

INTRODUCCIÓN A LA TAFONOMÍA

1.- DEFINICIONES Y GENERALIDADES

Beatriz Aguirre-Urreta

ANÁLISIS DE BIOFACIES

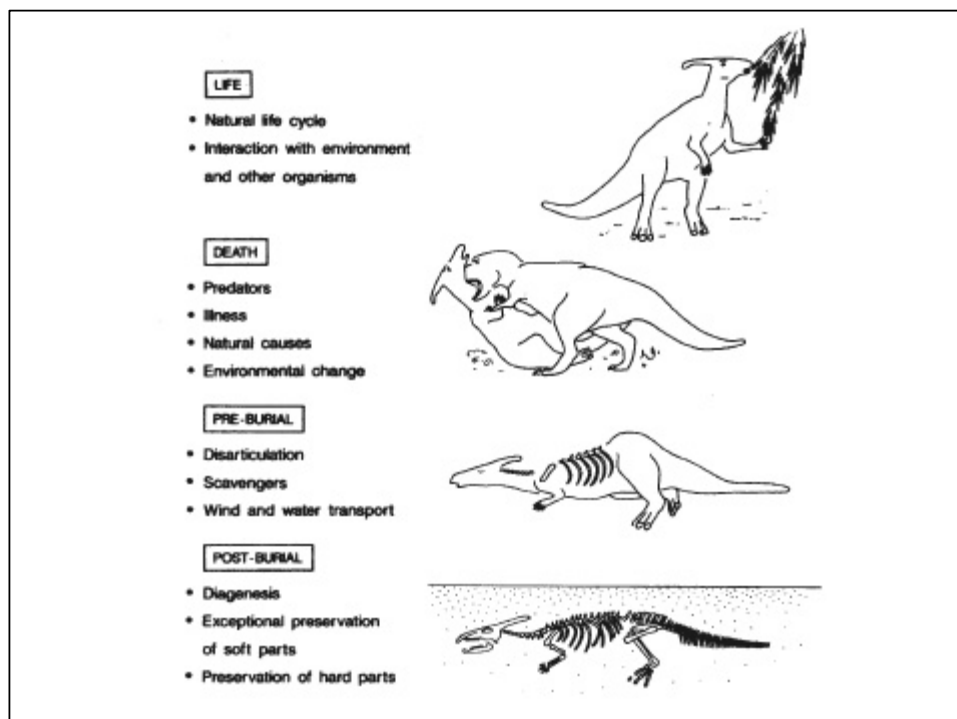
2004

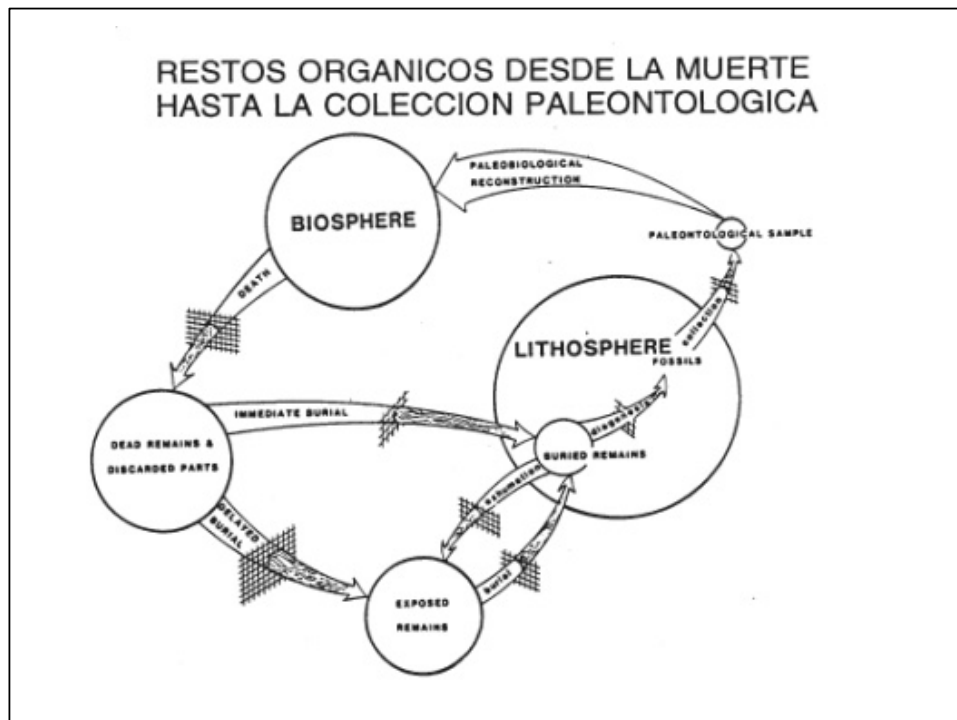
TAFONOMÍA

La tafonomía es la subdisciplina de la paleontología que estudia la historia *post-mortem* de los restos orgánicos y la formación de fósiles en el registro geológico

