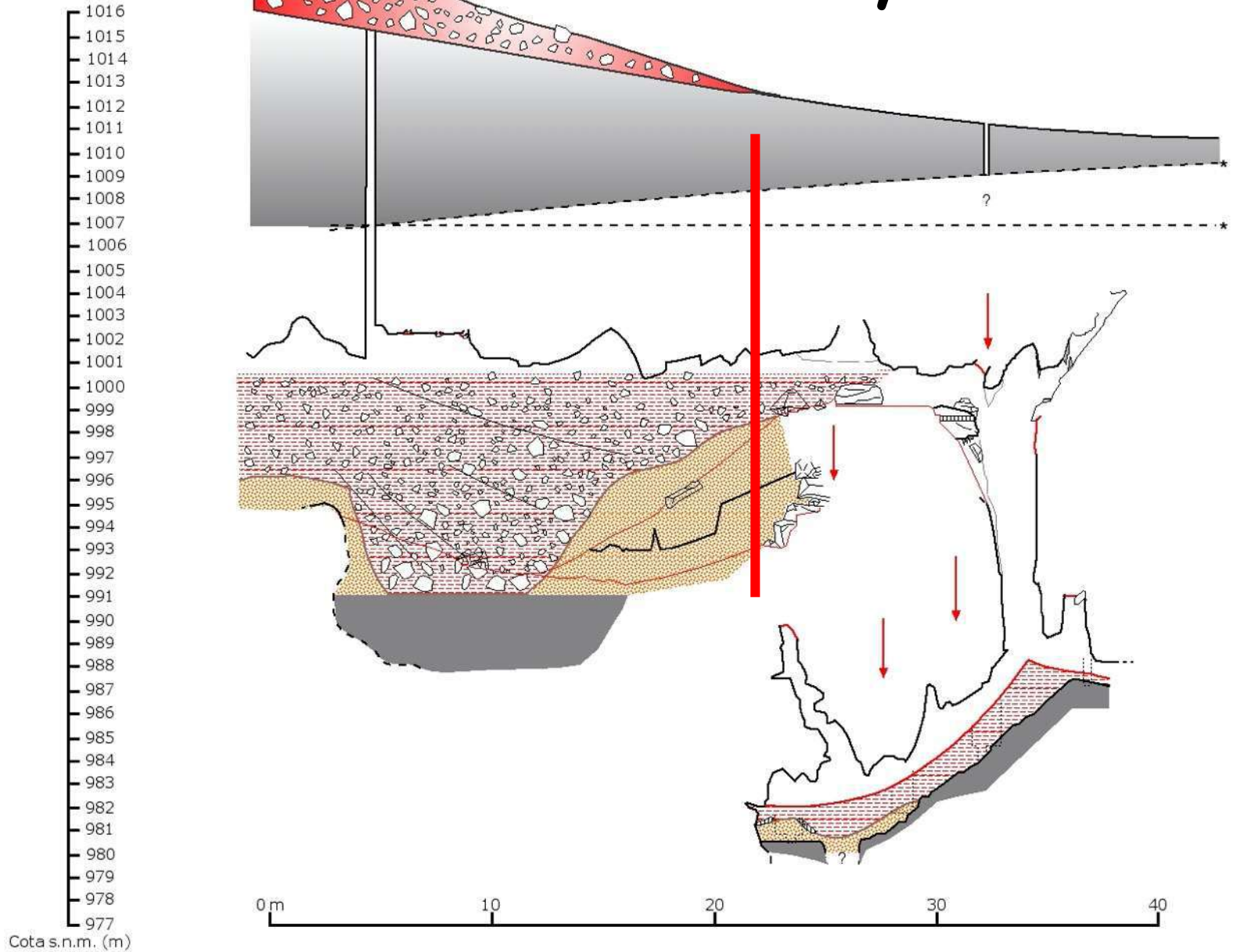
# Resedimentación de Margas Miocenas



977  
Cota s.n.m. (m)

