

## **Cambios del nivel del mar**

**Tectonoeustacia: movimientos tectonicos (200 m amplitud)**

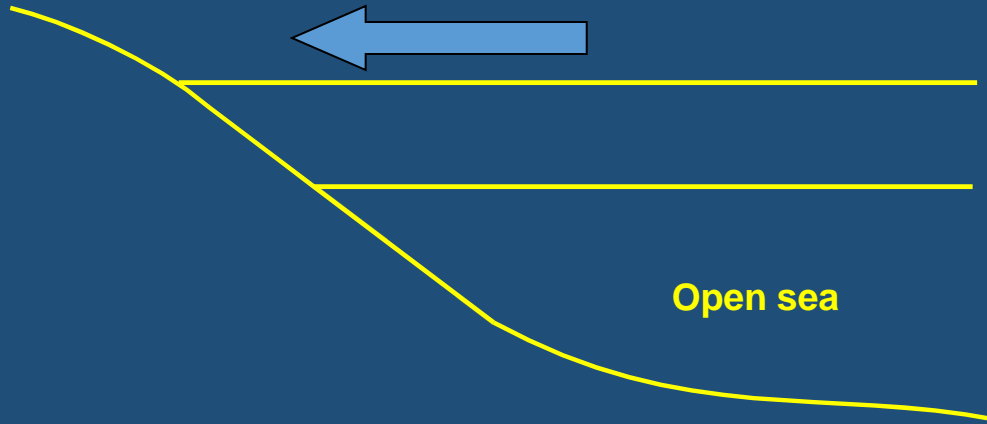
**Glacioeustaticos: cambios del volumen del oceano debido a glaciacion y deglaciacion (100 m de amplitud)**

**Geoidoeustacia: deformacion de superficies oceanicas por causas gravitacionales y efecto coriolis (0,5 - 2m de amplitud)**

**Hidroisostacia: movimientos relacionados a la expansion y retraccion de de los continentes como consecuencia de procesos de erosion y deposito (5 m amplitud).**