TAFONOMÍA

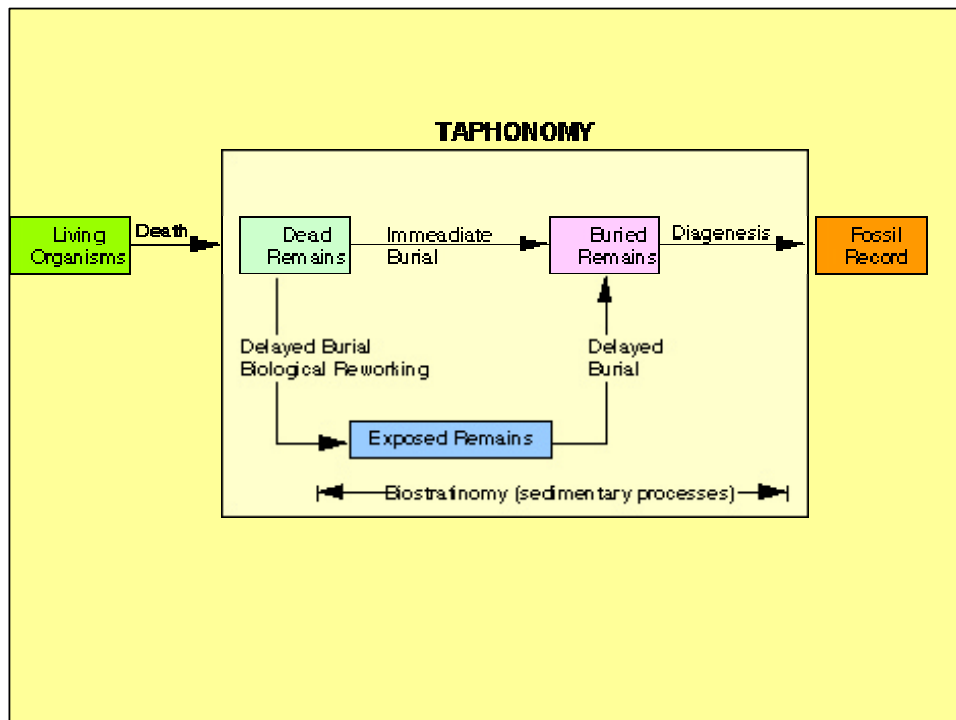
La tafonomía (del griego *taphos*, muerte) estudia los procesos de fosilización. El término fue creado por el científico ruso Efremov en 1940 para referirse a ***“los principios que gobiernan la transición de los restos orgánicos desde la biósfera a la litósfera”***.





La investigación tafonómica puede resumirse en:

- ❖ La manera y la causa de la muerte de los organismos
- ❖ Los procesos de decaimiento y descomposición
- ❖ El transporte de los potenciales fósiles
- ❖ El enterramiento de los restos
- ❖ La diagénesis de los restos

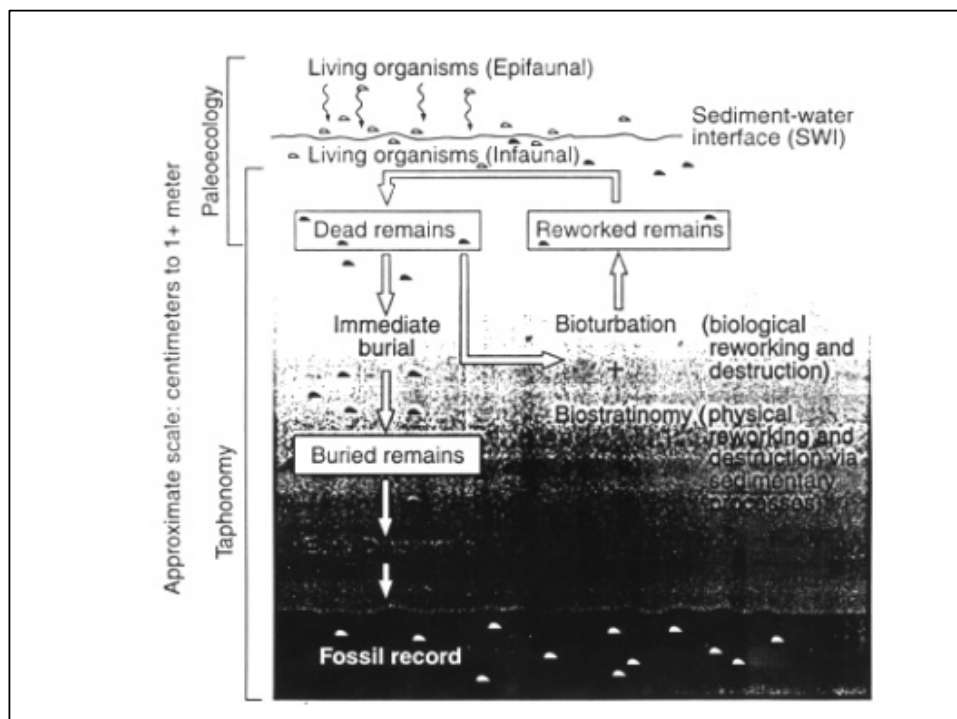
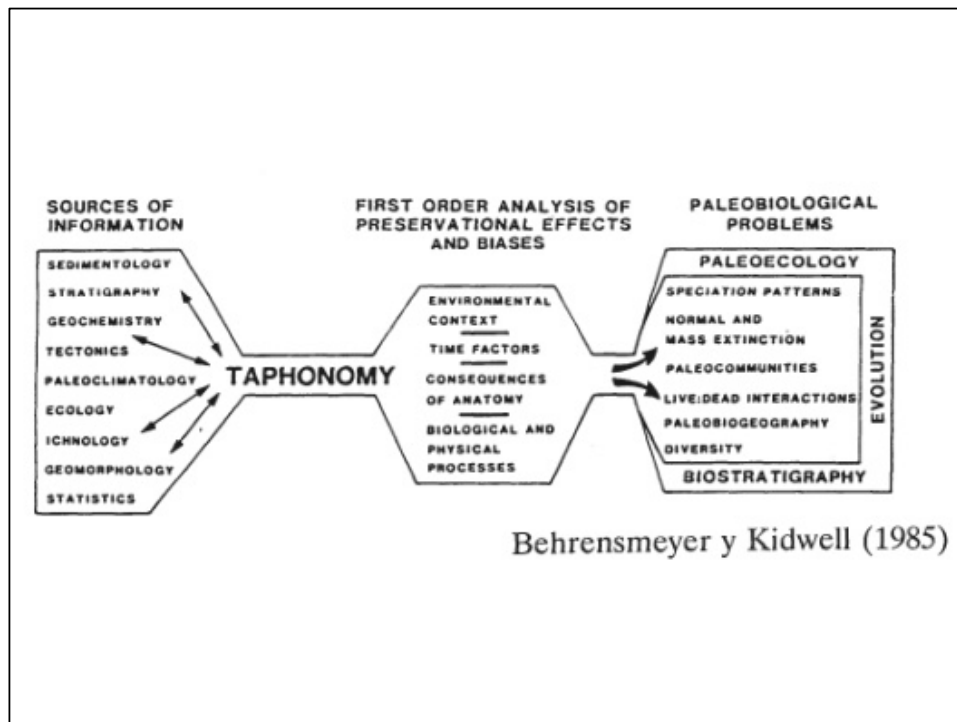