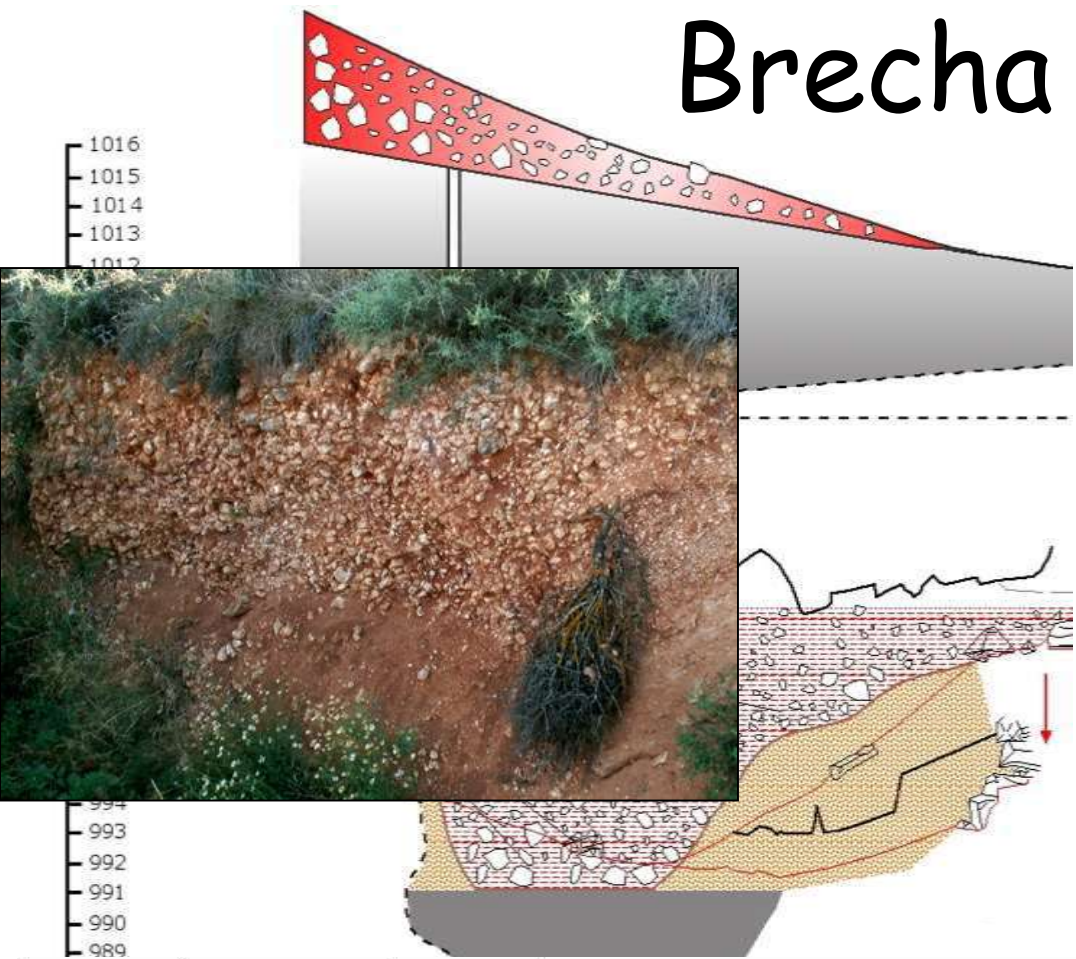
0 m 10 20 30 40

# Brecha y Arcilla Roja



Cota s.n.m. (m)

