

“Trabajo práctico: Ambiente Lacustre”



Mayo de 2019



Sistema Lacustre:

- Actualmente los Lagos cubren algo menos del 1% de la superficie terrestre
- La mayor parte corresponde a lagos de agua dulce
- Adquieren gran importancia por:
 - ✓ Conforman ecosistemas complejos y variados que en muchos casos condicionan la evolución de otros ecosistemas
 - ✓ Relevancia económica: Evaporitas, Hierro sedimentario, Carbón y rocas de aplicación
 - ✓ Roca madre generadora de hidrocarburos en cuencas lacustres.
 - ✓ Reservas de agua dulce
 - ✓ Abundante registro fósil para reconstrucciones paleoecológicas y bioestratigráficas



¿Que es un lago?

Hay ≠ criterios  Muchas definiciones

- Cuenca con agua profunda y no conectada con el mar (Forel, 1892).
- Cualquier cuerpo de agua continental que ocupa una depresión en la superficie terrestre, tiene un tamaño apreciable (mayor a una charca, pond) y demasiado profundo como para permitir que la vegetación (exceptuando la subacuática) cubra el espejo de agua completamente (Bates y Jackson, 1987).

¿Que es un lago?



© James and Dalrymple (2010) Facies Models 4. GAT

Incluye masas de agua con características muy dispares

Diversas clasificaciones según:

- Origen (volcánico, glacial, eólico, tectónico, fluvial, por impacto meteórico, disolución, etc.).
- Productividad (oligotrófico, eutrófico, distrófico).
- Salinidad (diluido, hipersalino).
- Comportamiento térmico de las aguas / estratificación (monomíctico, amícticos, polimíctico).
- Permanencia del cuerpo de agua (perenne, efímero).
- Tipo de sedimentación (clástica, carbonática, evaporítica).



Lago Baikal (Rusia)

El más profundo del mundo: 1741 m

636 km de largo x 50 km de ancho

Formado por una falla aun activa



Lago Titicaca (Bolivia-Perú)

El más alto sobre el nivel del mar: 3812 msnm

195 km de largo x 85 km de ancho (+grande Sudamérica)



Lago Nakuru (Kenia)

Somero, salado y alcalino: 3 m

Famoso por la gran cantidad de flamencos



Lago "Mar Muerto" (Israel, Palestina y Jordania)

El más bajo del mundo: 405 mbnm

El más salino del mundo: 32%

80km de largo x 18 km de ancho



¿CRITERIO PARA EL REGISTRO SEDIMENTARIO?

Sin dudas desde el punto de vista sedimentológico el criterio más útil surge de considerar el tipo de sedimento y el carácter permanente o no del cuerpo de agua.

Permanencia del cuerpo de agua

- **Perennes**
 - Línea de costa relativamente constante
 - Fluctuaciones de baja frecuencia
- **Efímeros**
 - Grandes fluctuaciones de la línea de costa
 - Variaciones de alta frecuencia
 - Mucho retrabajo del material costero

Tipo de sedimento

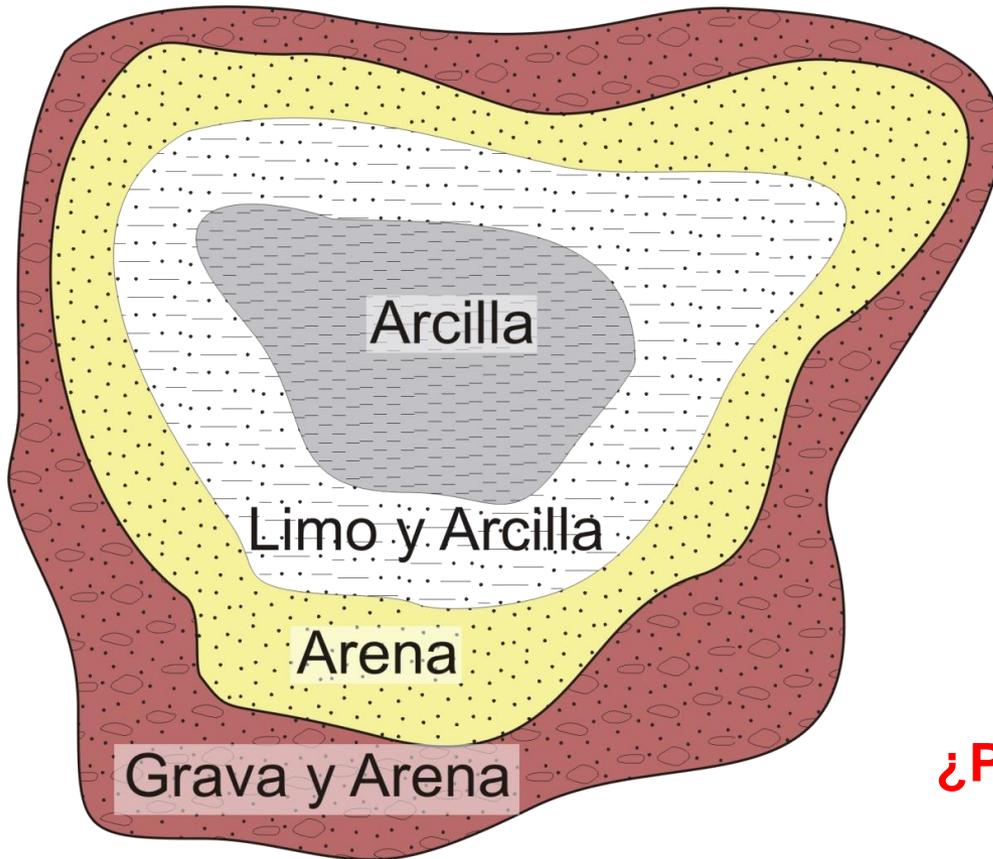
- **Clástico**
- **Evaporítico**
- **Carbonático**

| PERMANENCIA DEL CUERPO DE AGUA | TIPO DE SEDIMENTACIÓN | TIPO DE LAGO |
|---------------------------------------|---|-----------------------------|
| PERENNES | Dominados por sedimentación mixta | 1) Permanentes carbonáticos |
| | Dominados por sedimentación clástica | 2) Permanentes clásticos |
| EFÍMEROS | Con sedimentación clástica dominante | 4) Efímeros clásticos |
| | Con sedimentación evaporítica dominante | 5) Efímeros evaporíticos |

SISTEMA LACUSTRES: PERENNES

Dominados por sedimentación clástica:

El primero en presentar un modelo ideal de distribución de sedimentos detríticos para este tipo de ambientes fue Twenhofel (1932).

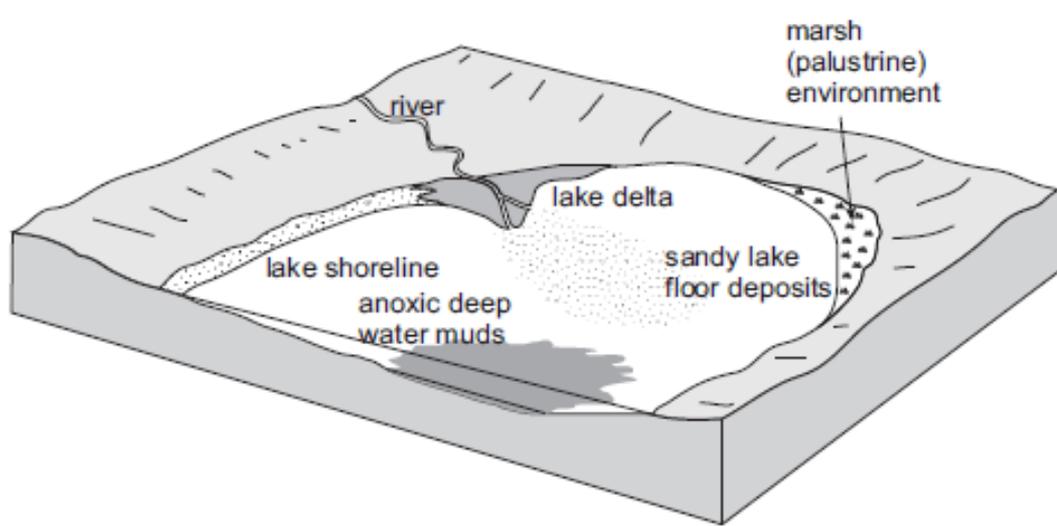


Diseño de fajas concéntricas de sedimentos más gruesos a más finos.

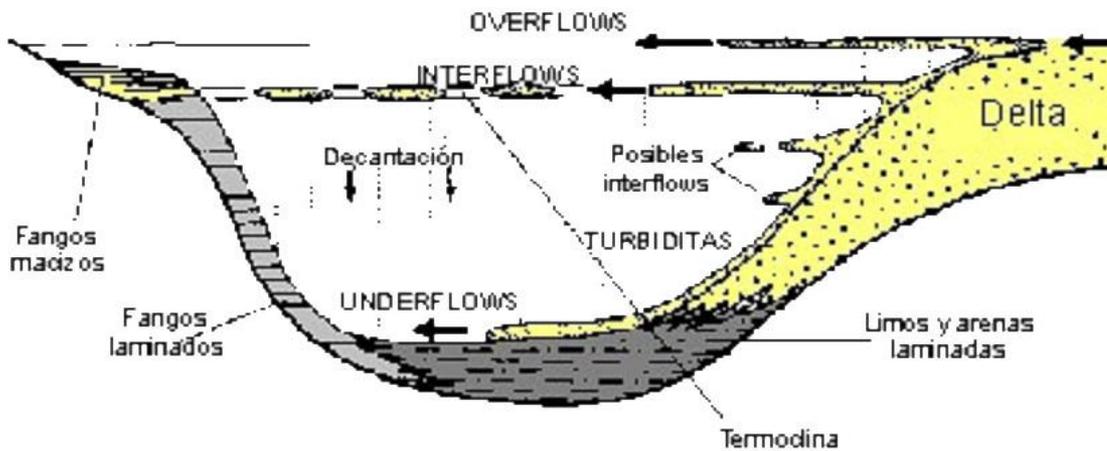
Condiciones de > energía en zonas costeras que en zonas profundas.

(Twenhofel, 1882)

¿Procesos que alteren el modelo?



Subambientes de la zona costera. Facies litorales. Pantanos, Marismas, desembocadura de ríos, etc.

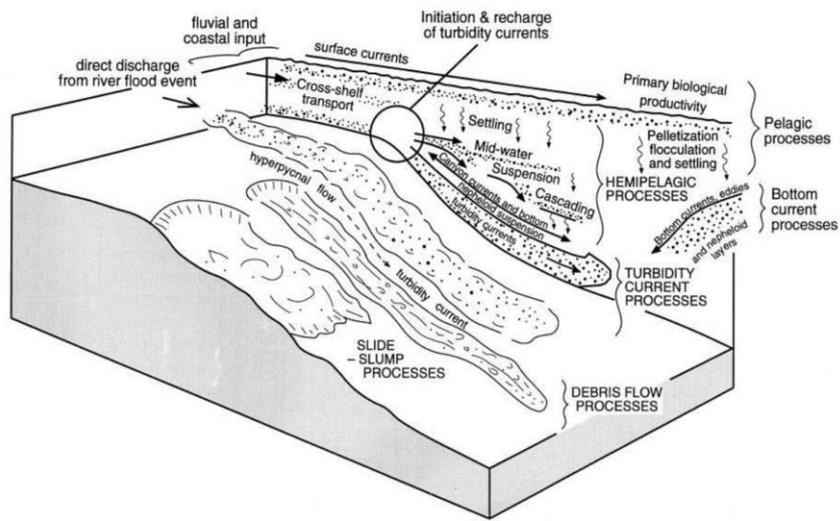
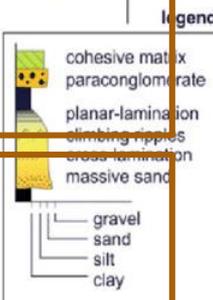


Material grueso puede llegar a zonas profundas (Deslizamientos, corrientes de turbidez, corrientes de fondo, etc).

La sedimentación está fuertemente controlada por los procesos físicos que controlan tanto el aporte como la distribución de la carga en suspensión y de fondo de los ríos que entran al cuerpo de agua.

SISTEMA LACUSTRES: Underflows

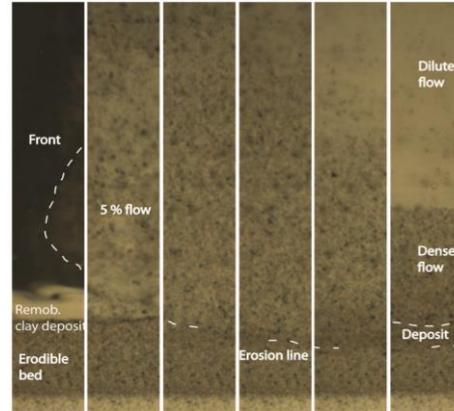
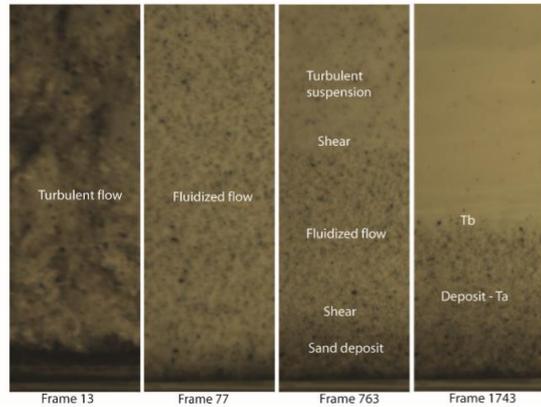
| flow behaviour | dominant grain-support mechanism | representative velocity profiles | flow type | representative deposits |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------|
| debris flows | cohesive | matrix strength | debris flow | |
| hyperconcentrated density flows | non-cohesive | pressure | hyperconcentrated density flow | |
| hyperconcentrated density flows | buoyancy | to - grain support | hyperconcentrated density flow (grain flow) | |
| concentrated density flows | grain - to - grain support | | concentrated density flow | Low sequences |
| | | | concentrated density flow (transitional) | |
| turbidity flows | turbulent support | | turbidity flow - surge | |
| | | | surge-like turbidity flow | Bouma sequence |
| | | | quasi-steady turbidity current | |



- **“Underflow”** currents are relatively continuous currents that represent the uninterrupted extension of river-borne sediment into the lake basin, and are influenced by geostrophic effects.
- **Turbidity** currents are episodic currents that involve redeposition of sediment initially emplaced under unstable conditions, and material concentrations dominate the fluid density, driving the downslope flow

Buatois and Mángano , 1998

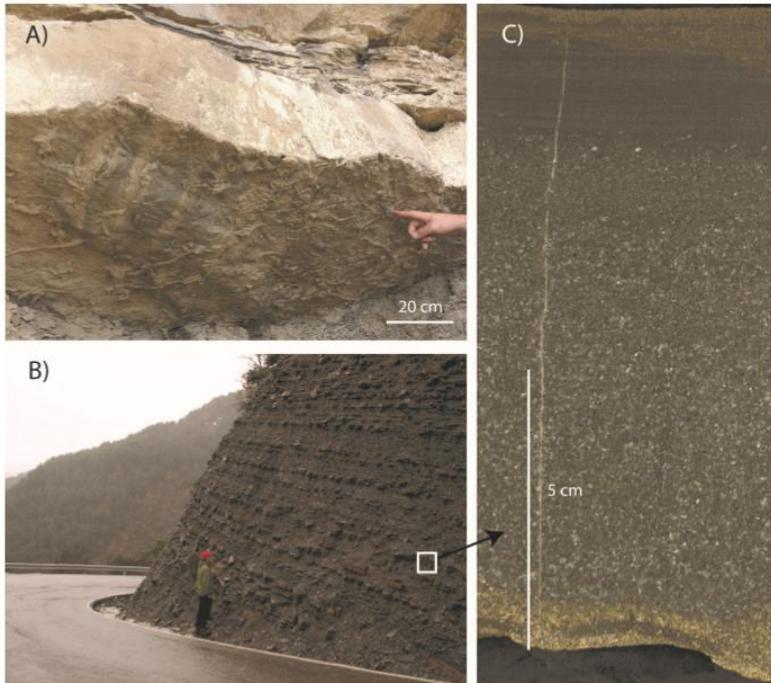
Turbiditas



- **Turbidity** currents are episodic currents that involve redeposition of sediment initially emplaced under unstable conditions, and material concentrations dominate the fluid density, driving the downslope flow
- Buatois and Mángano , 1998

FIG. 4. High-speed photos taken during flow, showing the turbulent front, fully fluidized frontal body, a fluidized body where settling has caused a sand deposit, and where shear and chattration have produced a turbulent suspension cloud at top of the sediment flow. The last photo (frame 1743) shows the deposit of the flow as a typical bipartite deposit with a lower massive sand that passes into laminated to structureless mud on the top.