DIVISIONES DE LA TAFONOMÍA

Necrólisis: muerte y descomposición

Biostratinomía: procesos que afectan a los restos hasta su enterramiento final

Diagénesis: la transformación de los restos por procesos físicos y químicos dentro del sedimento

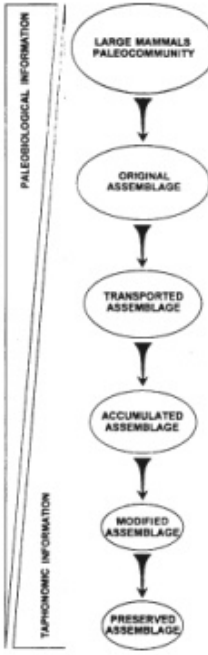


Selection of prey by hypercarnivores

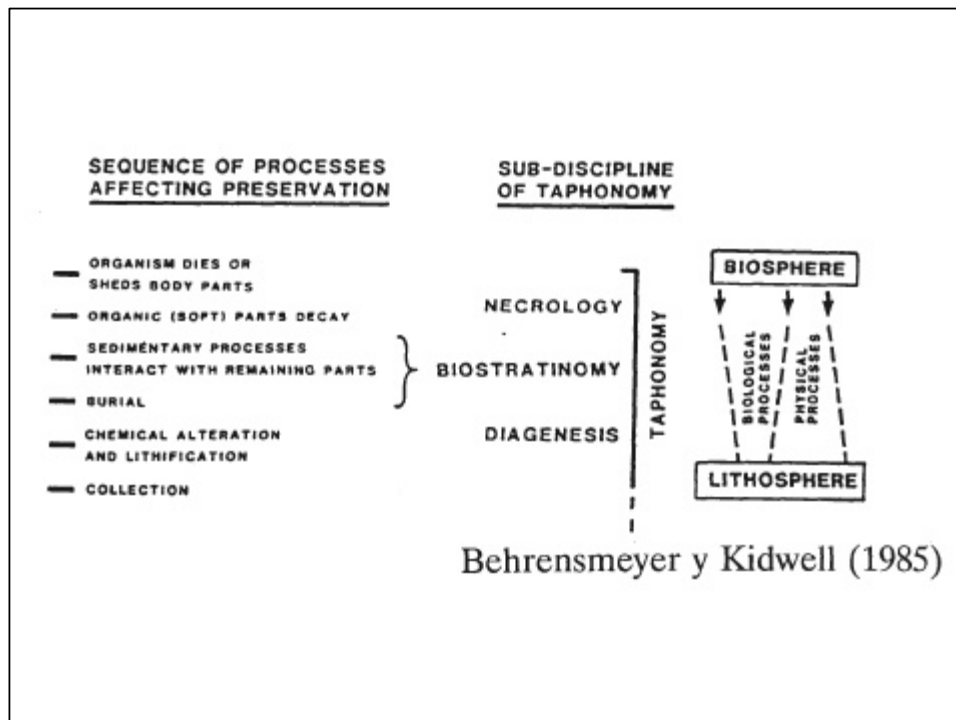
Scavenging of ungulate carcasses by hyenas