# Brecha y Arcilla Roja

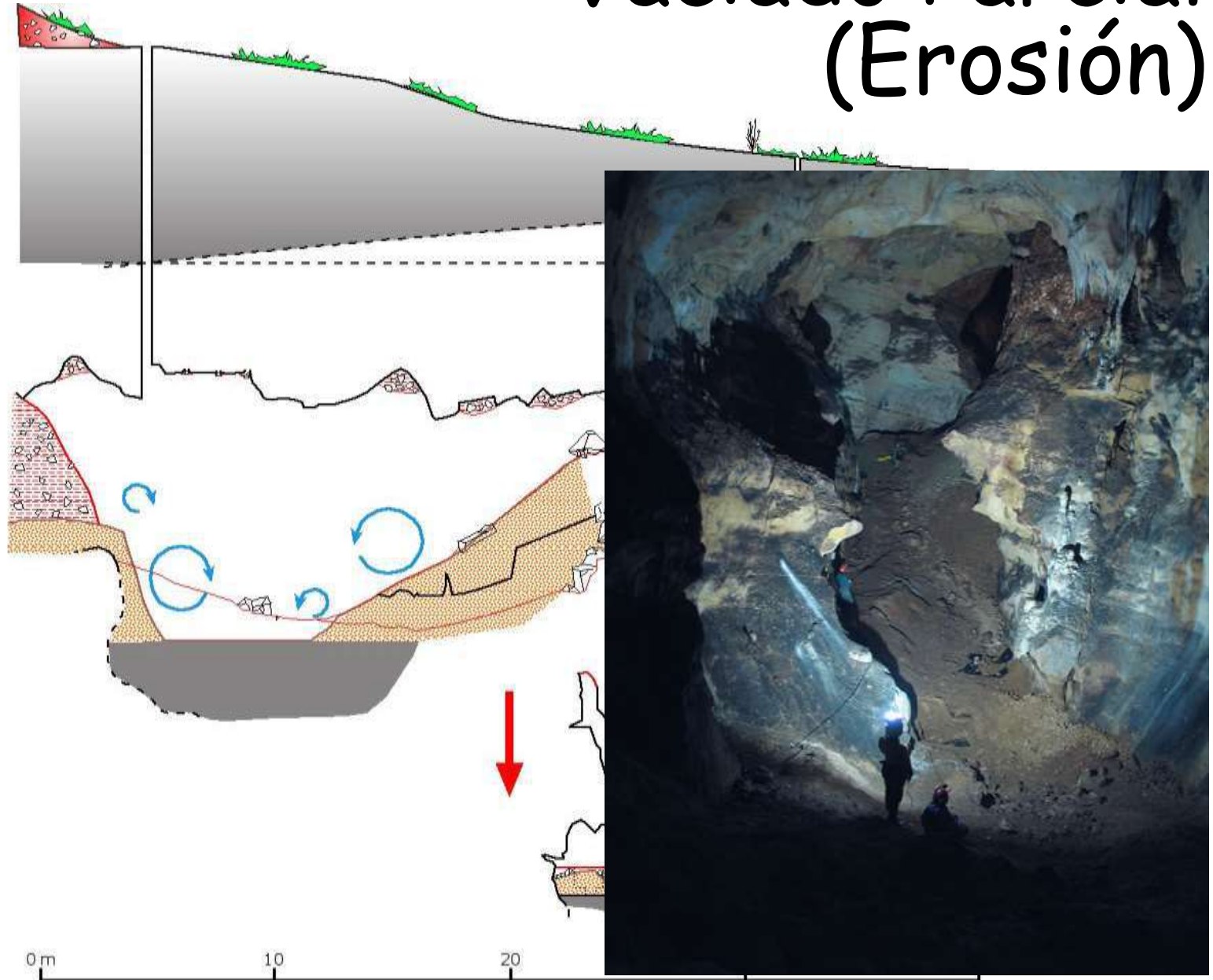


%Qz	%Calc	%Fd	%Fls	%Fls		
				%Smc	%Ill	%Cao
20-60	30-68	1	10-17	12-28	70-85	8-12

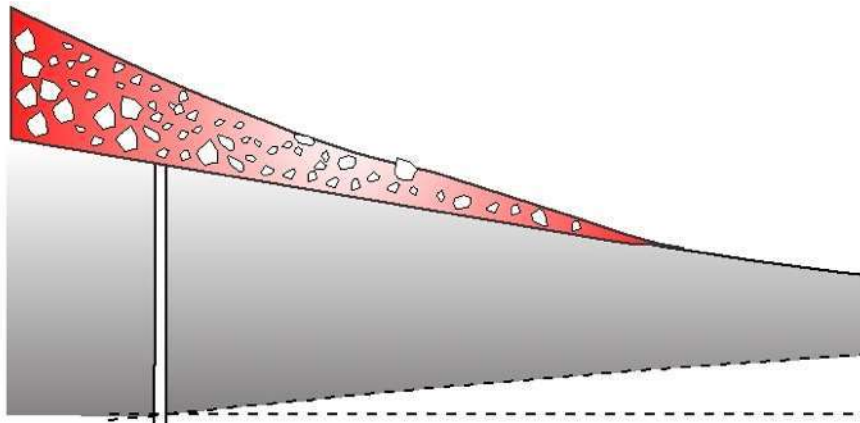
979  
978  
977  
Cota s.n.m. (m)

0m                      10                      20

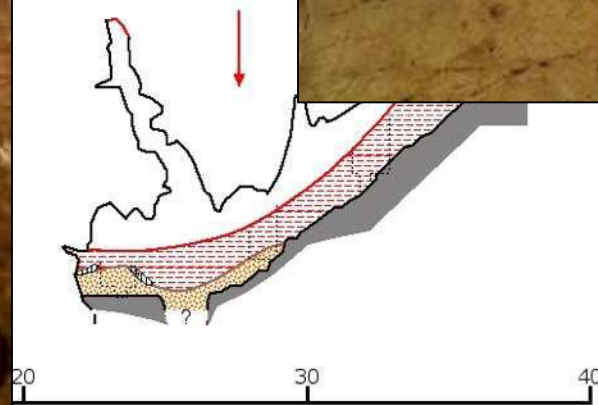
# Vaciado Parcial (Erosión)