FIG. 5. High-speed sequence of the experimental front eroding a soft bed of composition similar to that of the original flow sediment, then creating a sand-to-mud contact of two unsegmented beds.



LAKE TURBIDITE ICHNOLOGY

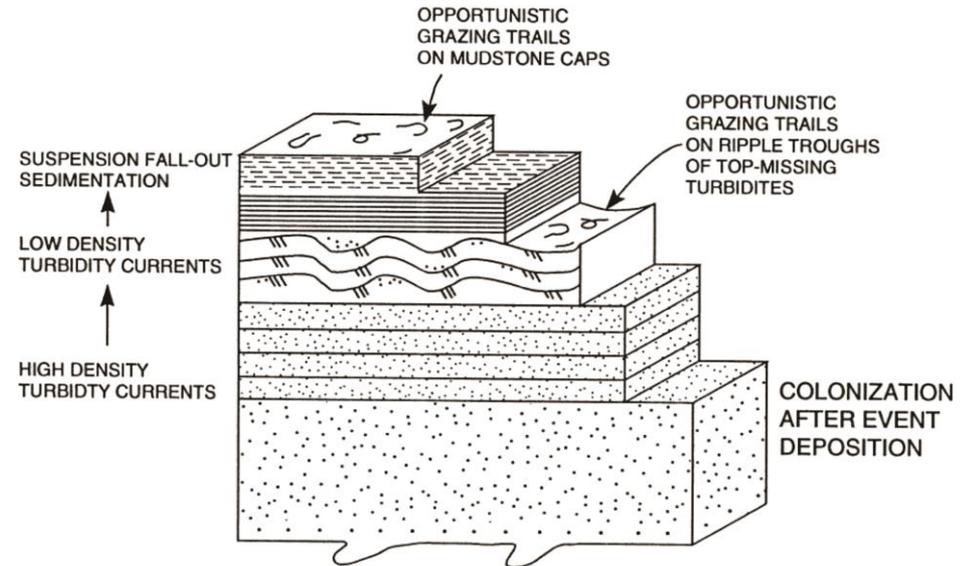


Fig. 6. Trace fossils from lacustrine turbidites.

Hyperpicnitas

- “Underflow” / *Hiperpicnitas* currents are relatively continuous currents that represent the uninterrupted extension of river-borne sediment into the lake basin, and are influenced by geostrophic effects.

Buatois and Mángano , 1998

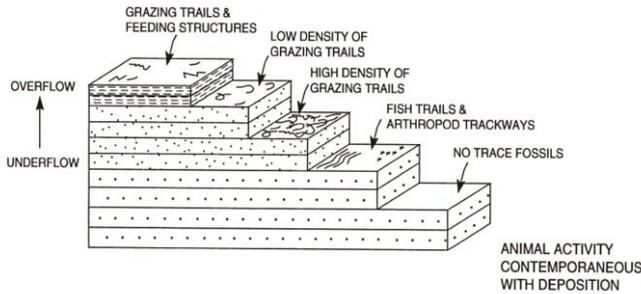
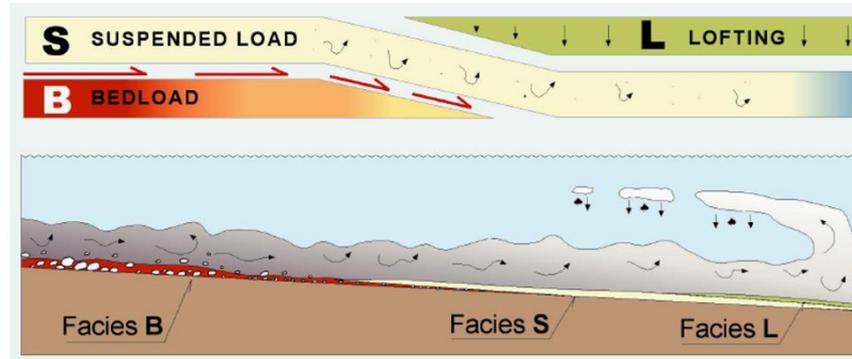
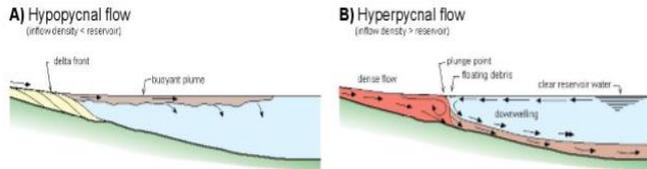


Fig. 7. Trace fossils from underflow current deposits.

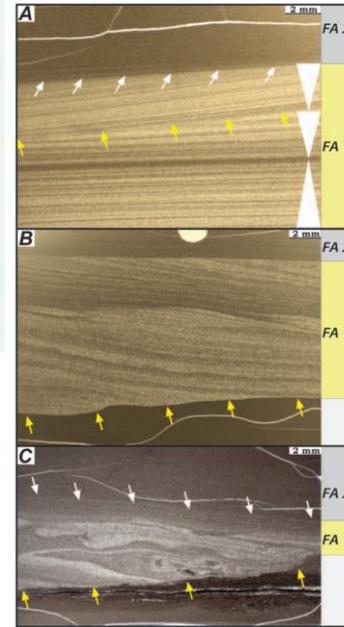
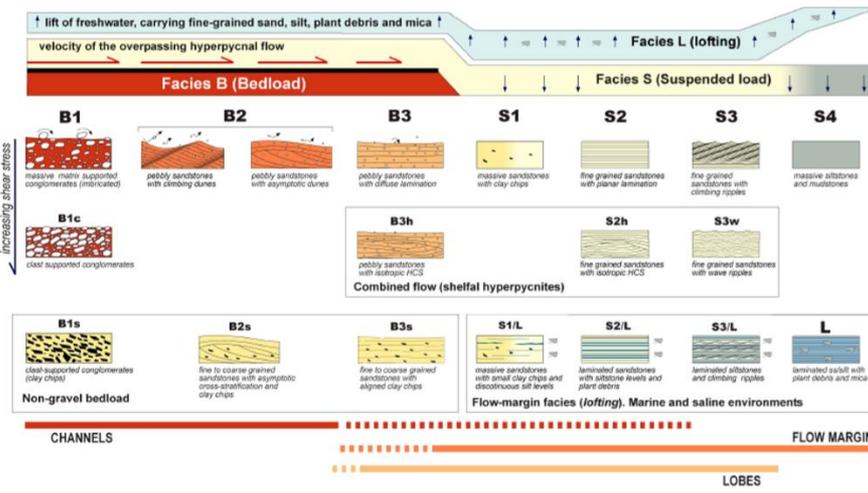
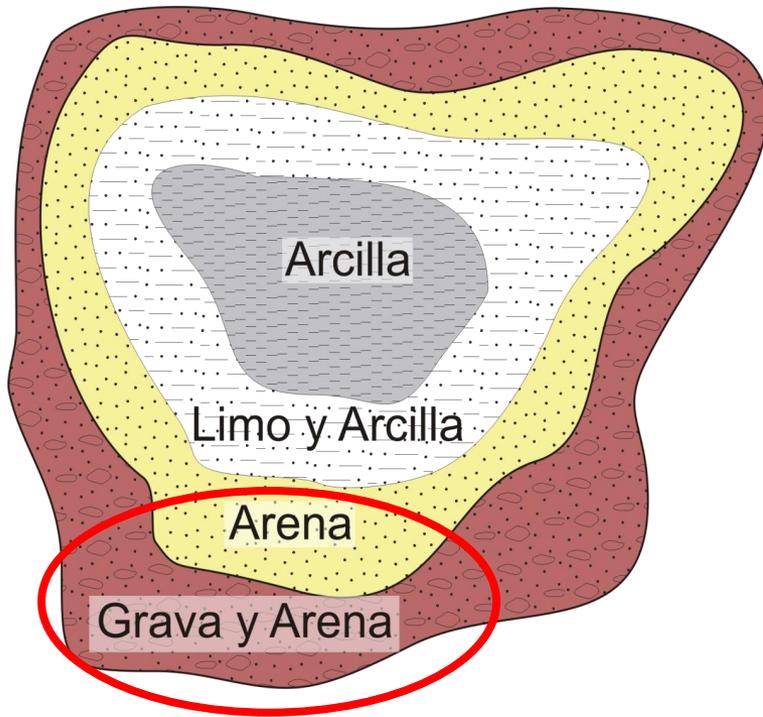


FIG. 5.—A) Silt-rich muddy hyperpicnite showing continuous planar parallel to low-angle cross-lamination, normal and inverse grading (normal and inverted triangles), and internal scours (yellow arrows; with facies associations outlined). B) Silt-rich hyperpicnite with basal scour and combined-flow ripples, indicating wave-aided transport (concave-up lamina-set geometries). C) Thin graded bed with basal scour (yellow arrows) and self-sediment deformation (convoluted laminae), reflecting high sedimentation rate with internal shearing and frictional drag on the stationary seabed. Note draping parallel-laminated silts (white arrows), suggesting decreased sediment flux and waning current transport.

Zavala 2008

Lago permanente clástico



Zona Costera

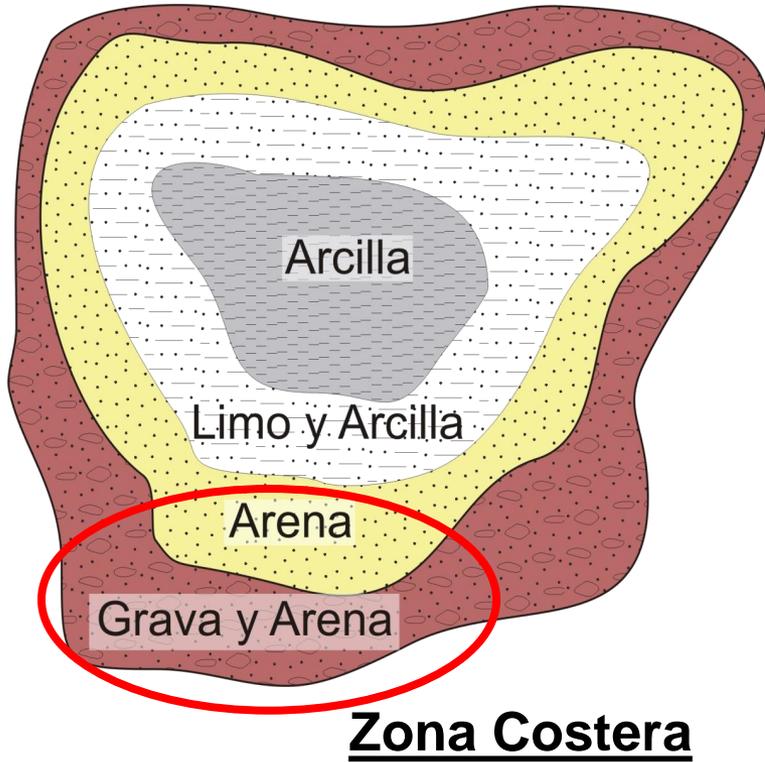
Cinturón S, incluso G (pueden estar ausentes).

Sh y Spl (estratificación de playa), **Srw** (oleaje),
Sr, Sp/t (canales de aporte), **Gcm** y **Sm** con
clinoformas (barras de desembocadura).

Incluso HCS en grandes lagos.

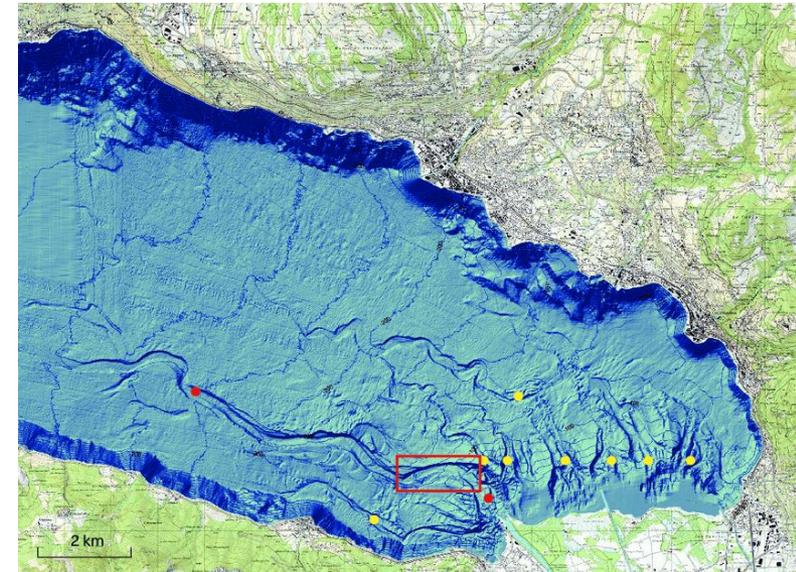
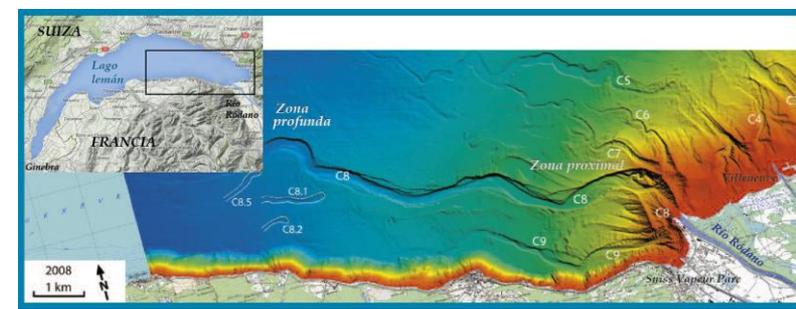


Lago permanente clástico

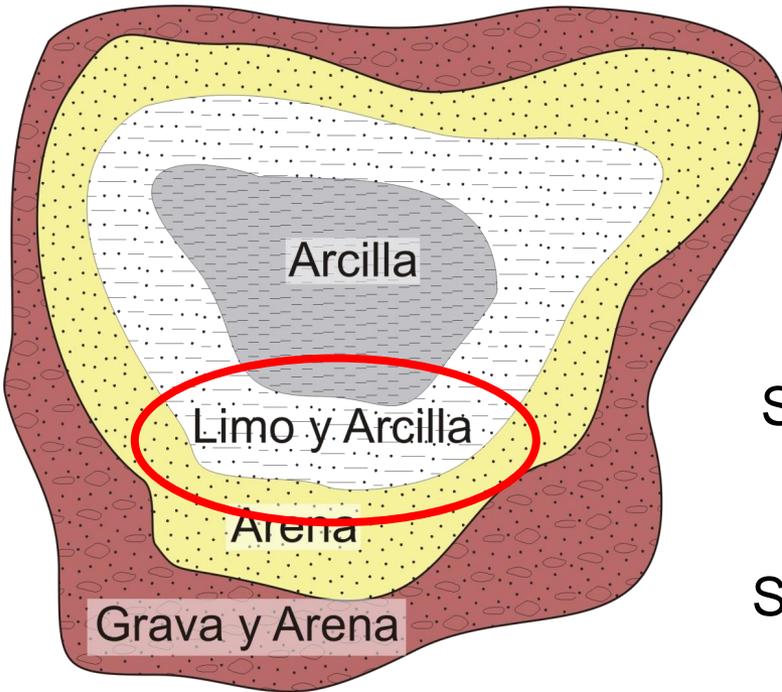


Cinturón S, incluso G (pueden estar ausentes).