Selective transport of carcasses and skeletal parts

Consumption of bones in the maternity den



Bioturbation - death	Initial burial	Initial exhumation	Final burial	Final exhumation - discovery	Present day
Fossilization					LYELL, 1833
Fossilization					ORBIGNY, 1843
Fossilization					DEECKE, 1923
Fossilization					WIDELT, 1927
Biostratigraphy		Fossilization			
Accumulation (concentration)	Swirl	Fossilization			
(transport and sedimentation)		Fossilization and diagenesis			EFREMOV, 1943
Taphonomy					
Necrolysis	Fossil diagenesis	Biostratigraphy	"Fossil diagenesis"		
Biostratigraphy	Fossil diagenesis		Fossil diagenesis		MILLER, 1951, 1963, 1979
Fossilization (Taphonomy)					
Biostratigraphy		"Fossil diagenesis"			LAWRENCE, 1968, 1971, 1979
Taphonomy					
Biostratigraphy		Diagenesis		Weathering	ROUSE & BRETT, 1969
Taphonomy					
Biostratigraphy	Pre-fossilization	Fossilization or "Fossil diagenesis"			
Taphonomy					SELACHER, 1973
Sedimentation I	Diagenesis I	Sedimentation II	Diagenesis II		
Taphonomy					SELACHER, 1964
Biostratigraphy		Fossil diagenesis			
Taphonomy					TERLANDER, LOPEZ 84, 1988, 1989, 2012
Necrology		Biostratigraphy	Diagenesis		BEHRNDTMEYER & KIDWELL, 1985
Taphonomy					
Pathological factors (pre-burial)		Taphic factors (burial)	Analytic factors (weathering - erosion)	Suilegic and taphic factors	HESS & WAPPHUS- 1985
Taphonomy					
Necrolysis	Fossil diagenesis	Biostratigraphy I	Fossil diagenesis		
Biostratigraphy	Taphonomy				WILSON, 1980
Taphonomy					
Necrolysis	Pre-fossilization	Biostratigraphy	Fossilization	Weathering	
Biostratigraphy	Fossil Diagenesis	Fossil Diagenesis			SELACHER, 1992
Taphonomy					
Fossilization					
Taphonomy		Diagenesis			DAUPHIN ET AL., 1994, 1999

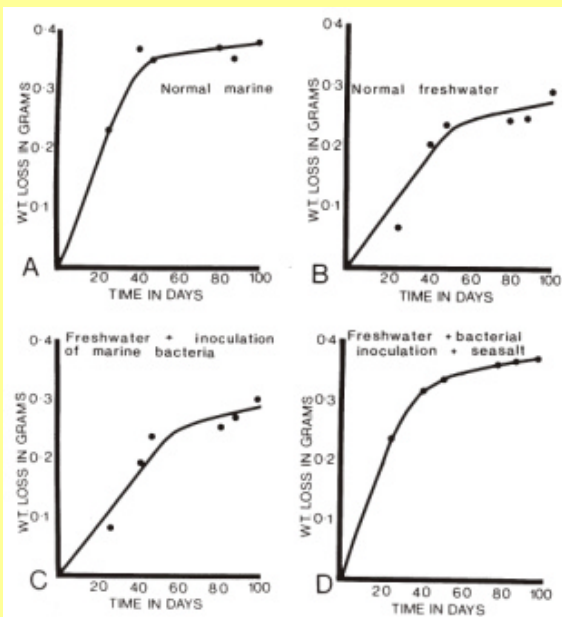
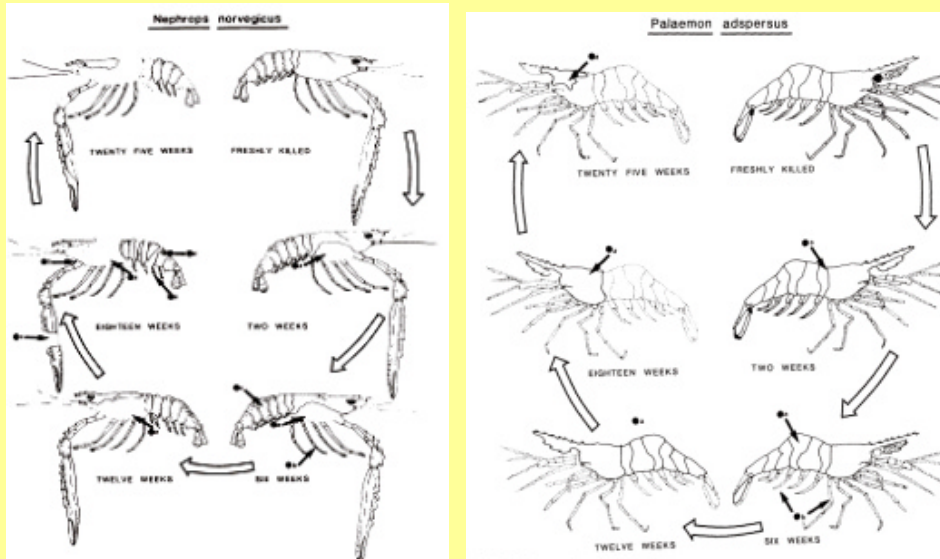


Necrólisis: muerte y descomposición

DESCOMPOSICIÓN: El oxígeno, las bacterias y los hongos atacan a la materia en descomposición y debido a ello la mayoría de los fósiles sólo corresponde a partes duras.

El decaimiento puede retardarse o detenerse en ambientes anóxicos o por congelamiento.

Daño producido en diferentes tipos de esqueleto a lo largo del tiempo en condiciones experimentales controladas



Decaimiento de la quitina en distintos ambientes

- a) marino
- b) agua dulce
- c) agua dulce + fango con inoculación de bacterias marinas
- d) Como en c pero con agregado de agua de mar

***Biostratinomía:* procesos que afectan a los restos hasta su enterramiento final.**

Las partes duras, antes de ser enterradas, pueden destruirse por procesos mecánicos, químicos o biológicos.

1. Mecánicos: corrientes de agua, abrasión por viento.
2. Químicos: las partes mineralizadas pueden disolverse dependiendo del pH del agua
3. Biológicos: la bioerosión puede destruir o debilitar las partes duras

Aún hablando de preservación de partes duras, hay muchos factores que determinan si un esqueleto se va a preservar con su estructura original completa o si sólo algunas partes individuales del esqueleto van a llegar al sedimento.