# Arcilla Roja

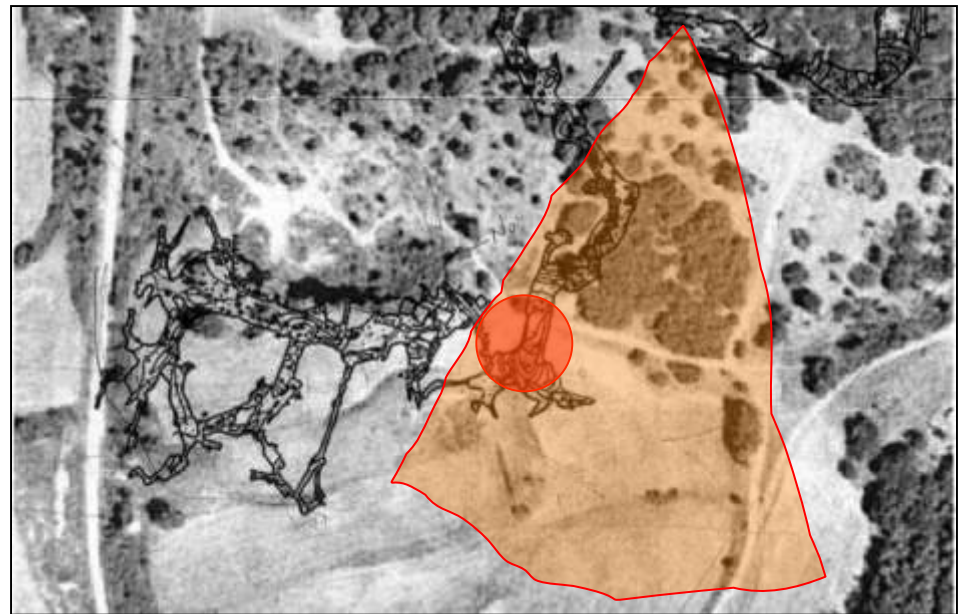
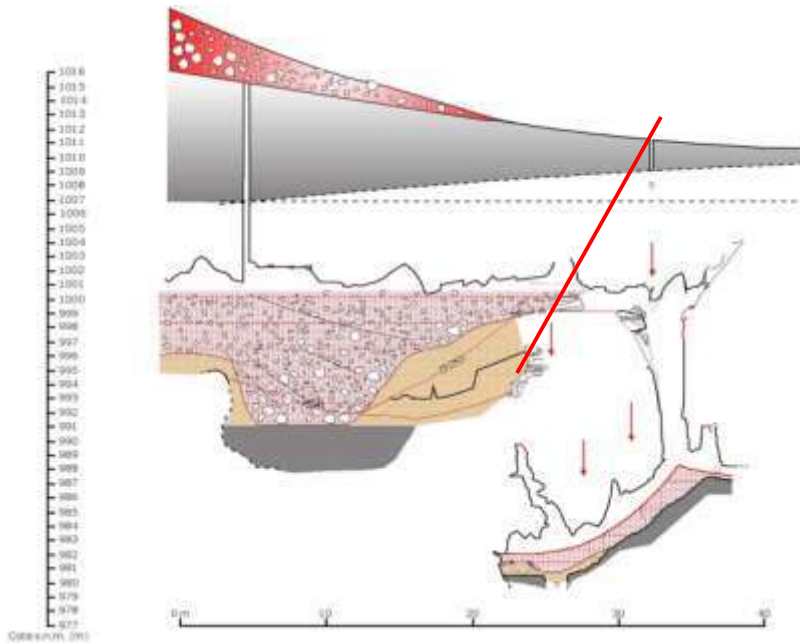


%Qz	%Calc	%Fd	%Fls		
			%Smc	%Ill	%Cao
63	-	4	33	65	13
			22		



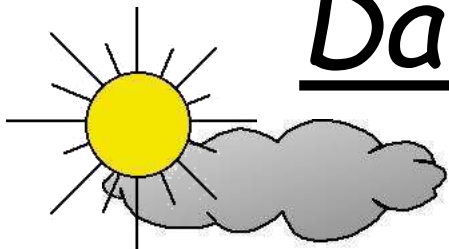
# Sedimentología

- Sedimentos **Coluviales** (Brechas y Arcillas Rojas):
  - Sedimentación **gravitacional** → poca agua
  - **Filtración** de la Arcilla Roja por fisuras



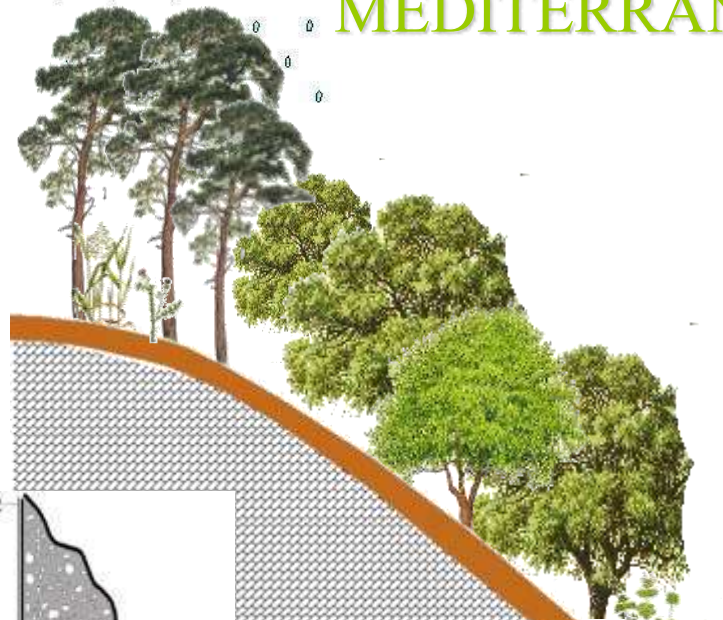
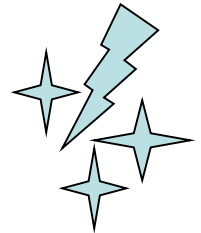


# Datos Geoambientales



Clima  
**MEDITERRÁNEO**

Clima  
**ÁRIDO**



Depósitos  
Fluviales

**Relleno Arenoso-Limoso**  
• Suelo firme

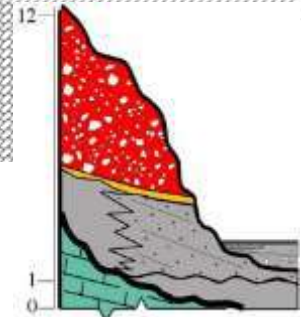
Depósitos  
Coluviales



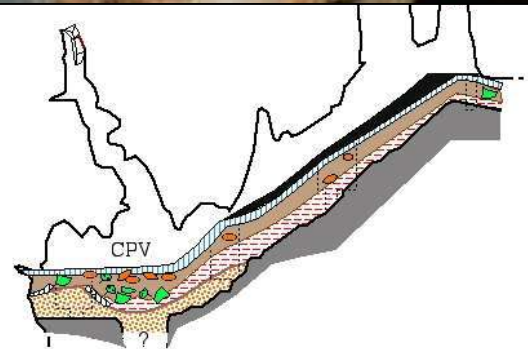
Erosión

**Brecha Roja**

- Erosión
- Filtración sedimento?