Sh y **SpI** (estratificación de playa), **Srw** (oleaje),
Sr, **Sp/t** (canales de aporte), **Gcm** y **Sm** con
clinoformas (barras de desembocadura).
Incluso HCS en grandes lagos.



Lagos permanentes clásticos



Zona Intermedia

Intercalaciones
FI / Fm

Hyperpicnitas
Sm, Sh↓, Sr, Fr, FI, Fm.

Turbiditas
Sg, Sm, Sh↑, Sr, Fm, FI.



“underflow”- Hyperpicnitas

Base no erosiva

Estructuras de bajo régimen de flujo

Limo-arena fina

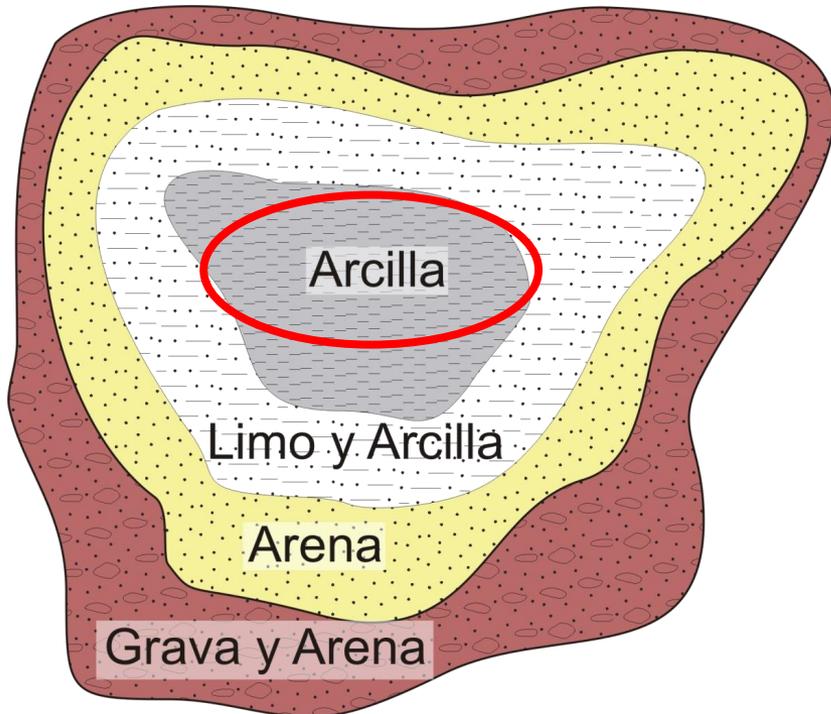
Turbiditas

Base erosiva

Estructuras de alto régimen de flujo

Gravilla-Sábulo

Lago permanente clástico



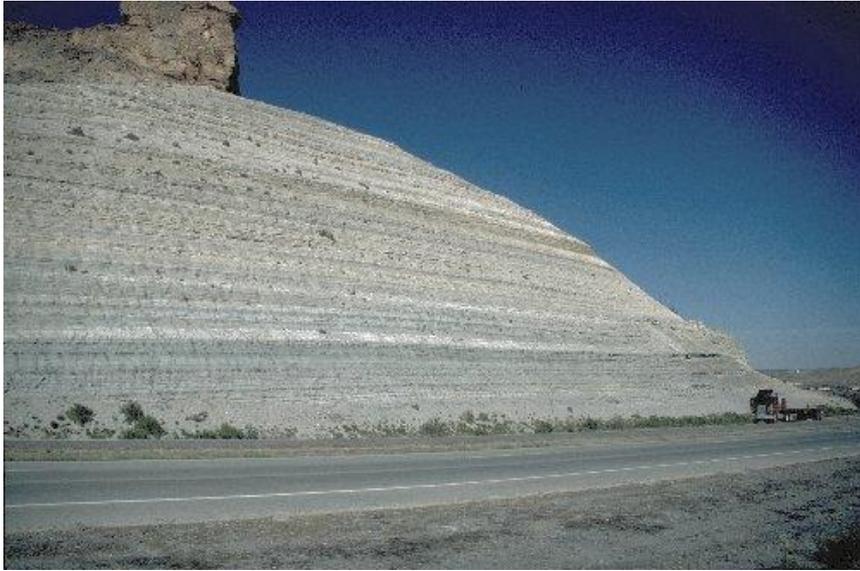
Zona Profunda

- Intercalaciones Fl/Fm
- Margas
- Pelitas con materia orgánica
(poco aporte clástico y fondo anaeróbico)
- Facies arenosas por underflows

- Shale
- Limestone
- Bentonite
- Limestone/
Shale
- Shale
- Carbonaceous
Shale
- Limestone



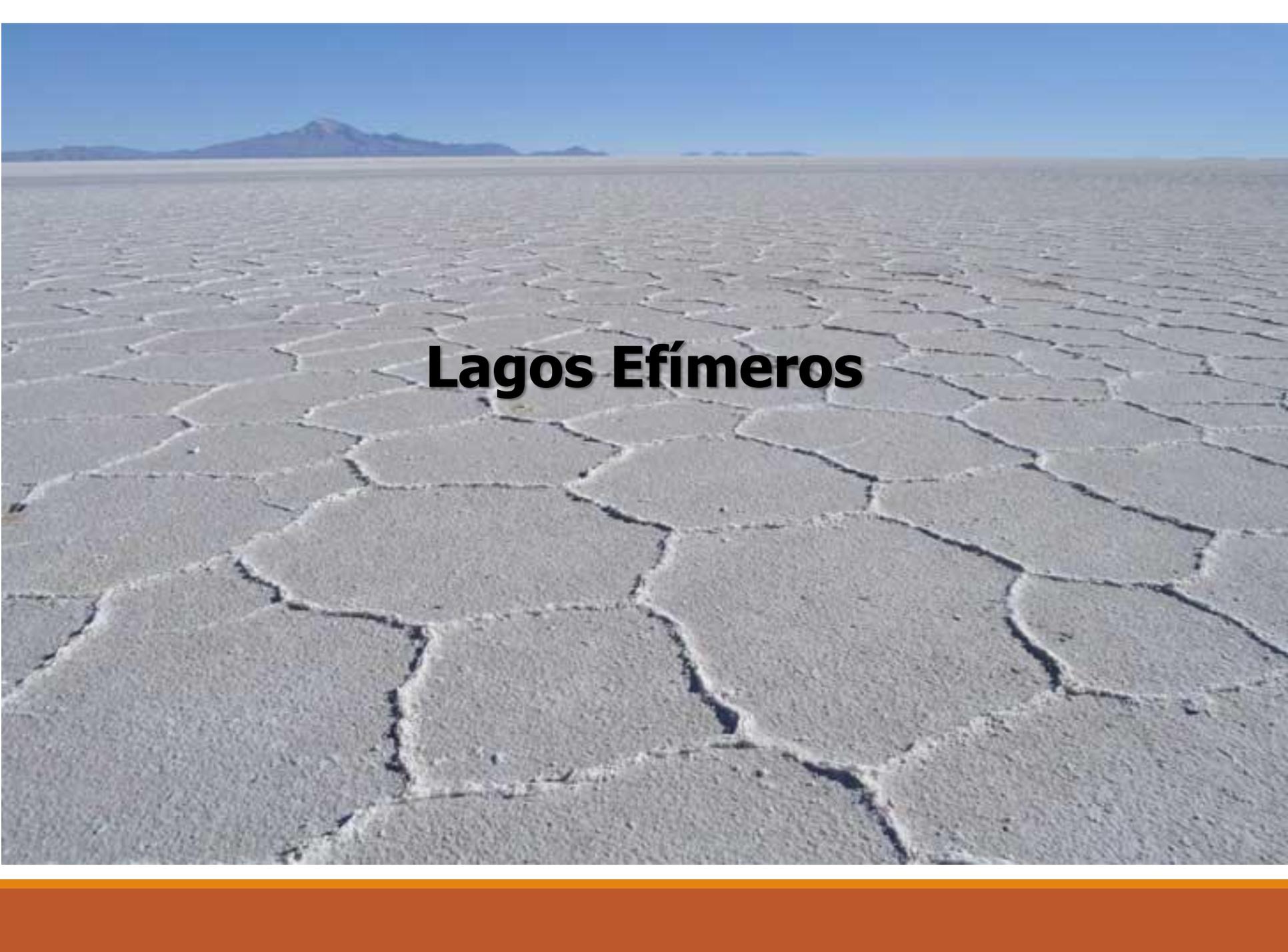
Lagos permanentes en el registro sedimentario



Parallel bedding in lacustrine deposits of the Eocene Green River Formation. The sediments are mostly silts, clays and carbonates with evaporites. image credit: Roger Suthren

- Espesores importantes de depósitos tabulares de sedimentos finos (Fl, Sh, Sm).
- Pelitas oscuras (negro, gris, verde).
- Restos orgánicos.
- Niveles carbonosos.
- Ritmitas (o varves)
- Depósitos hiperpicnitas o turbiditas.
- Facies litorales asociadas.



A wide-angle photograph of a vast, flat, cracked salt flat. The ground is covered in a dense network of irregular, polygonal cracks, creating a mosaic-like pattern. The cracks are dark and deep, contrasting with the light-colored, crystalline salt. In the far distance, a range of low mountains or hills is visible against a clear, bright blue sky. The overall scene is desolate and arid.

Lagos Efímeros

Lagos efímeros

Se incluyen en este grupo todos aquellos sistemas lacustres que sufren periódica desecación o una contracción significativa de la línea de costa.

- Playa Lake - Barreal
- Lago efímero clástico dominante



Planicie que se inunda periódicamente (pelo de agua).

Lagos efímeros : Sedimentación clástica dominante

Menores volúmenes agua y marcadas fluctuaciones de la línea de costa

Planicie arenosa (Sand Flat)

Canales anchos y poco profundos.

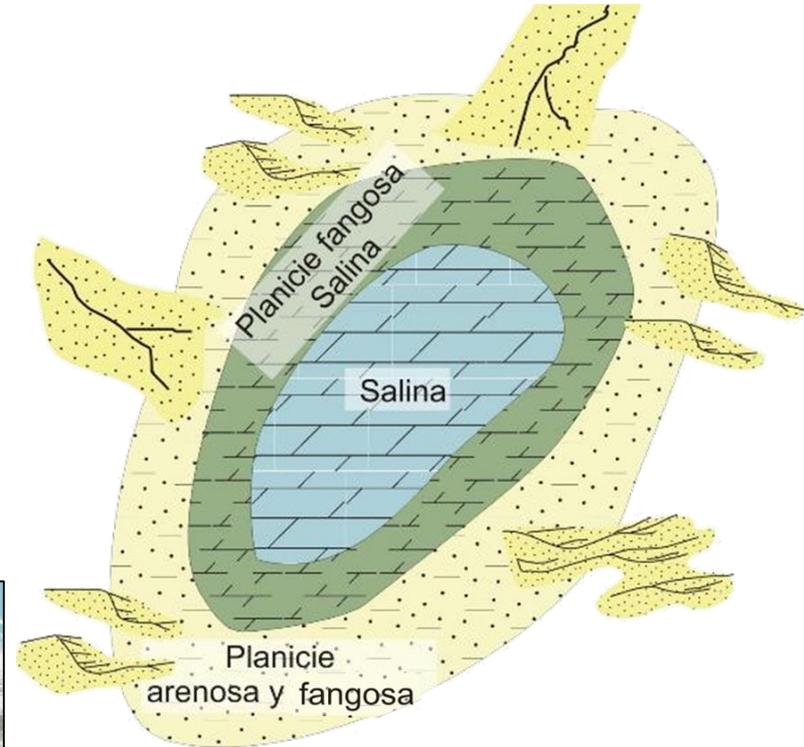
Sh↑ (crecidas no-confinadas).

Sin barras de desembocadura.

Sr, Srw, Spl.

Depósitos eólicos.

Yeso en cristales y rosetas.



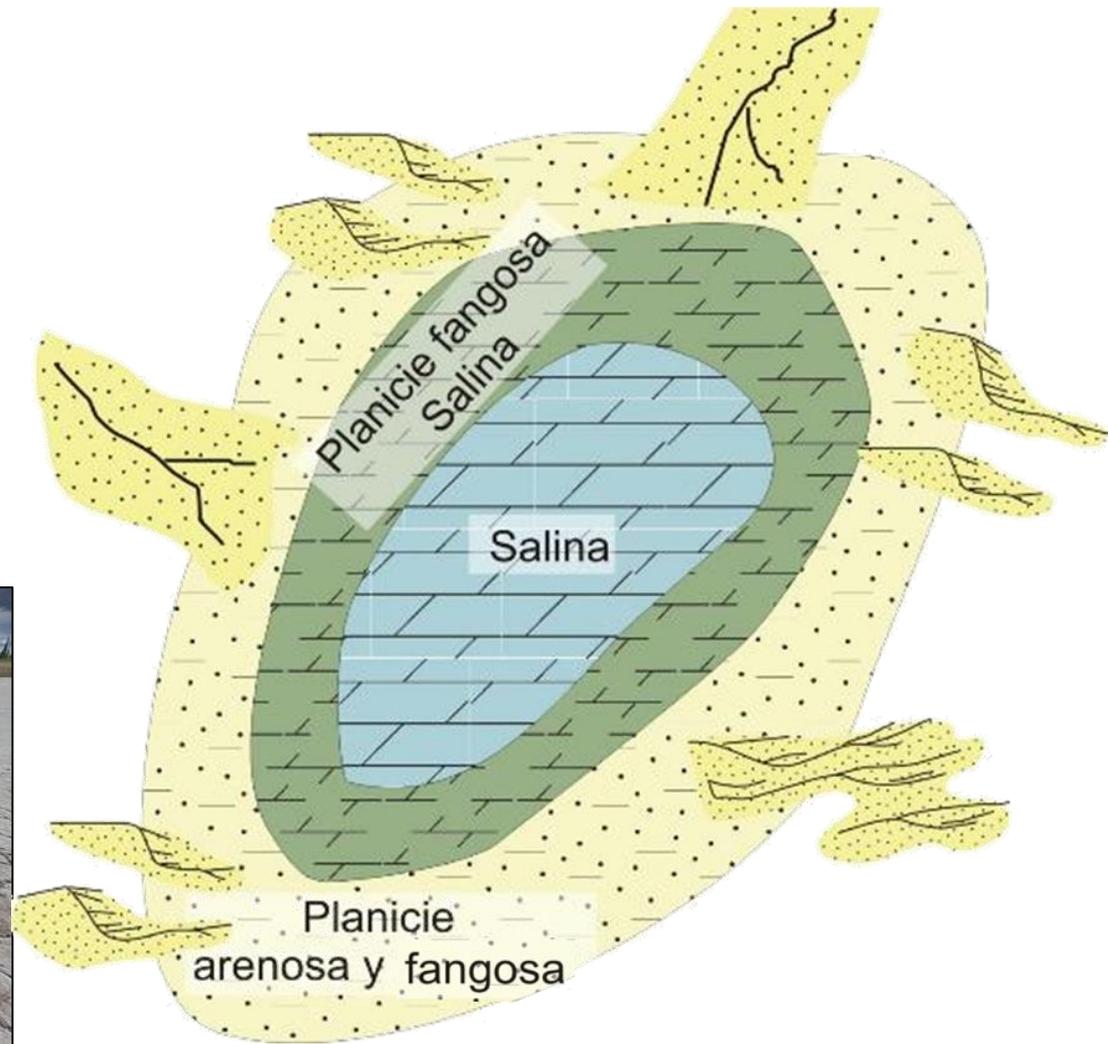
Lagos efímeros : Sedimentación clástica dominante

Planicie fangosa salina (*Saline mud flat*)

Intercalaciones de Fl / Fm.