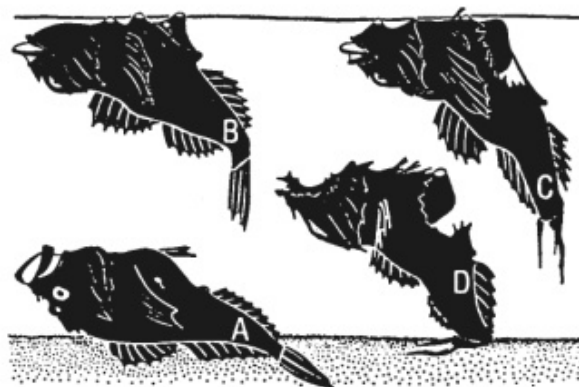
Algunos de estos factores son:

1. Anatomía
2. Condiciones oceanográficas químicas
3. Circunstancias geológicas

Experimentos con faunas modernas pueden elucidar estas relaciones y ayudar a responder muchas de las preguntas que se pueden hacer acerca de la *fosilización*

- ¿ En que período de tiempo se desintegran las carcadas de especies diferentes?
- Varía este período significativamente entre especies diferentes?
- De que dependen estas posibles diferencias?
- Que influencia tienen las propiedades del agua en los procesos que están actuando en las carcadas?
- Cuales son las partes duras más resistentes?

PRIMEROS PASOS EN EL PROCESO DE FOSILIZACION



T: 18°C

Escorpión de mar: Los procesos que actúan desde A a D tardan cuatro días



A lo largo del experimento la presión parcial de O_2 disminuye constantemente y aumenta la concentración de H_2S .

Si se agrega oxígeno artificialmente, los eventos son los mismos pero se producen más rápidamente.

Escorpión de mar: partes esqueléticas luego de 3 meses en aguas agitadas



La carcasa se hunde al fondo, y el cuerpo permanece allí hasta que queda completamente libre de materia orgánica (a los 3 meses).

Queda casi en posición natural excepto ligeras modificaciones por pequeñas corrientes de fondo

Platija: esqueleto apenas disturbado luego de tres meses T: 18°C



La carcasa se hunde y ya al tercer día vuelve a flotar hasta la superficie. Al quinto día vuelve a caer al fondo y se desintegra rápidamente.

Luego de 20 días de permanecer en el fondo, sólo algunos restos del esqueleto quedan preservados.

T: 18°C

Galeorhinus galeus: restos luego de 20 días

Estos ejemplos demuestran claramente que las carcadas de distintas especies no sufren el mismo decaimiento a pesar de estar en las mismas condiciones ambientales externas.

Hay básicamente dos grupos: aquellos en los que los restos reflotan y aquellos en los que los restos quedan siempre en el fondo.

Sin embargo, estas sencillas reglas son sólo válidas para determinadas temperaturas y salinidades.....

- A menores temperaturas los restos pueden no flotar.
- A mayor salinidad el decaimiento se retarda (adaptación de las bacterias degradadoras).
- Lo mismo sucede con menor contenido de oxígeno.

Las carcasas que flotan nunca llegan intactas al fondo del mar,

Cuando reflotan no necesariamente llegan de vuelta a la superficie, si es así, la agitación del agua en esa zona suele destruirla completamente.