# Sedimentación Autóctona

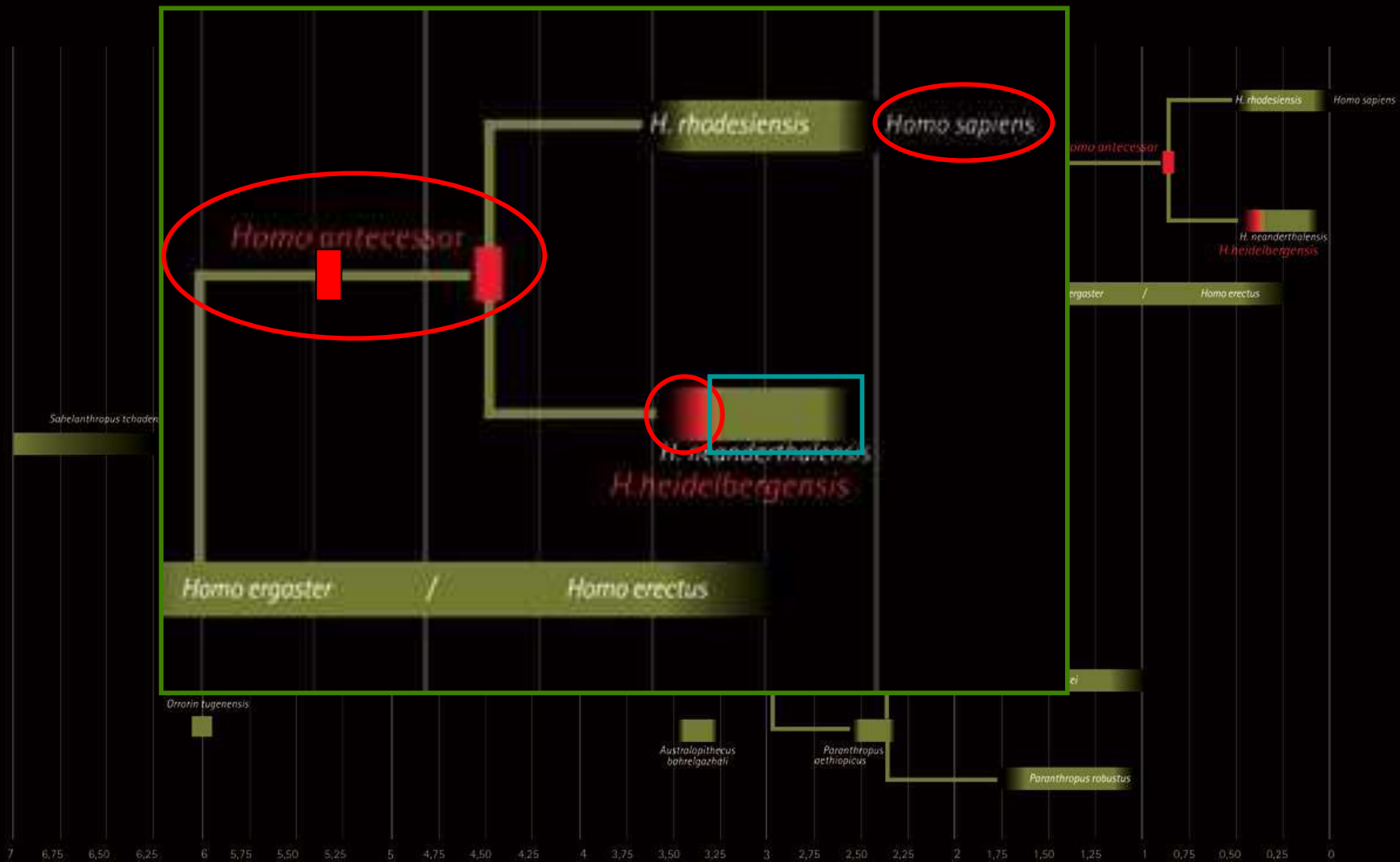


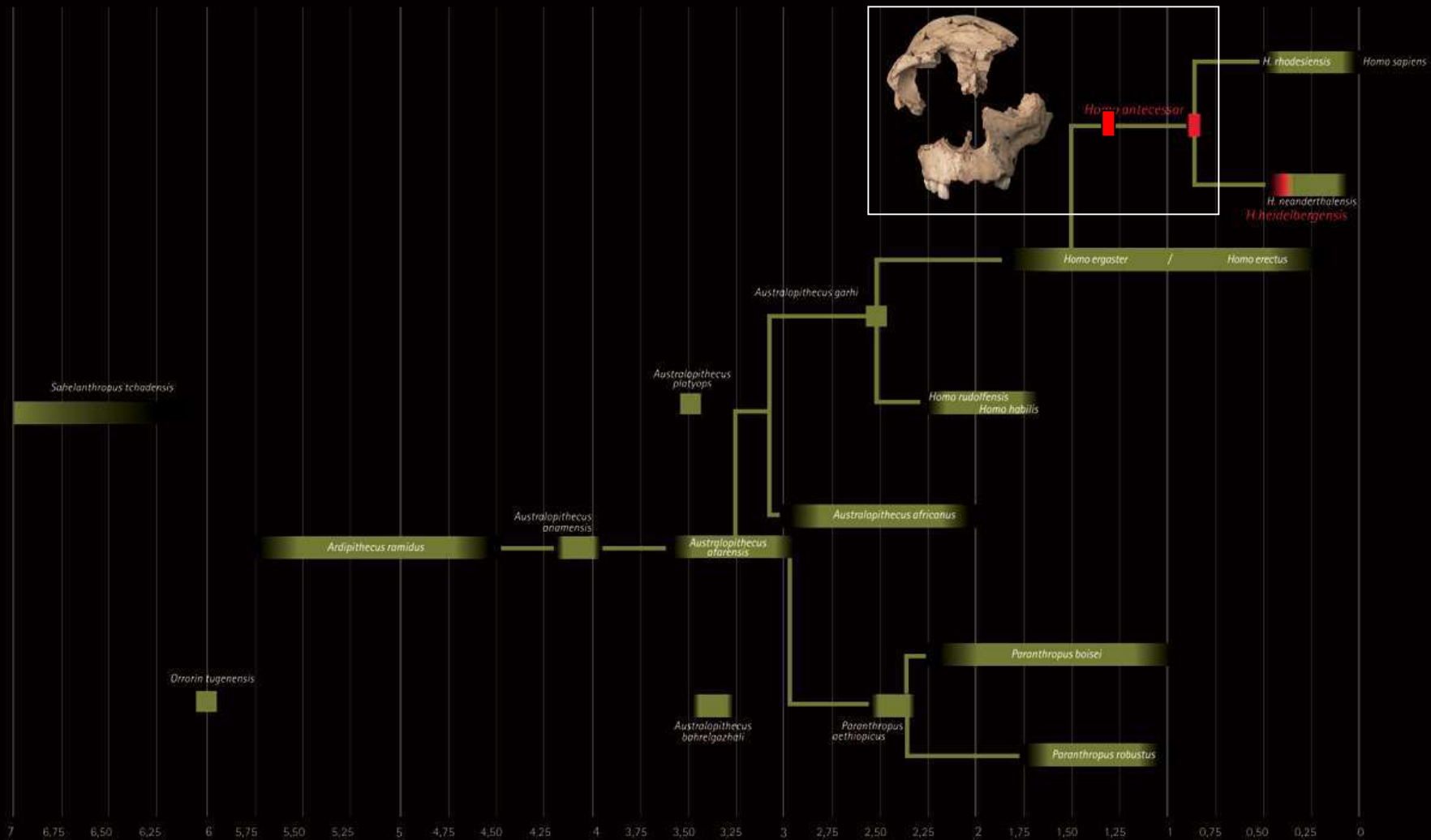