Frecuentes grietas de
deseccación.

Rosetas de yeso.



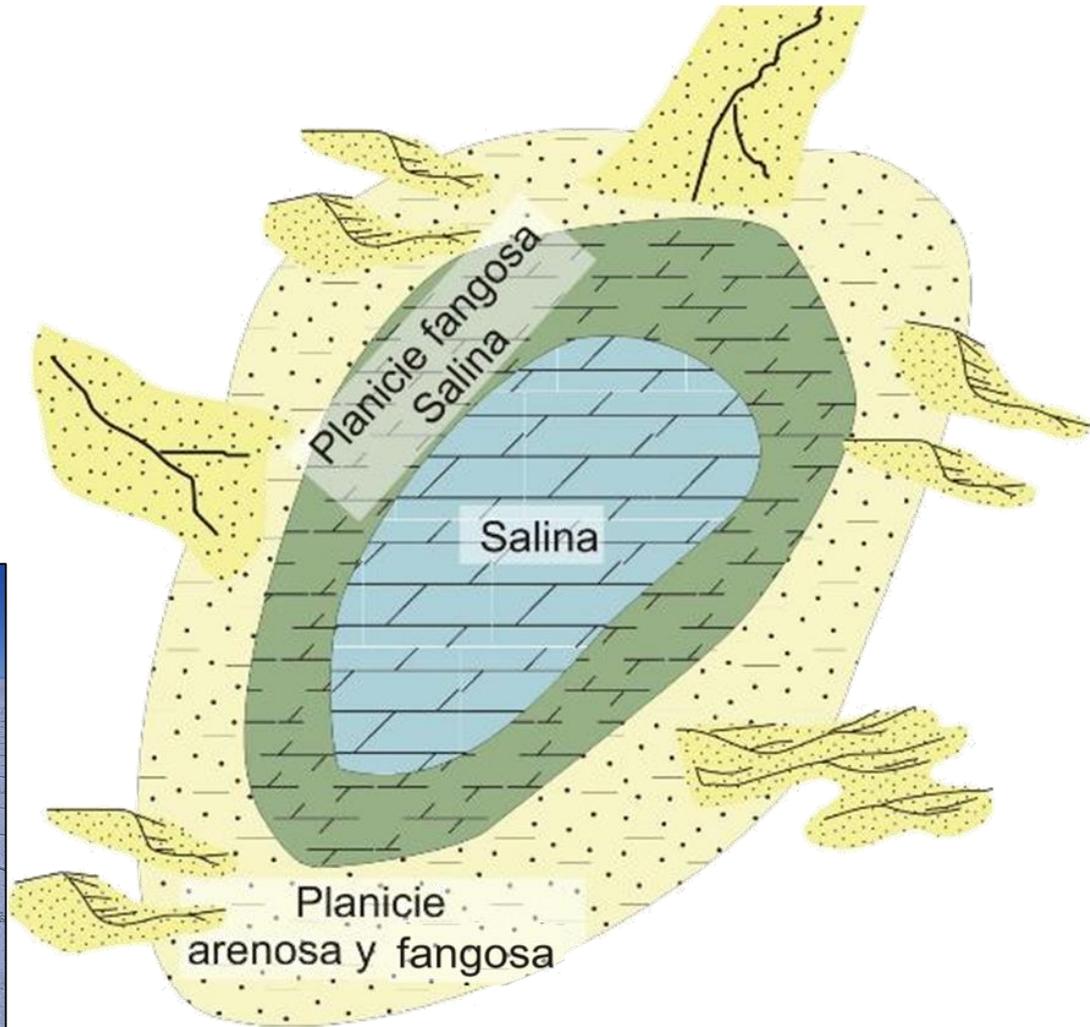
Lagos efímeros : Sedimentación clástica dominante

Salina (salt pan)

Evaporitas.

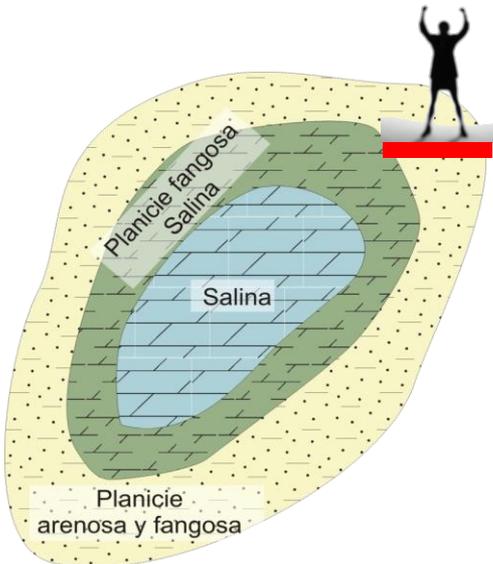
Evaporitas laminadas
(alternancia yeso y pelita).

Evaporitas masivas
(zona central). Yeso Masivo

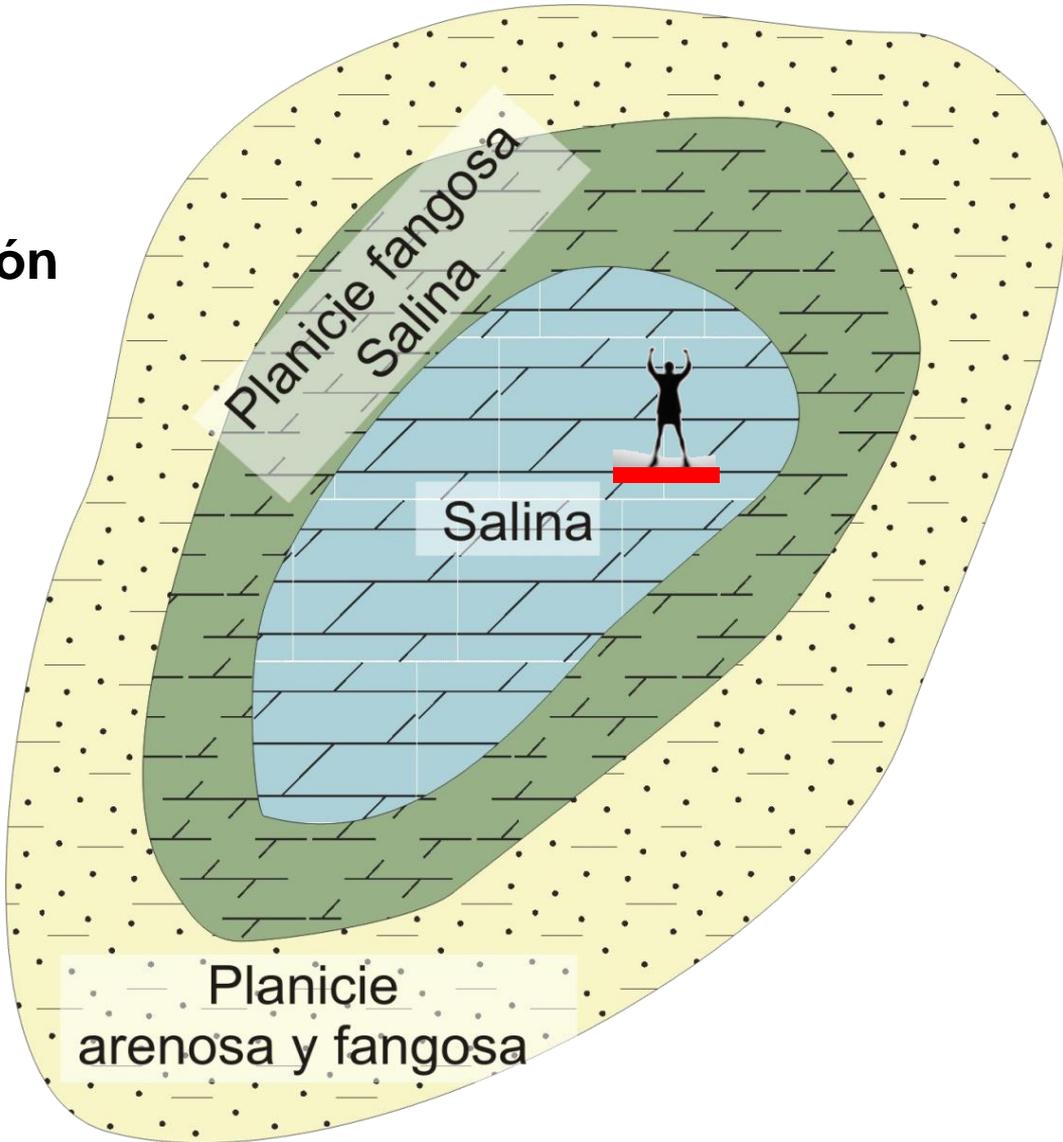


Lagos efímeros

Expansión



Tiempo 1



Tiempo 2

Lagos efímeros: Sedimentación evaporítica dominante

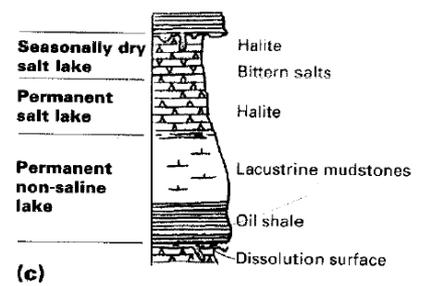
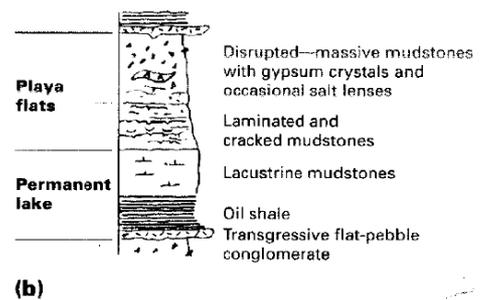
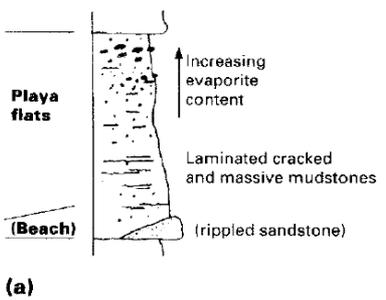
Facies evaporíticas

Carbonatos → Sulfatos → Cloruros → Boratos

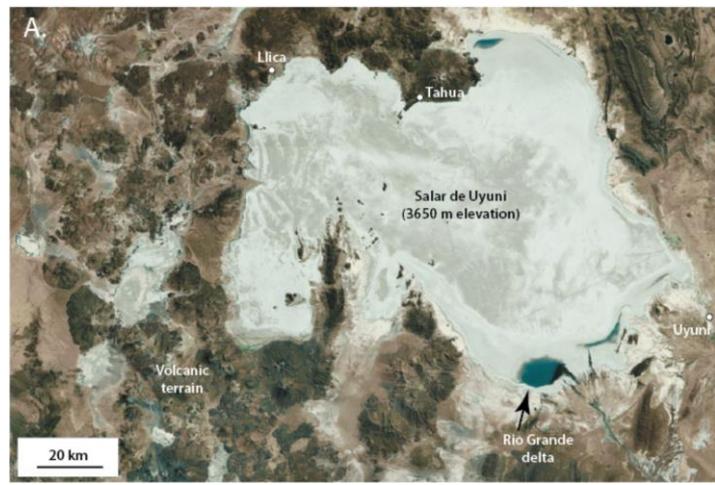
Precipitación de minerales al aumentar la concentración

Margen

Centro



- Rocas presentes en la cuenca de drenaje.
- Tipo de agua.
- Contracción del lago: saturación x evaporación
- Expansión del lago: disolución, nivel clástico.
- Conocido como: Salina, Salar, saline playa lake, inland sabkhas,