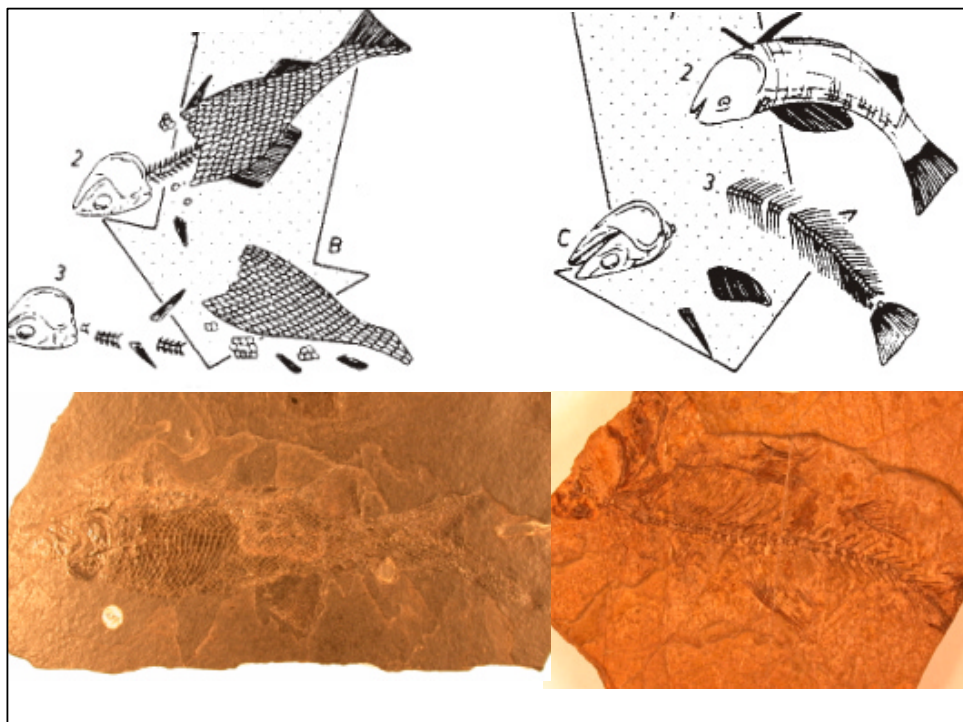
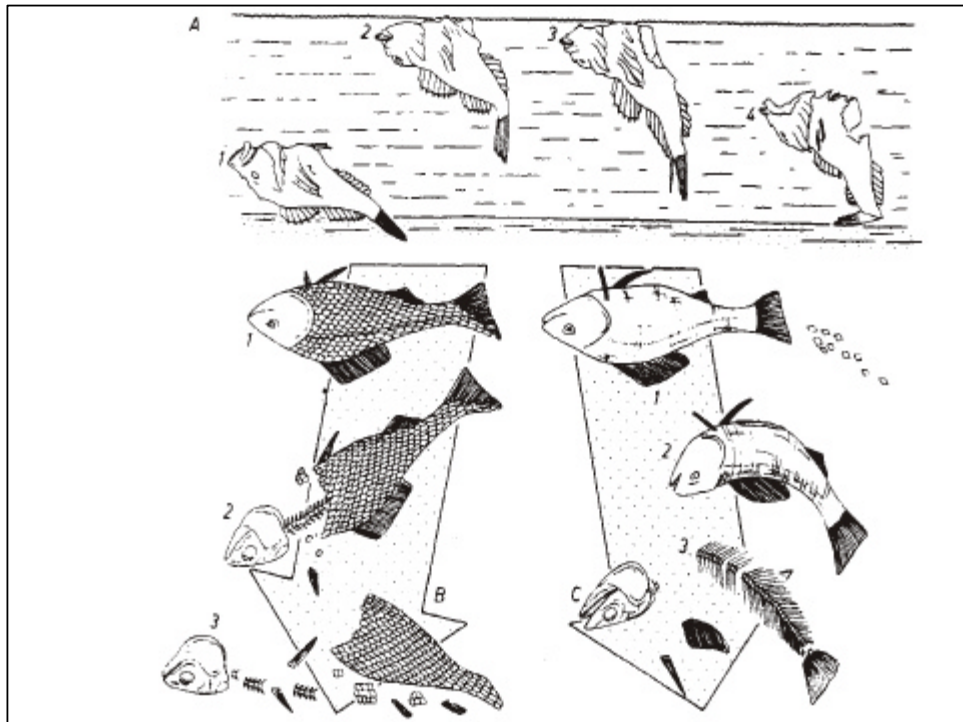
Si el fondo del mar donde cae la carcasa está por debajo de la zona del tren de olas, puede ser que ésta suba y vuelva a caer, ya fragmentaria por lo que el estado fragmentario de un fósil no indica necesariamente la presencia de corrientes de fondo en el lugar de la depositación.

Esto permite entender porque pueden encontrarse en la misma capa ejemplares completos junto a otros muy destruidos (carcasas que no flotan vs. carcasas reflotadas).

Lamentablemente no hay reglas que indiquen que tipo de pez puede flotar o no a determinadas temperaturas o salinidades →→ → hay que experimentar, más aún la misma especie puede tener distinto comportamiento si tiene o no lleno el estómago/intestino.

Finalmente, la preservación dependerá también del tiempo de exposición de los restos en el fondo del mar.

No sólo es importante la posibilidad de reflotar sino también la posible acción de corrientes de fondo, de carroñeros o de acción del oleaje.



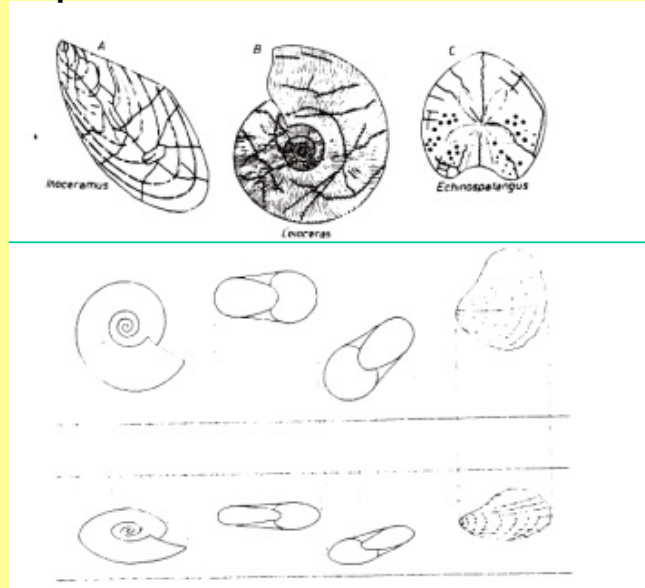
Diagénesis: la transformación de los restos por procesos físicos y químicos dentro del sedimento.