20 30 40

977

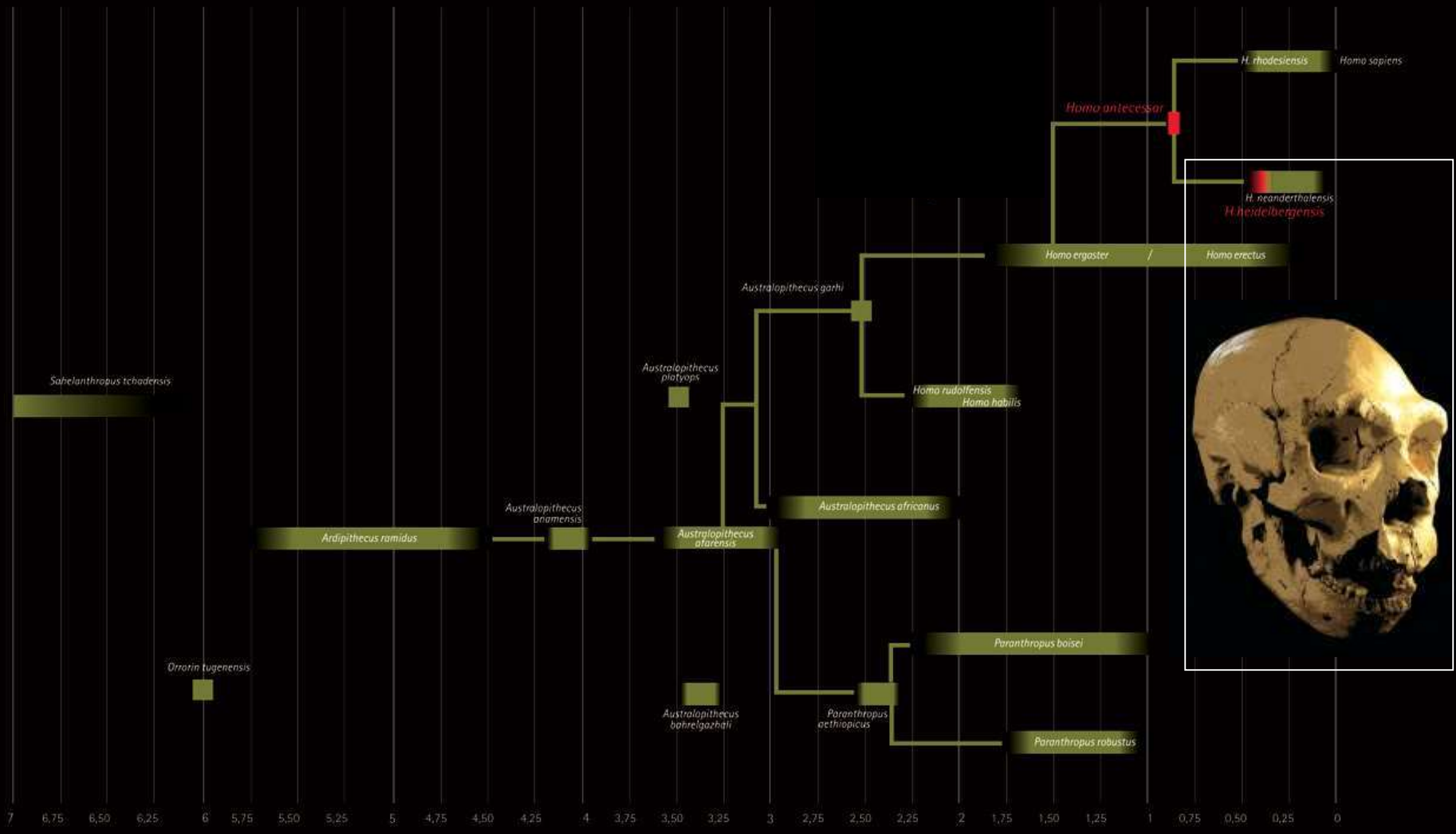
Cota s.n.m. (m)