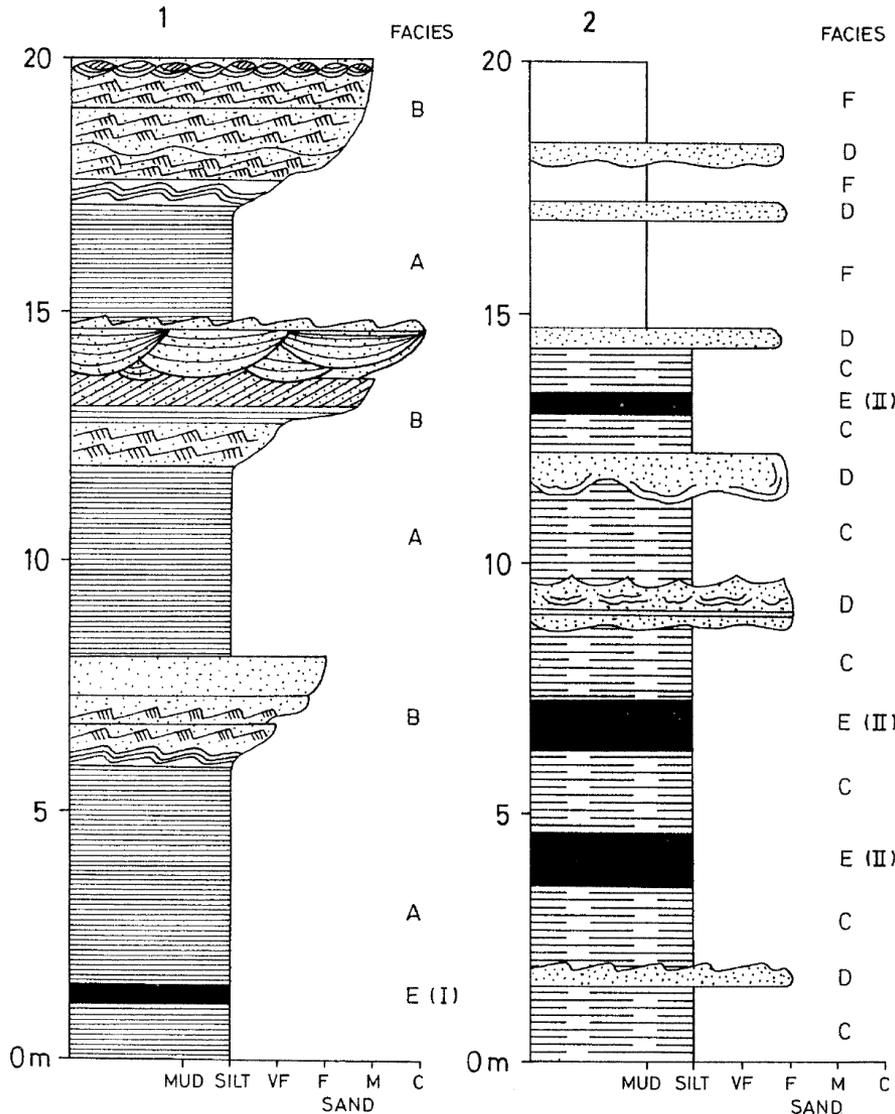


Lagos efímeros en el registro sedimentario

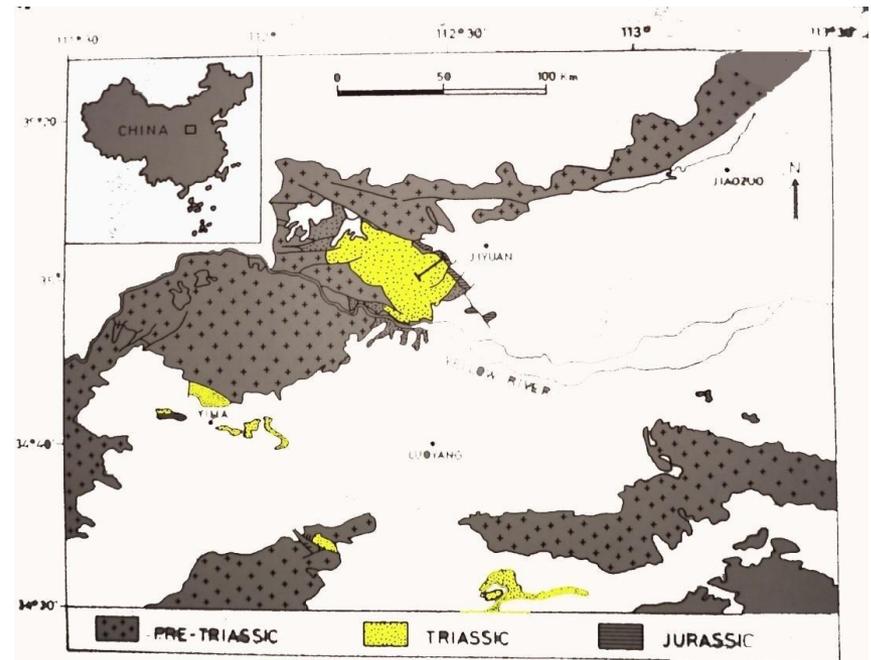
- Espesores importantes de sedimentos finos de color rojizo por ambiente oxidante.
- Facies fluviales finas intercaladas (limolitas y areniscas con Src, Sh y heterolítica) por flujos de escorrentía.
- Por lo general ausencia de underflows y barras de desembocadura.
- Facies evaporíticas.



Trabajo Práctico



- 1) Cuadro: litofacies, proceso formador e interpretación.
- 2) Zonas representadas. Facies
- 3) Inferir rasgos geográficos, biológicos y climáticos. TIPO DE LAGO.
- 4) Curva de los cambios relativos del nivel del lago. Historia geológica



Muchas Gracias por su atención

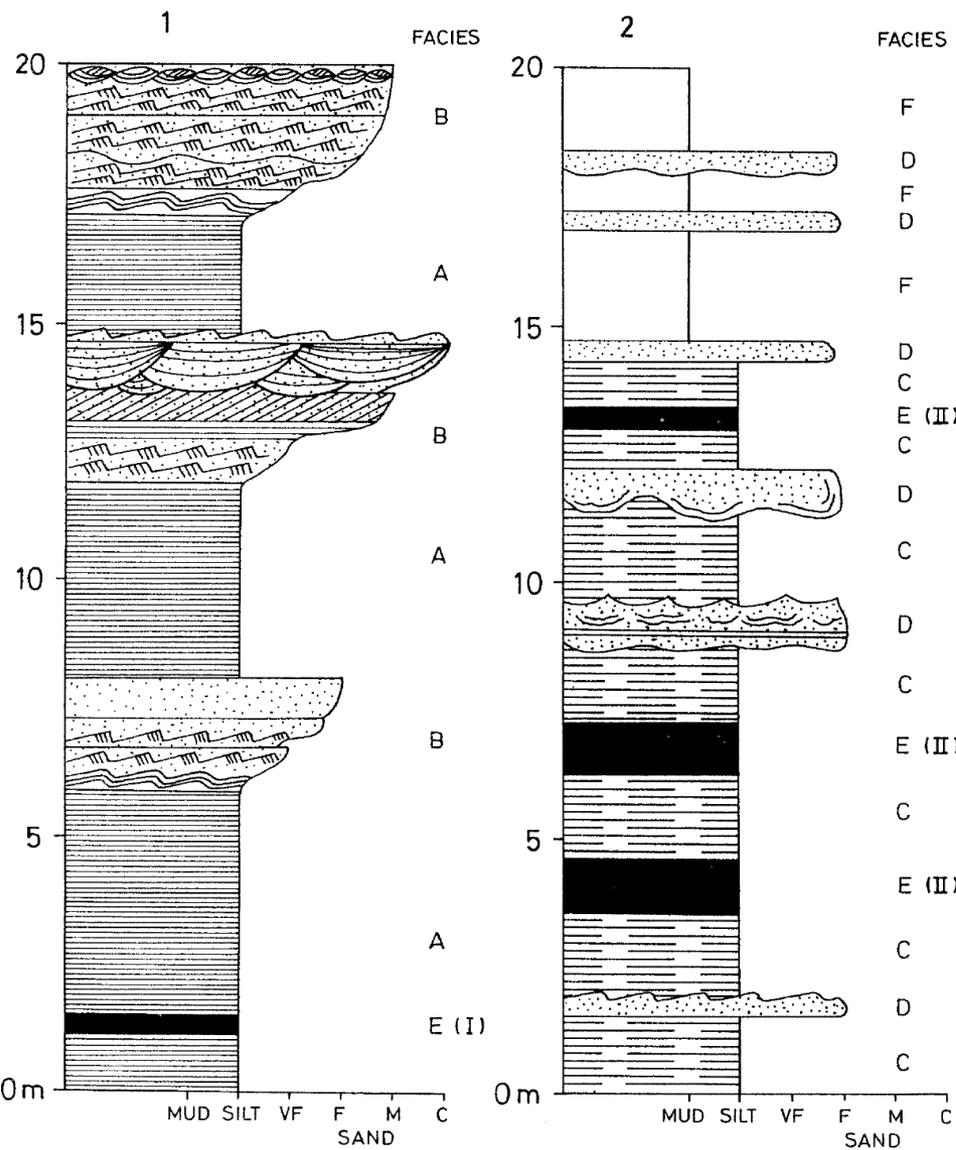


Localidad argentina bate el Récord Guinness de personas flotando en un lago

“La localidad bonaerense de **Carhué** batió el Récord Guinness de personas flotando en línea y de forma simultánea en su lago Epecuén, cuya agua cuenta con unas características de salubridad parecidas al Mar Muerto”. (29 de Enero de 2017)



Corrección del Trabajo Práctico



| Litofacies | Procesos de T-D o/y observaciones | Forma de lecho |
|------------|-----------------------------------|----------------|
| Sh | | |
| Fl – Fl2 | | |
| Sr | | |
| Srw | | |
| Src | | |
| Sp | | |
| St | | |
| Fm | | |
| Sm | | |
| C | | |

LOG KEY

LITHOLOGY

- MUDSTONES
- INTERBEDDED SILTSTONES AND CARBONATES
- SILTSTONES
- SANDSTONES
- CARBONACEOUS SHALES
- PEBBLE SANDSTONES

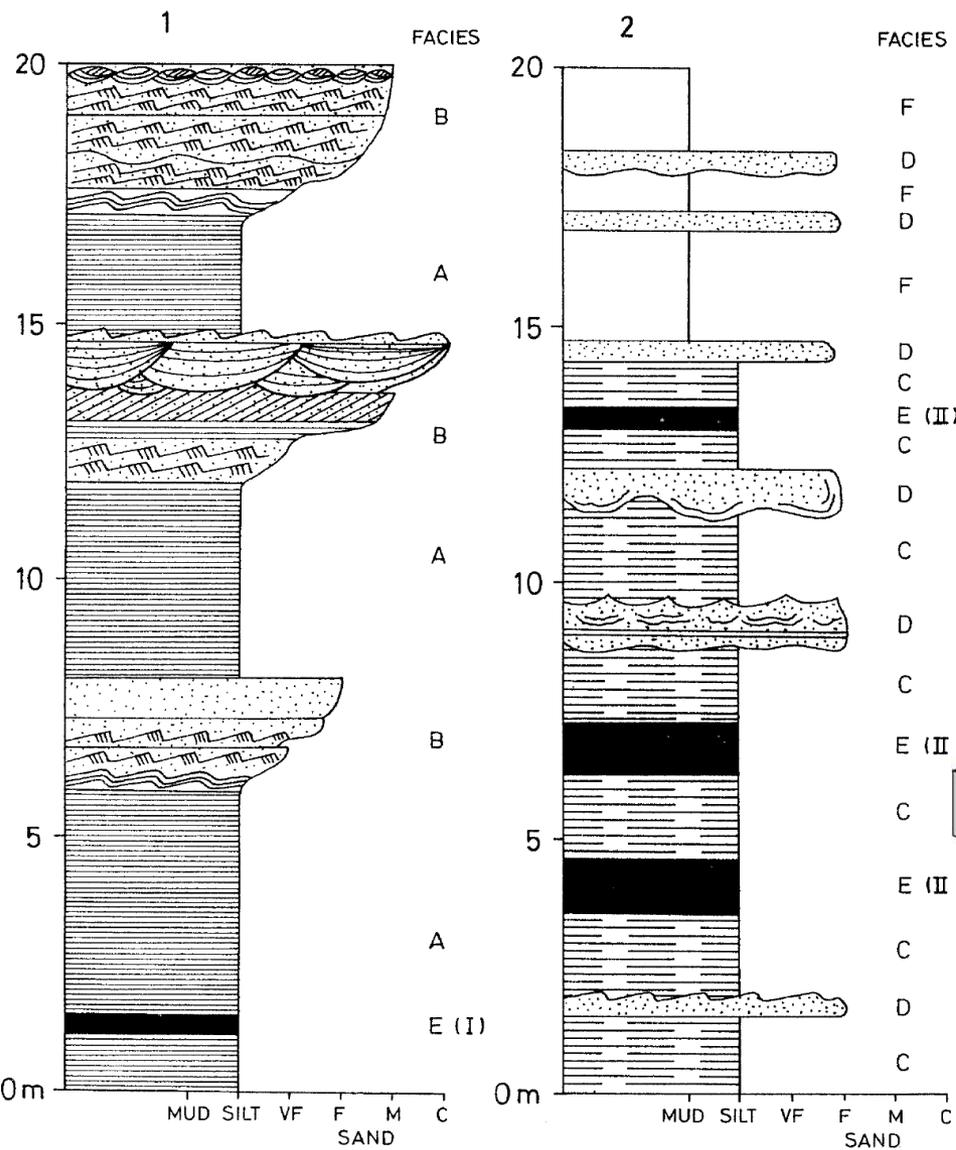
SEDIMENTARY STRUCTURES

- PARALLEL LAMINATION
- CLIMBING RIPPLE LAMINATION
- PLANAR CROSS-STRATIFICATION
- SOFT-SEDIMENT DEFORMATIONAL STRUCTURES
- CURRENT RIPPLE LAMINATION
- CURRENT RIPPLE TOPS
- TROUGH CROSS-STRATIFICATION
- LOAD CASTS
- WAVE RIPPLE LAMINATION
- WAVE RIPPLE TOPS
- DESICCATION CRACKS

FOSSILS

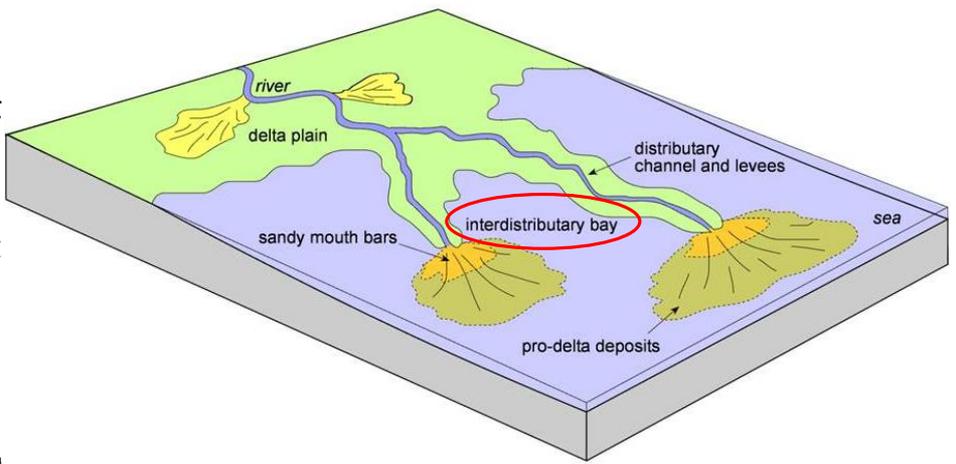
- TRACE FOSSILS
- FISH SCALES
- OSTRACODS
- CONCHOSTRACANS
- PLANT FRAGMENTS
- ROOT STRUCTURES

Corrección del Trabajo Práctico

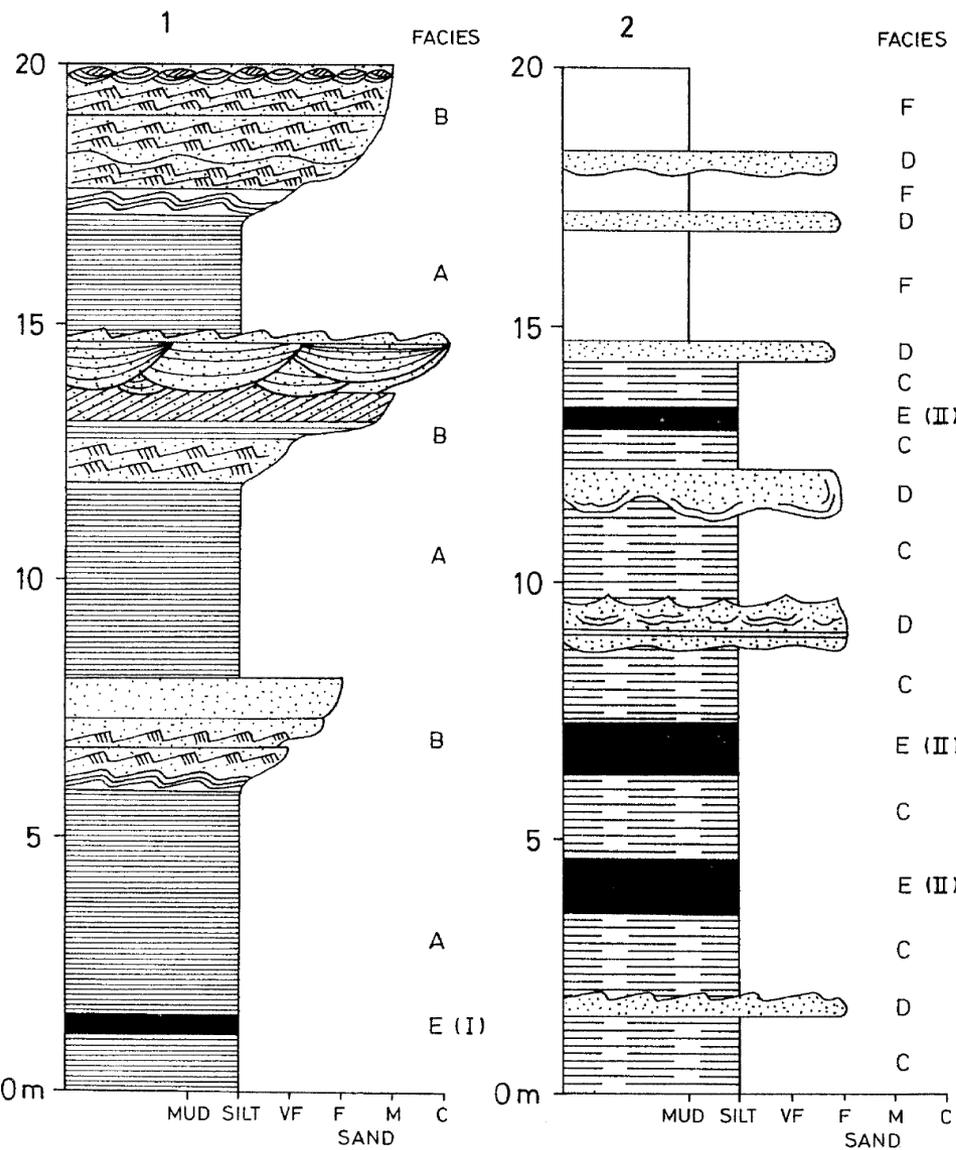


Facies A: Sh -Fl

La presencia de areniscas muy finas y limolitas con ostrácodos, marcas de raíces, restos de plantas y marcas de carbón indicarían una sedimentación en aguas someras con condiciones subacuas de baja energía. El subambiente se interpreta como un zona **interdistributaria** / zona adyacente a las barras de desembocadura.