- Disolución diagenética (clástico vs. carbonático)
- Alteración diagenética
- Deformación/destrucción por compactación

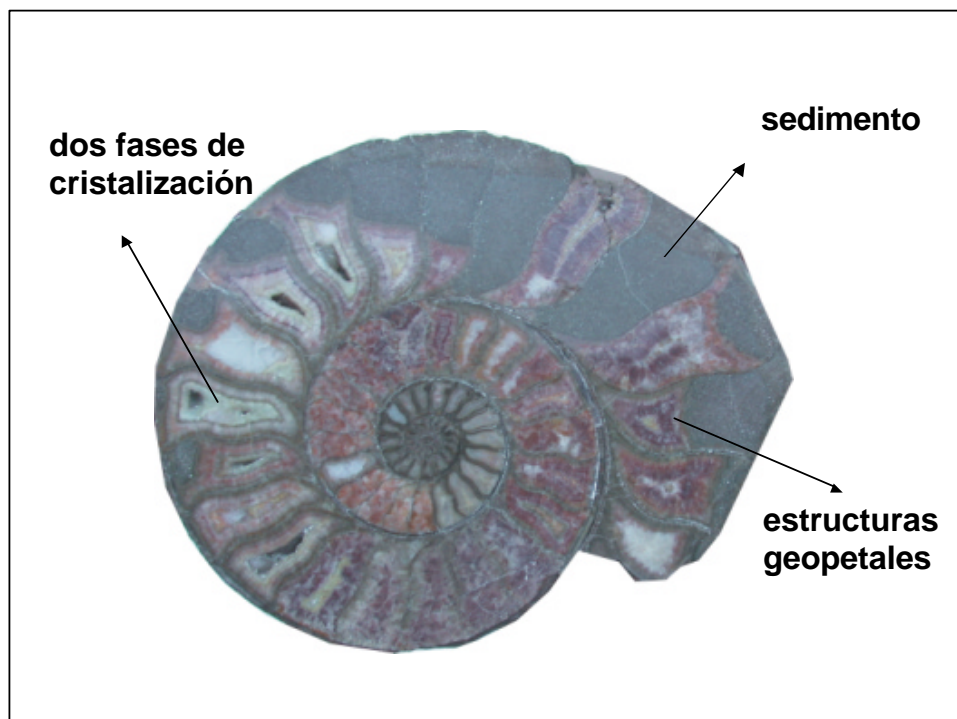
ZONAS DIAGENETICAS EN LAS CAPAS SUPERFICIALES DE FANGOS MARINOS

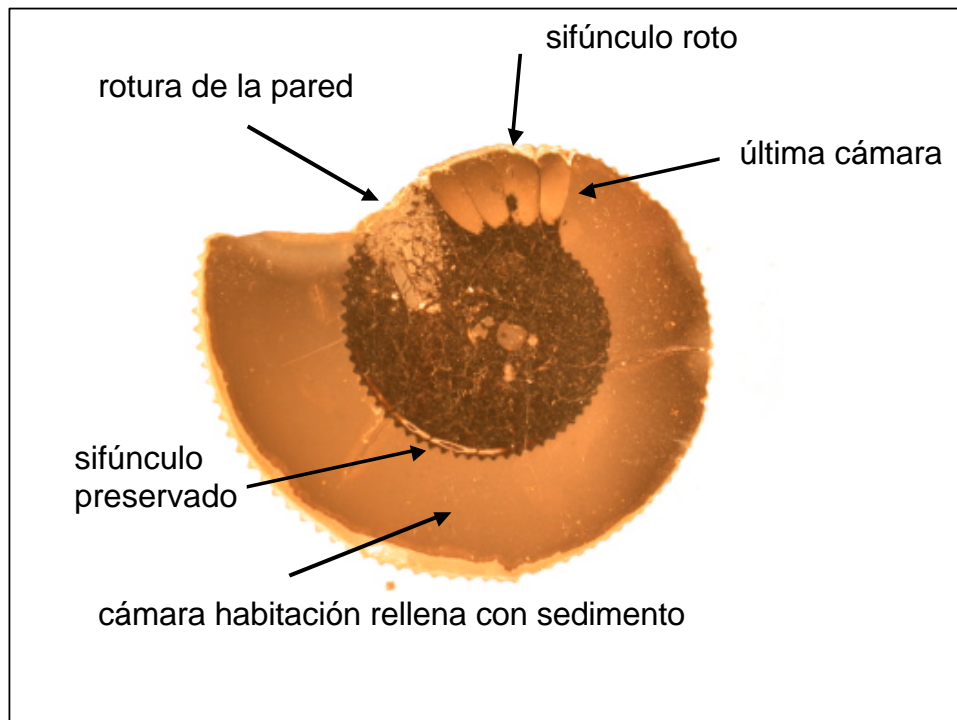
organic matter ↓ ↓ ↓		SEA FLOOR	Deposition of organic matter
		Oxic zone	Oxidation of organic tissue $(\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})$
		MANGANESE NITRATE IRON	REDUCTION ZONES
		Thin sub-oxic zones	
A	B	SULPHATE REDUCTION ZONE	
		<p>A. Sulphate reduced by organic matter, producing bicarbonate and sulphide. $(2\text{CH}_2\text{O} + \text{SO}_4 \rightarrow 2\text{HCO}_3 + \text{H}_2\text{S})$ In alkaline conditions precipitation of calcium carbonate may occur. Sulphides react with iron to form iron sulphides. $3\text{H}_2\text{S} + 2\text{FeO} \cdot \text{OH} \rightarrow 2\text{FeS} + 2\text{S}^0 + 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>B. Soluble sulphides dominant, acidic; favours dissolution</p>	
		ANAEEROBIC METHANE OXIDATION	
		Methane oxidised by residual sulphate $(\text{CH}_4 + \text{SO}_4 \rightarrow \text{HCO}_3 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O})$	
		FERMENTATION ZONE (METHANE REDUCTION ZONE)	
		Organic matter releases methane by fermentation. $(2\text{CH}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O})$ precipitation of carbonate or siderite if iron is present	