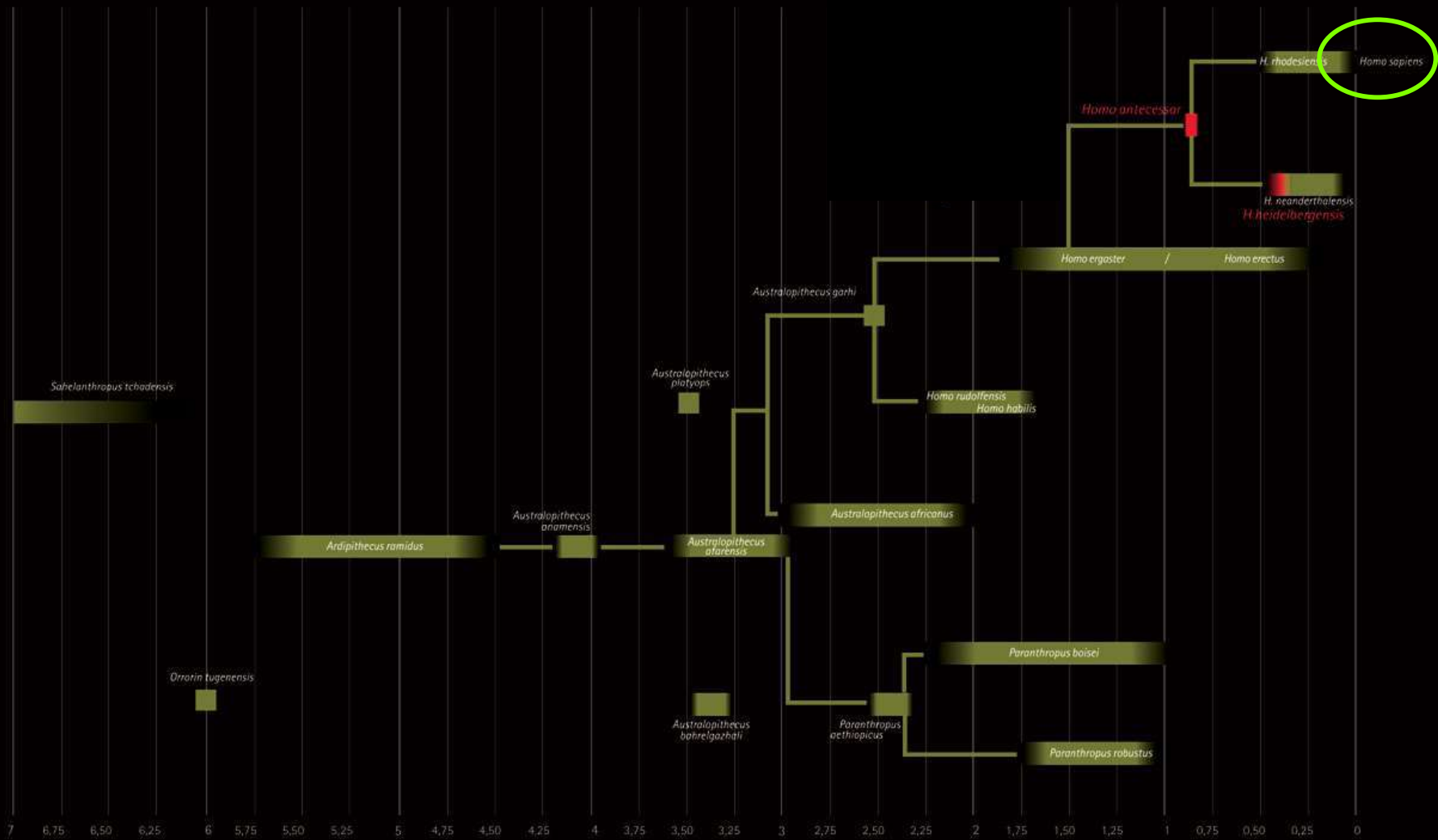












# Nuevos relieves



## DENUDACIÓN

### Erosión

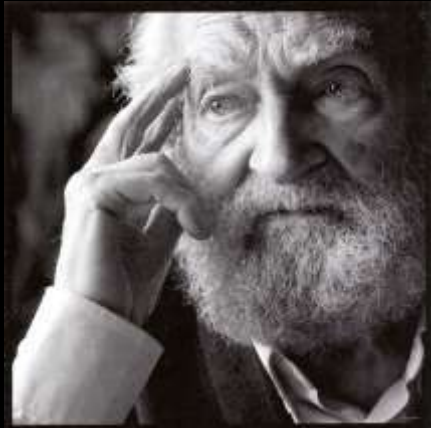
Sedimentación detrítica  
Relleno Cuenca del Duero  
(40-1,7 m.a.)

Encajamiento Red Fluvial