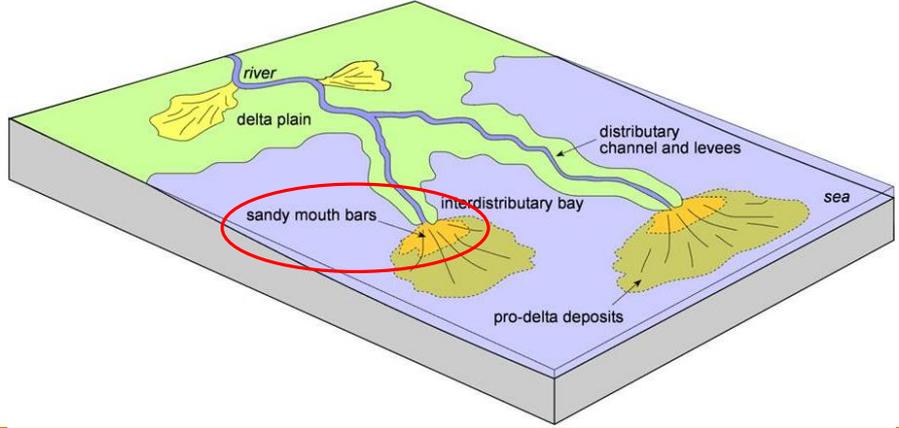


Corrección del Trabajo Práctico



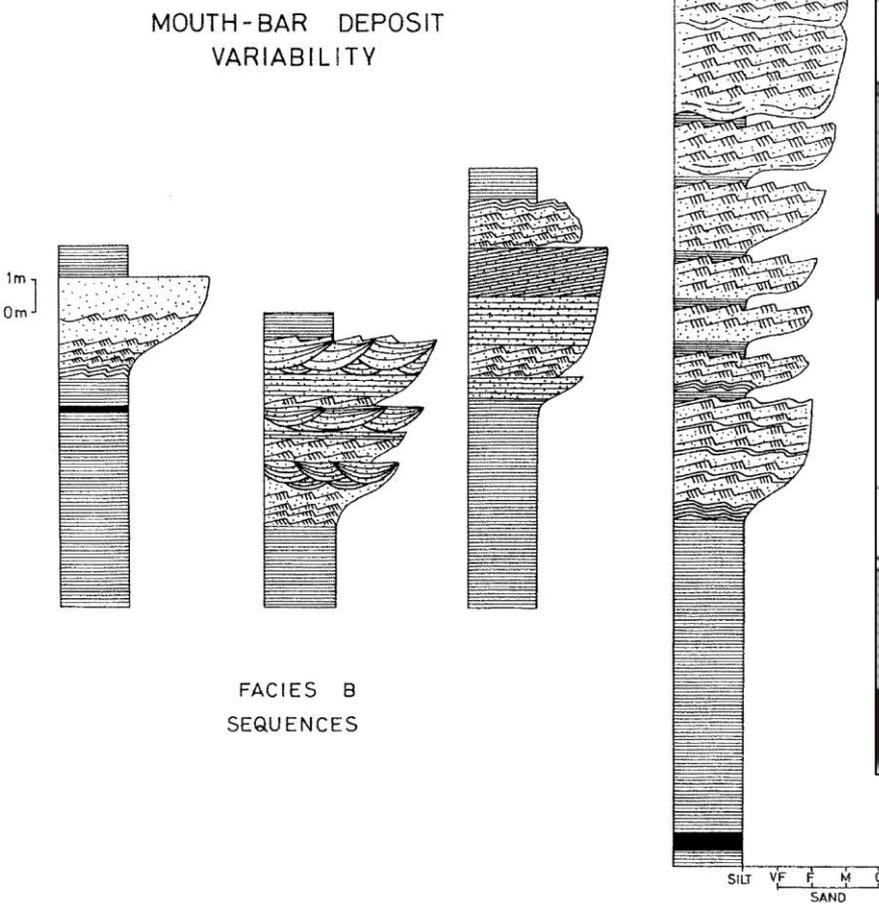
Facies B: Sr –Src – Sp – St - Srw

La presencia de areniscas finas a medianas en bancos tabulares con estructuras de laminación ondulítica, estratificación entrecruzada y laminación ondulítica ascendente, en un arreglo granocreciente con la presencia de pistas de artrópodos y restos de plantas al tope, indican condiciones tractivas en un ambiente somero subáqueo el cual permite interpretar a esta facies como depósitos de **barra de desembocadura** de un delta lacustre.

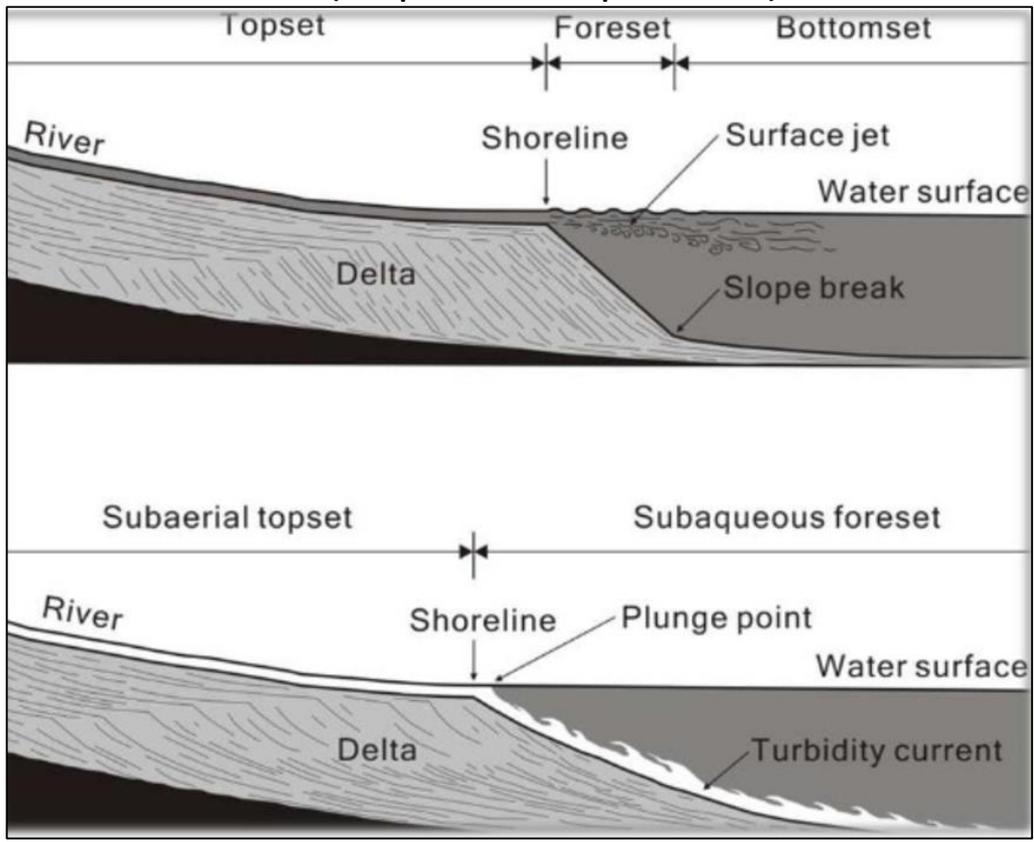


Corrección del Trabajo Práctico

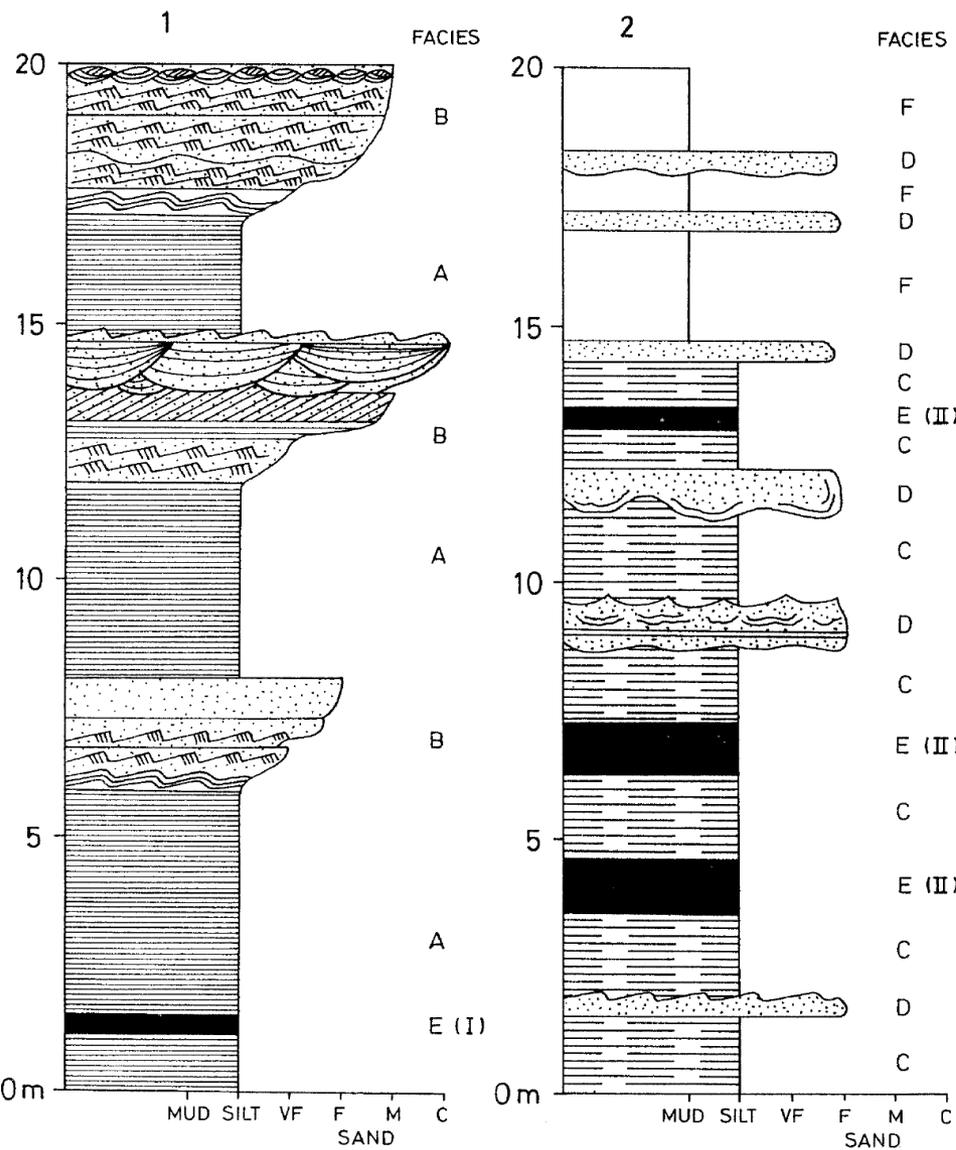
Facies A y B



Deltas lacustre (Esquema simplificado)



Corrección del Trabajo Práctico

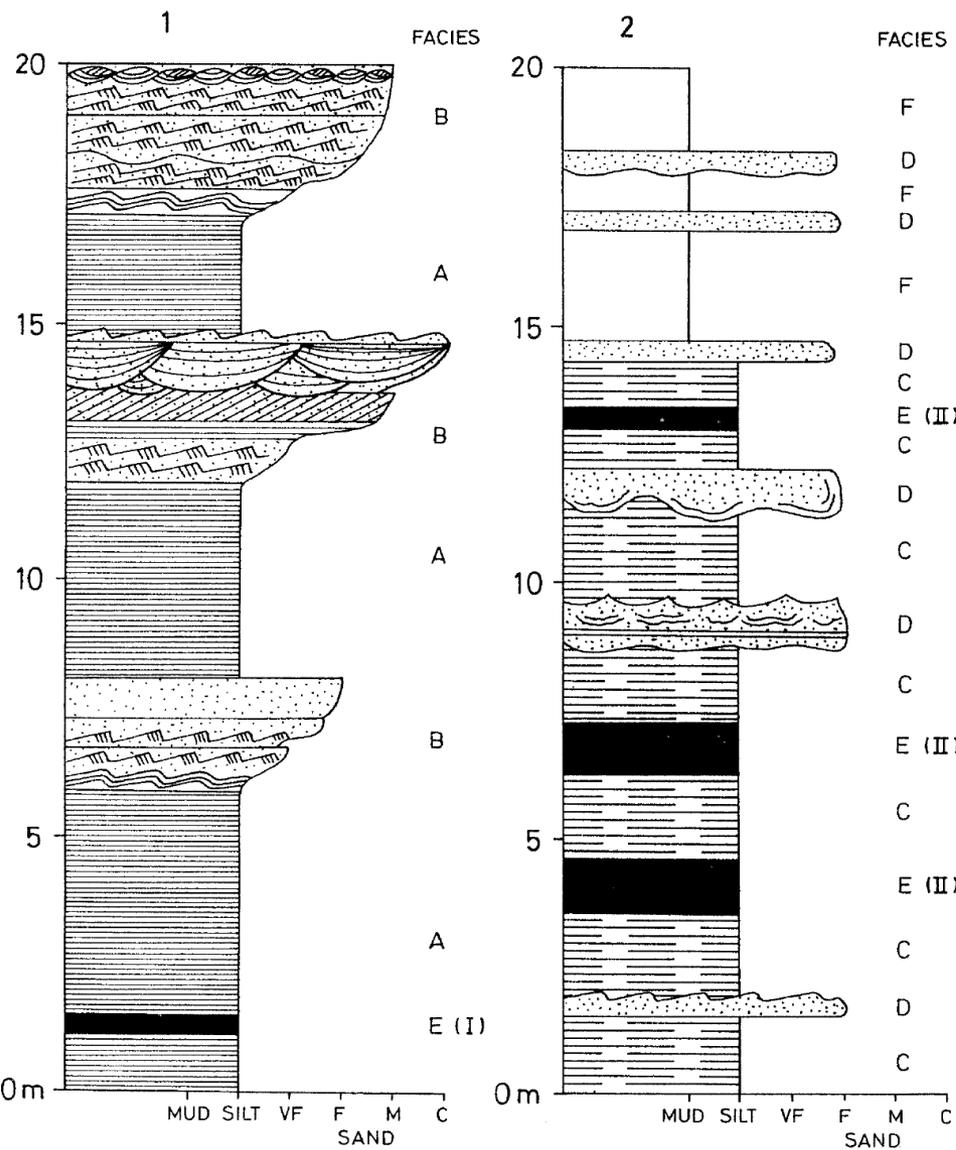


Facies C: F1 – F12

La alternancia de bancos tabulares con base plana de limolitas y arcilitas, junto con la ausencia de bioturbación sugieren una depositación en un ambiente de baja energía, probablemente por debajo del tren de olas, y con deficiencia en oxígeno. Esta facies es interpretada como un ritmita en la zona intermedia a profunda del lago, en la que intercalan procesos de underflow y overflow con decantación en condiciones de descarga fluvial “normal”.