**Fractura de los fósiles por estres mecánico
o presión sedimentaria**

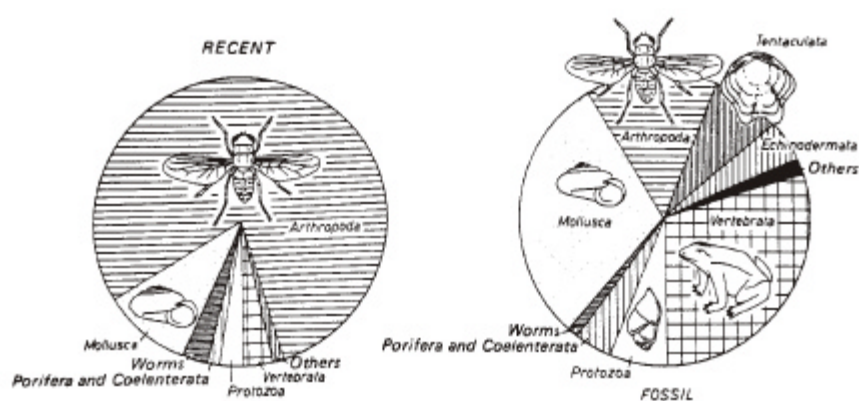


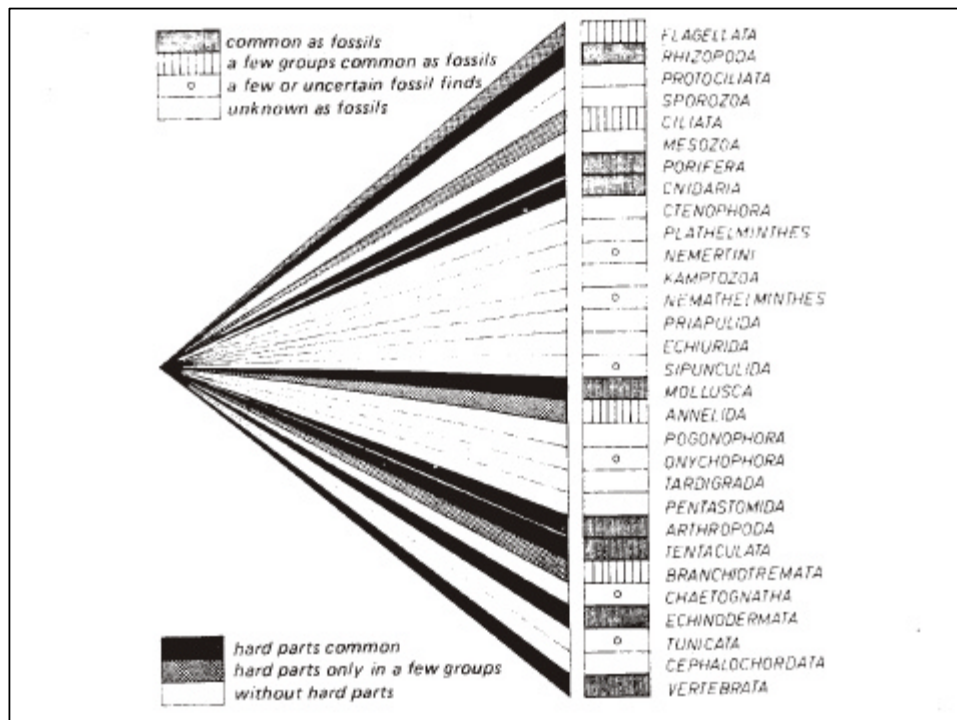
Deformación de los fósiles por compactación





Abundancia relativa y preservación diferencial





SUBSTANCIAS COMUNES EN AMBIENTES SEDIMENTARIOS

Substance	Formula	Produced	Susceptibilities
aragonite	CaCO_3	organically (mollusks, scleractinian corals, algae, some bryozoan, etc., etc.) and inorganically in a large number of environments	acid
calcite	CaCO_3	organically (mollusks, brachiopods, echinoderms, tabulate and rugosan corals, etc., etc.) and inorganically in a large number of environments	acid
dolomite	$(\text{CaMg})(\text{CO}_3)_2$	inorganically, rarely primary - usually produced during diagenesis	acid
apatite	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F})$	organically (chordates, conodonts, brachiopods) and inorganically	acid
opaline silica	$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	organically (some sponges, diatoms, radiolarians, silicoflagellates, etc.) and inorganically	basic conditions
pyrite	FeS_2	inorganically, reducing environments with available sulfur and iron	oxidizing conditions
iron oxides and hydroxides	$\text{FeO}(\text{OH}), \text{Fe}_2\text{O}_3$, other "rusts", etc.	inorganically, oxidizing environments with available oxygen and iron	reducing conditions
gypsum	CaSO_4	inorganically, evaporitic environments	can dissolve in water
chitin	polysaccharide carbohydrate	organically (arthropod cuticle)	oxidizing conditions, heat
collagen	protein polymer	organically (chordate bone and skin, periderm)	oxidizing conditions, heat
sporopollenin	oxidative polymer of carotenoid esters	organically (plant spores and pollen, acritarchs, dinoflagellate cysts)	oxidizing conditions, heat
cellulose	polysaccharide carbohydrate	organically (plant cell walls and wood)	oxidizing conditions, heat
lignin	polyaromatic	organically (wood)	oxidizing conditions, heat
melanin	polyaromatic	organically (dye in cephalopod ink)	oxidizing conditions, heat