### Disolución

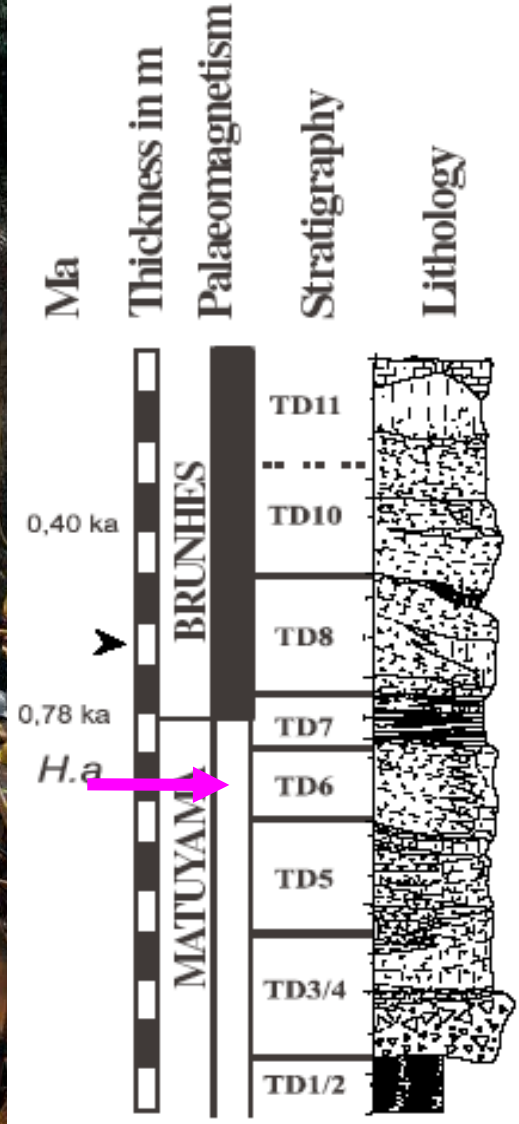
Sedimentación (bio)química  
(40m.a.-act.)

# Retrato





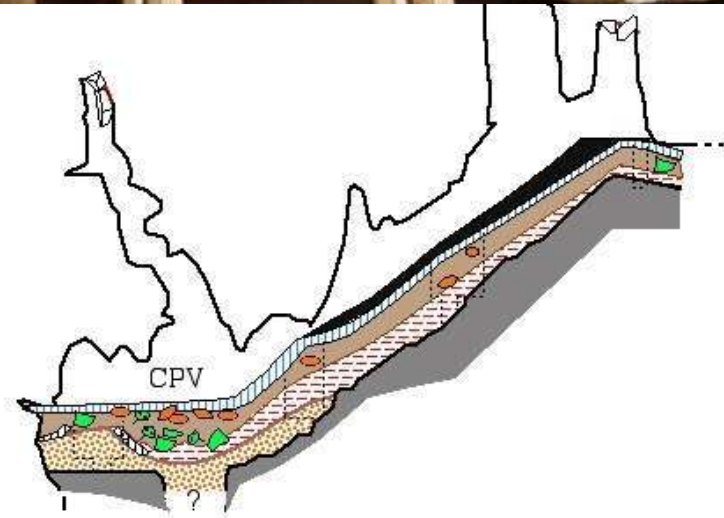








# Sima de los Huesos



20

30

40



com

# geológicos Kársticos