Corrección del Trabajo Práctico



Facies D: Sh – Sr- Sm

La presencia de areniscas finas masivas a laminadas con presencia de ondulitas de corriente y estructuras de escape, en bancos tabulares, granodecrecientes, y con calcos de carga en la base, sugieren una “rápida” depositación en forma subácuea, reforzado por la ausencia de grietas de desecación y paleosuelos. La deformación sinsedimentaria sugeriría altas tasas de sedimentación. Esta facies podría interpretarse como....

Corrección del Trabajo Práctico

Facies D lateral variations

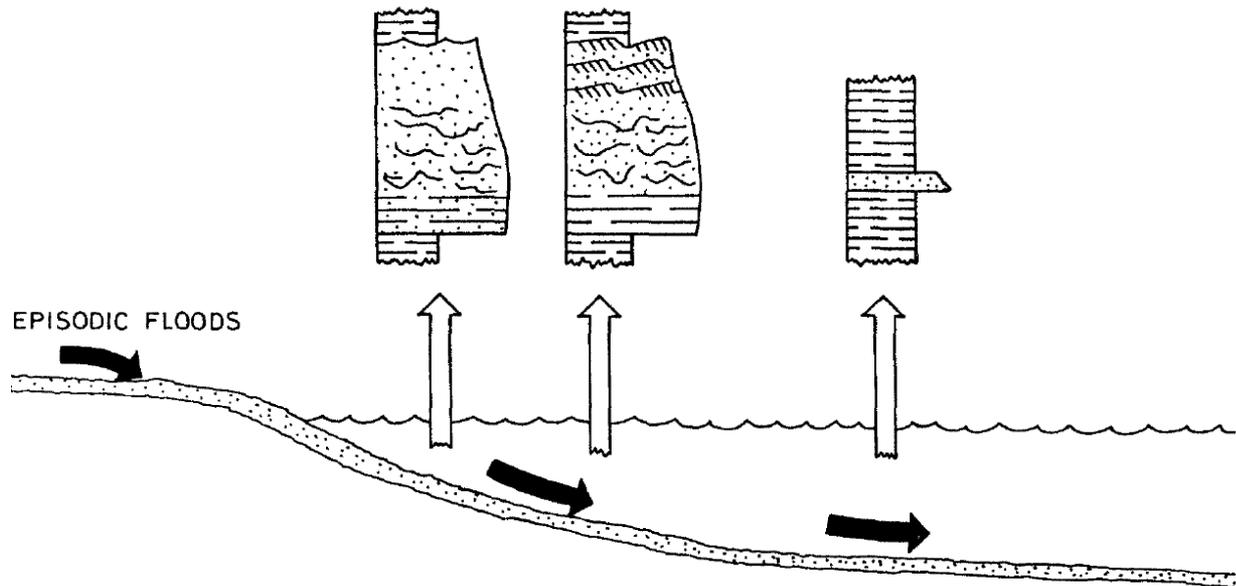
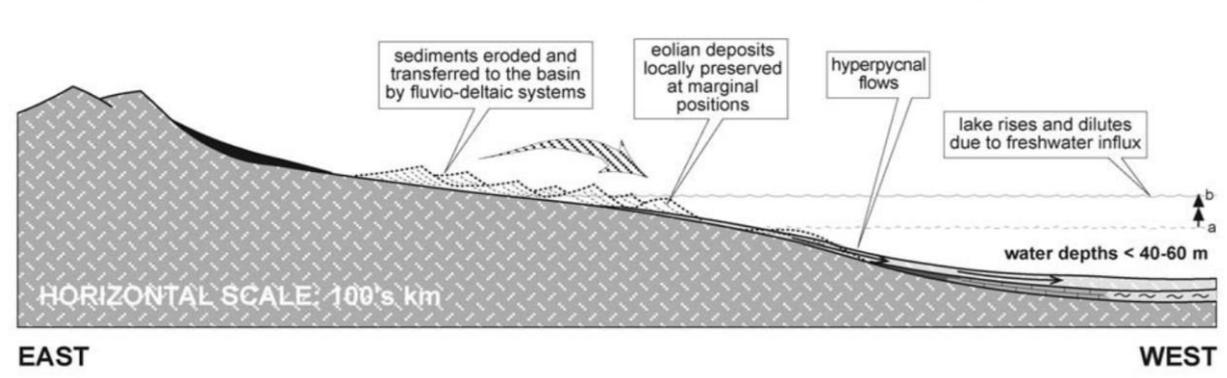


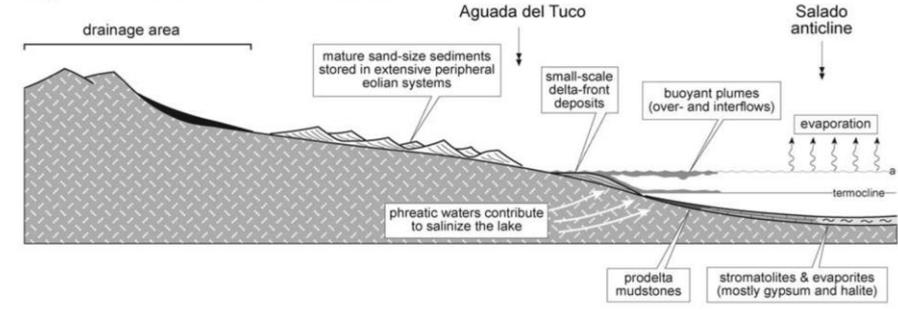
FIG. 10.—Close-up of a sandstone bed interpreted to have been deposited by a fluctuating hyperpycnal flow. The gradual passages between Scf and Sl facies is related to velocity fluctuations affecting the overpassing turbulent flow.

Clastic interval: Brackish lake with shallow lacustrine hyperpycnal flows

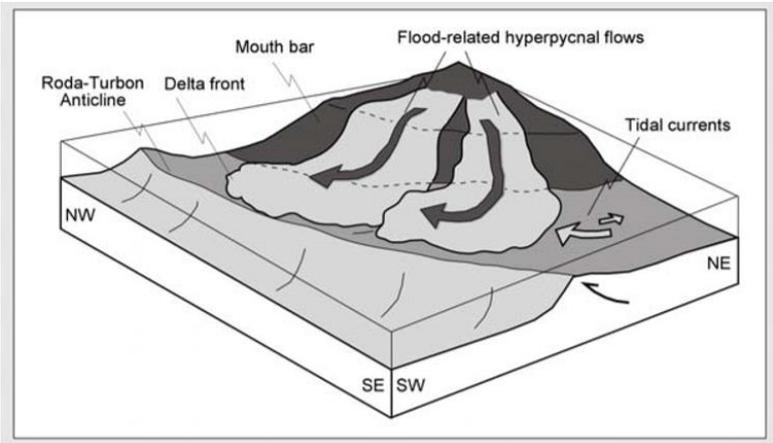
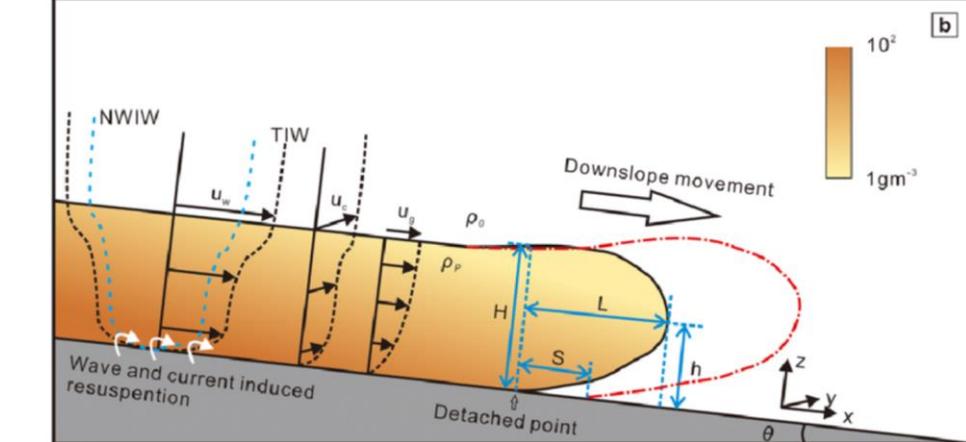
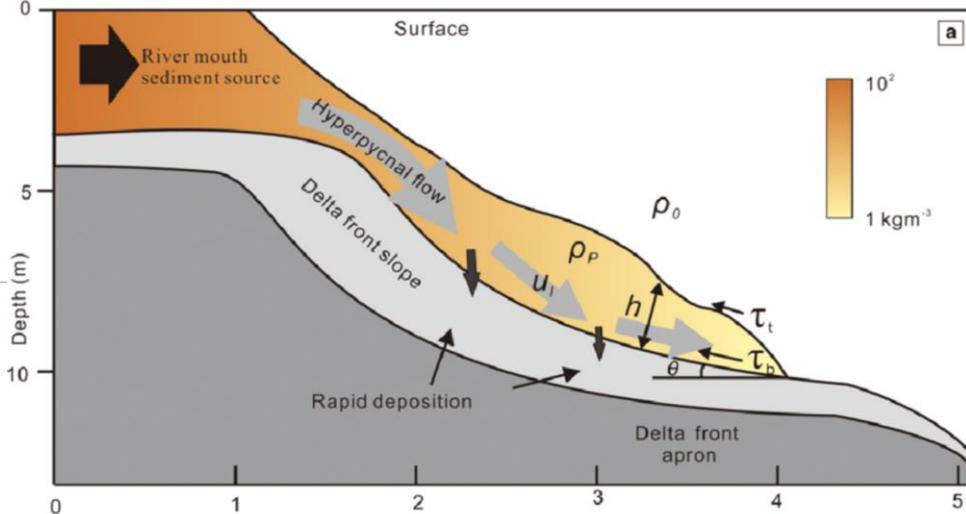
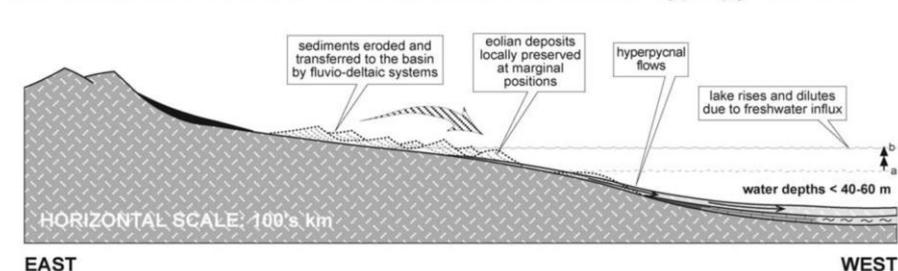


Corrección del Trabajo Práctico

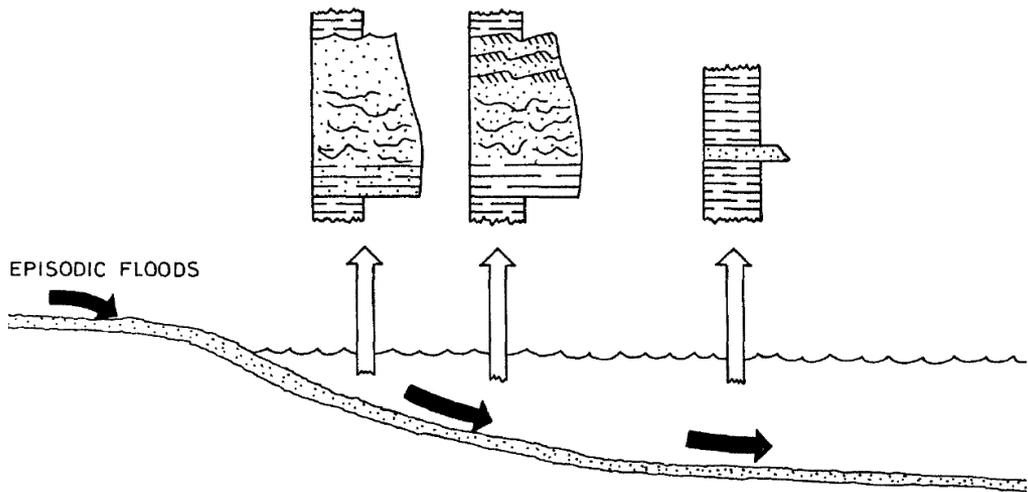
Evaporitic Interval: Restricted saline lake



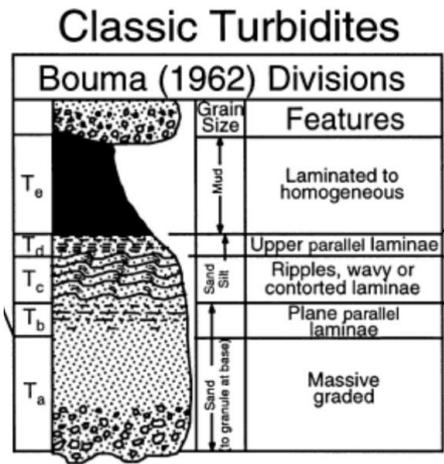
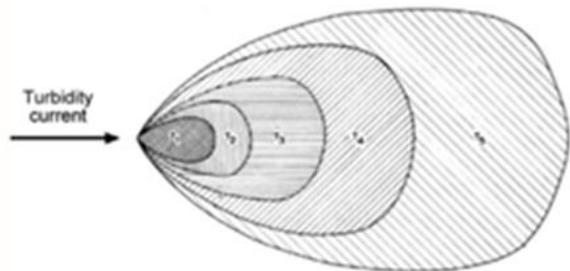
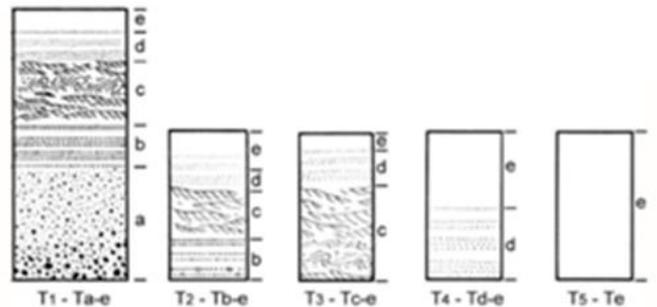
Clastic interval: Brackish lake with shallow lacustrine hyperpycnal flows



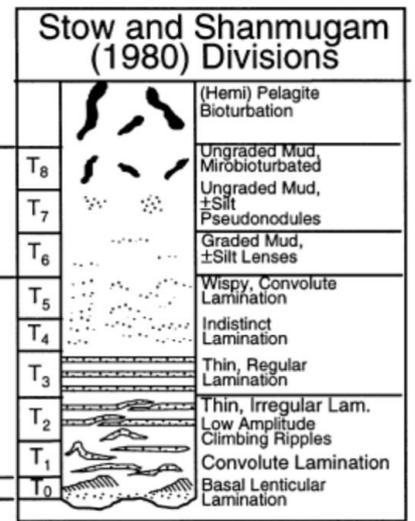
Corrección del Trabajo Práctico



280 E. Mutti et al.



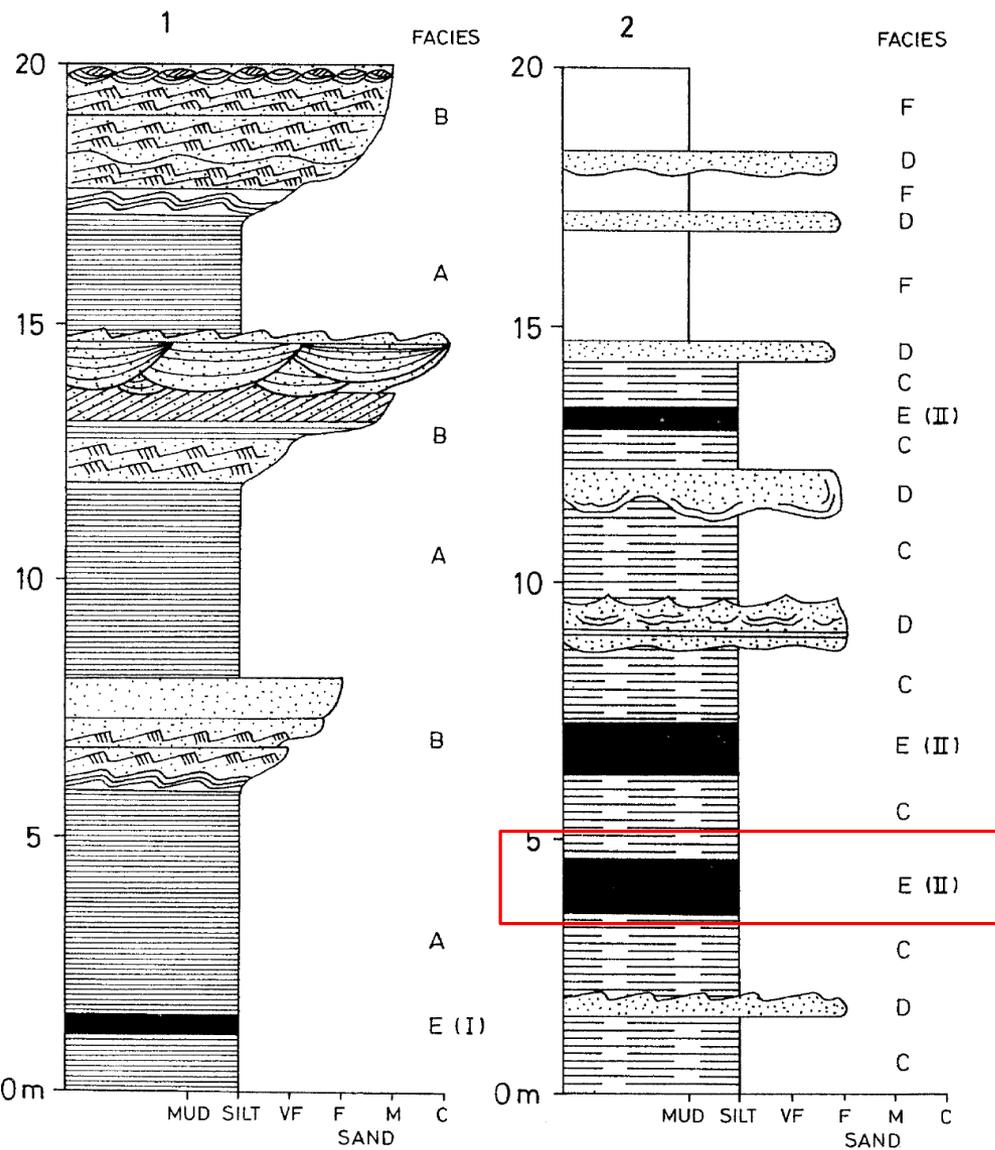
Fine-Grained Turbidites



← Low-Density Turbidity Currents →

Fig. 8. The Bouma sequence and its 'depositional case' (from Bouma, 1962).

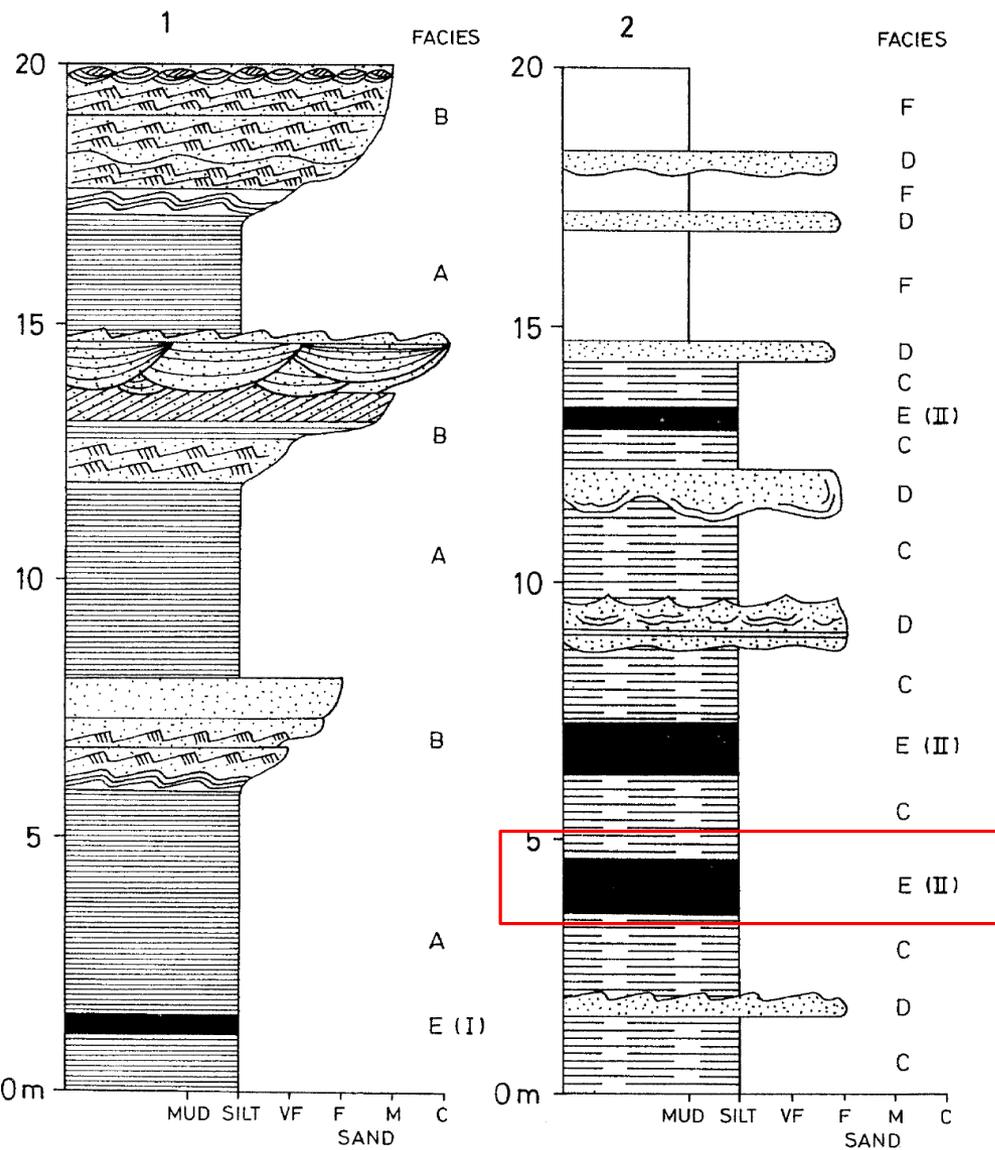
Corrección del Trabajo Práctico



Facies E: FI (negras y grises)

La alternancia de lutitas negras y grises laminadas, en potentes paquetes de 2 a 50 m de espesor, con presencia de asociaciones palinológicas y algas, más la ausencia de bioturbación e invertebrados sugiere una depositación por decantación en un ambiente subácueo, de muy baja energía y anóxico. Estas facies se interpretan como pelitas de zona distales /profundas del lago en periodos de bajo aporte sedimentario a la cuenca (II).

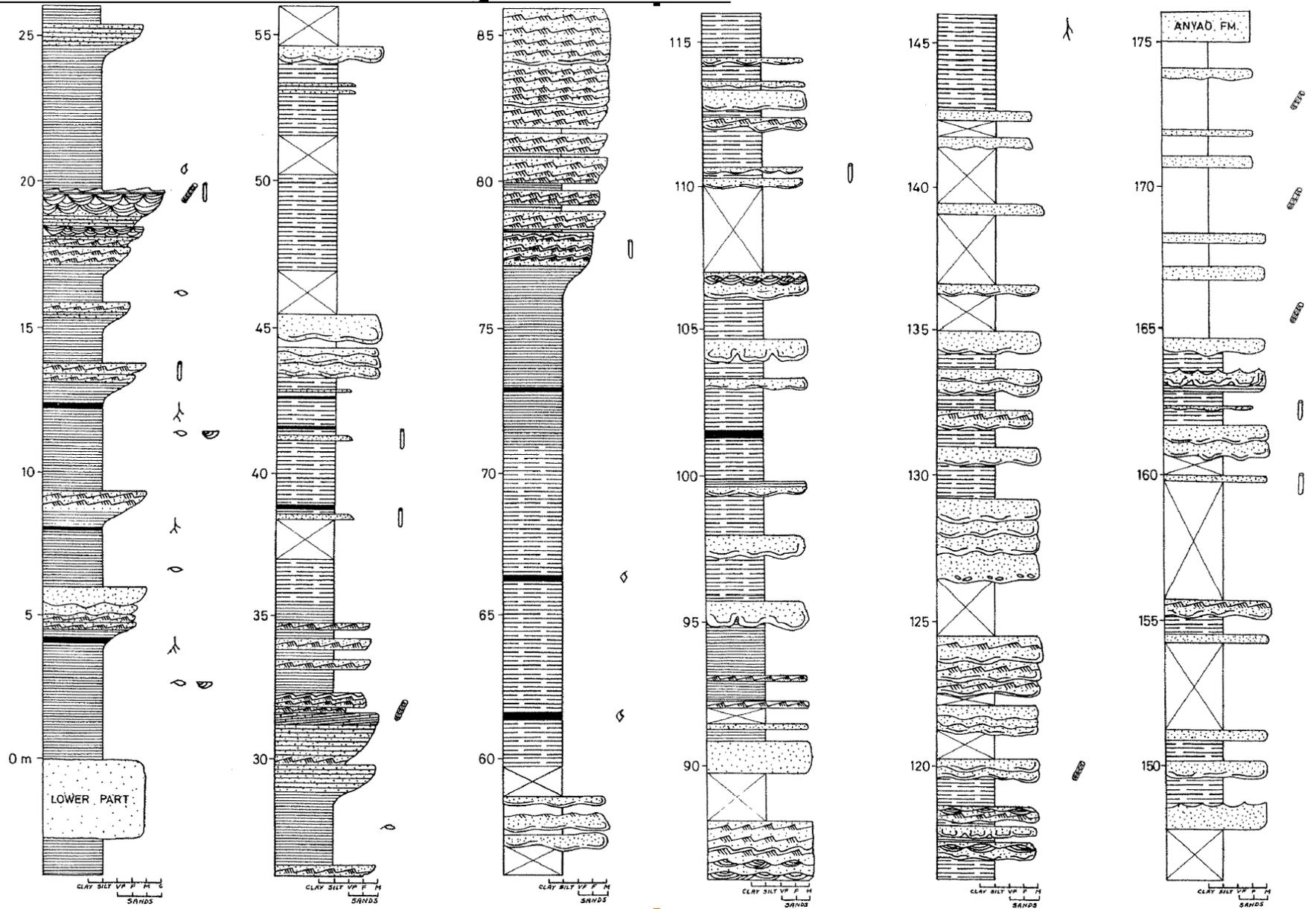
Corrección del Trabajo Práctico



Facies F: Fm (gris verdosa)

La presencia de arcilitas gris verdosas, masivas, con abundantes restos de plantas y ausencia de bioturbación, paleosuelos y grietas de desecación nos indican una depositación subácuea por decantación en un ambiente con deficiencia en óigeno pero no anóxico. Estas facies se interpretan como pelitas de zona distales /profundas del lago en periodos de moderado a alto aporte sedimentario a la cuenca.

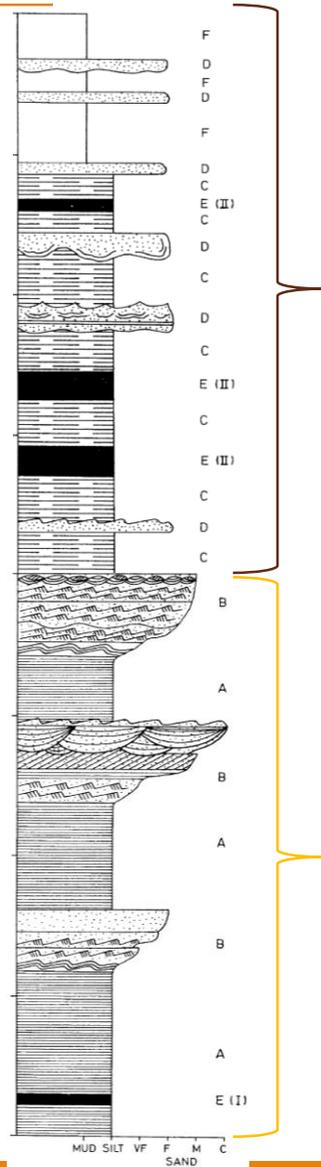
Corrección del Trabajo Práctico



Corrección del Trabajo Práctico

- profun

+profun



Asociación de Facies

Asociación de Facies I y II

I: Formado por las facies A y B las cuales fueron interpretadas como depositadas en un ambiente subácueo somero, en donde se reconocieron ostrácodos de agua dulce, lentes de carbón, barras de desembocadura, por lo que se interpreta como un subambiente de zona costera de un lago.

II: Comprende esta AF las facies C, D, E y F. Las mismas se interpretan como un ambiente subácueo de baja energía, en donde predominaron los procesos de decantación y flujos hiperconcentrados, presencia de pelitas negras bituminosas de un ambiente anóxico, por lo que se interpreta como un subambiente de zona profunda de un lago clástico.

Asociación de Facies I, II y III..... (para el que hizo otras AF)

Sistema

Se reconoce un sistema Lacustre perenne dominado por sedimentación clástica asociado a un sistema deltaico por la presencia de un río influente. El lago pasa por diversos momentos de oxigenación y momentos anóxicos.....