Transgression: sea level rise => marine intrusion

Shore



$L_{final}$

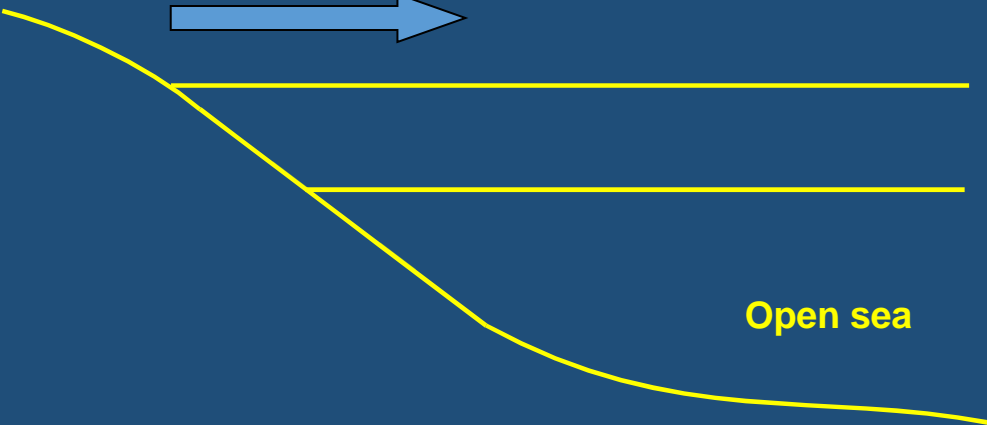
$L_{initial}$

Open sea



Shore

Regression: sea level fall => marine retirement



$L_{initial}$

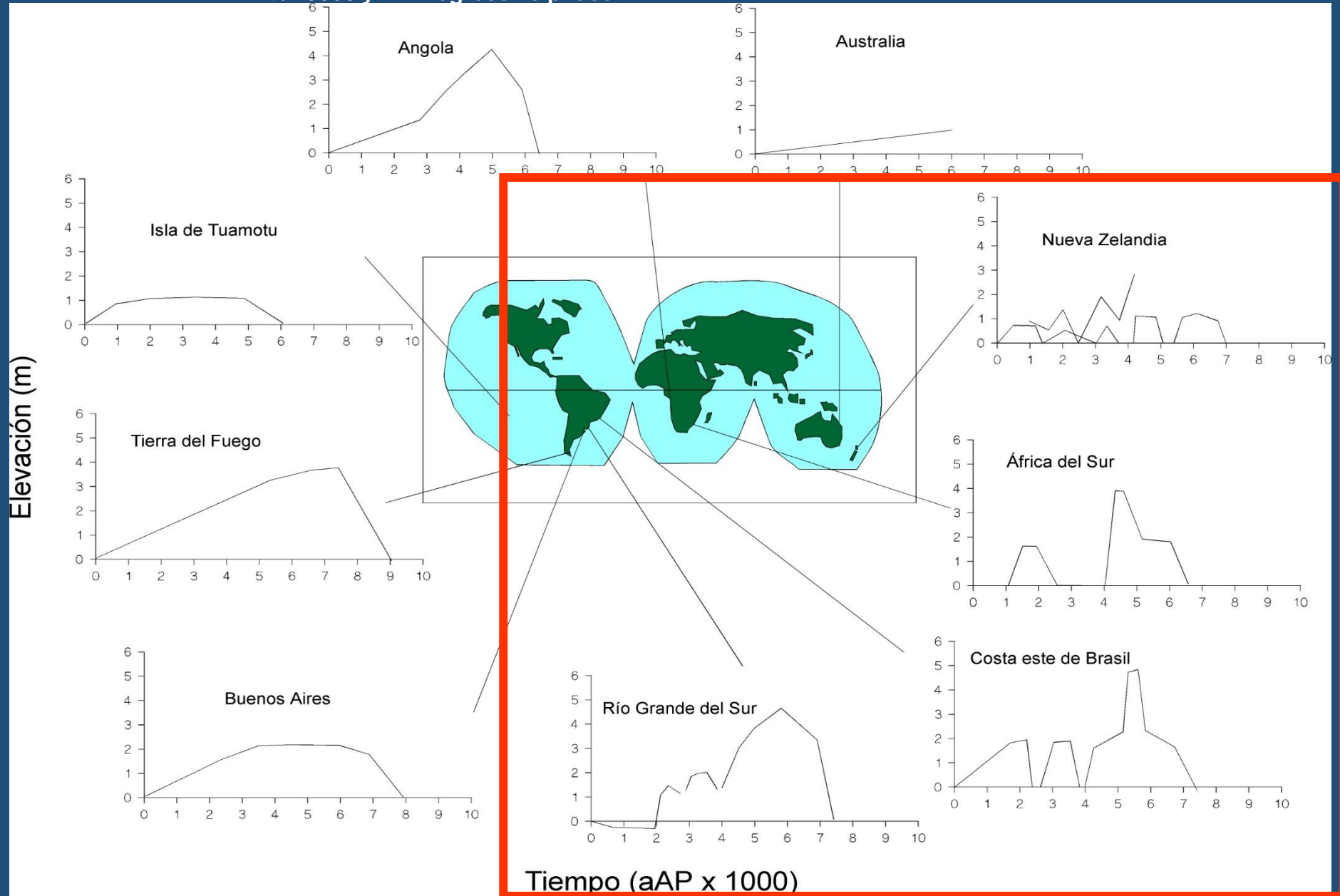
$L_{final}$

Open sea

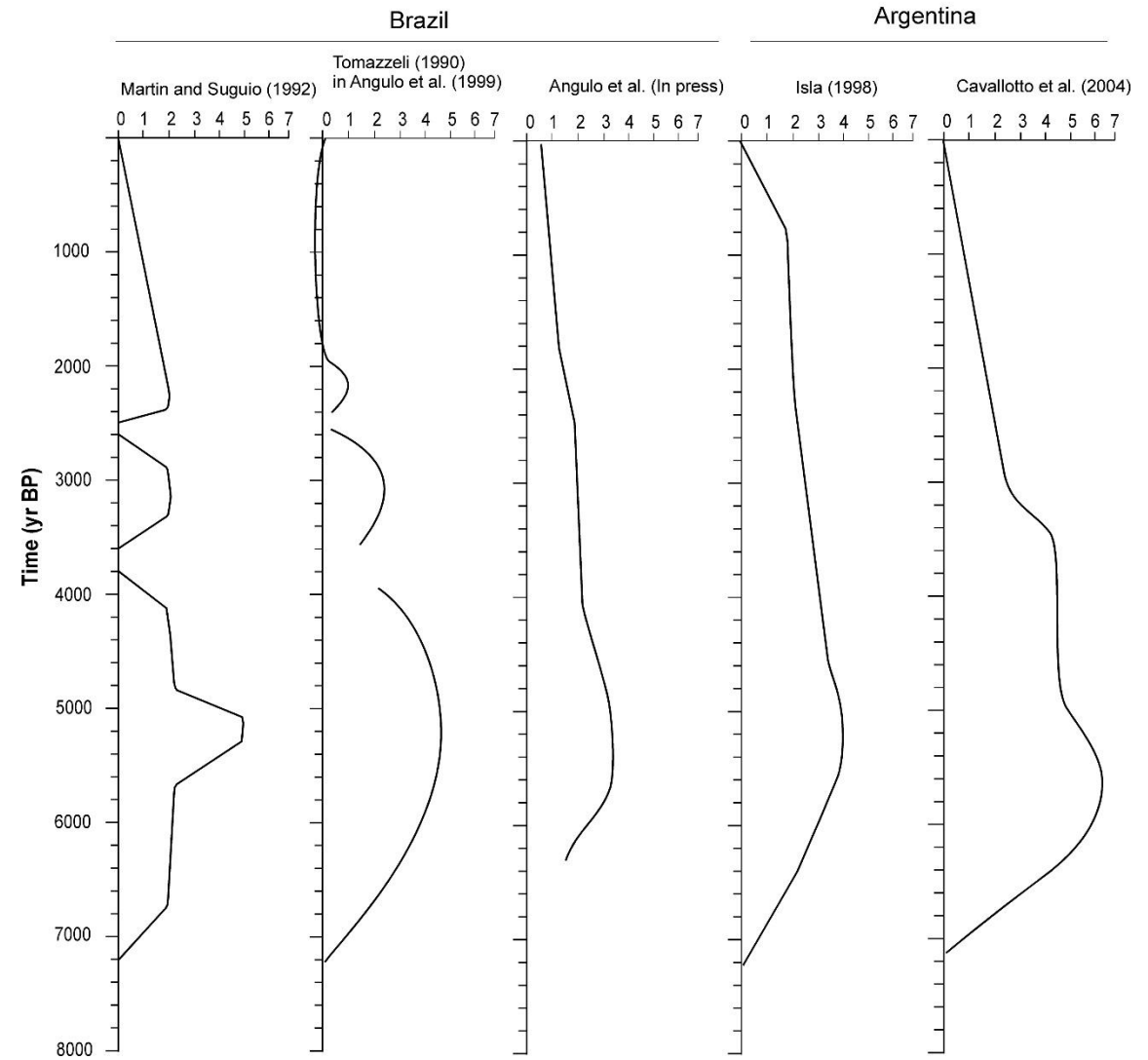
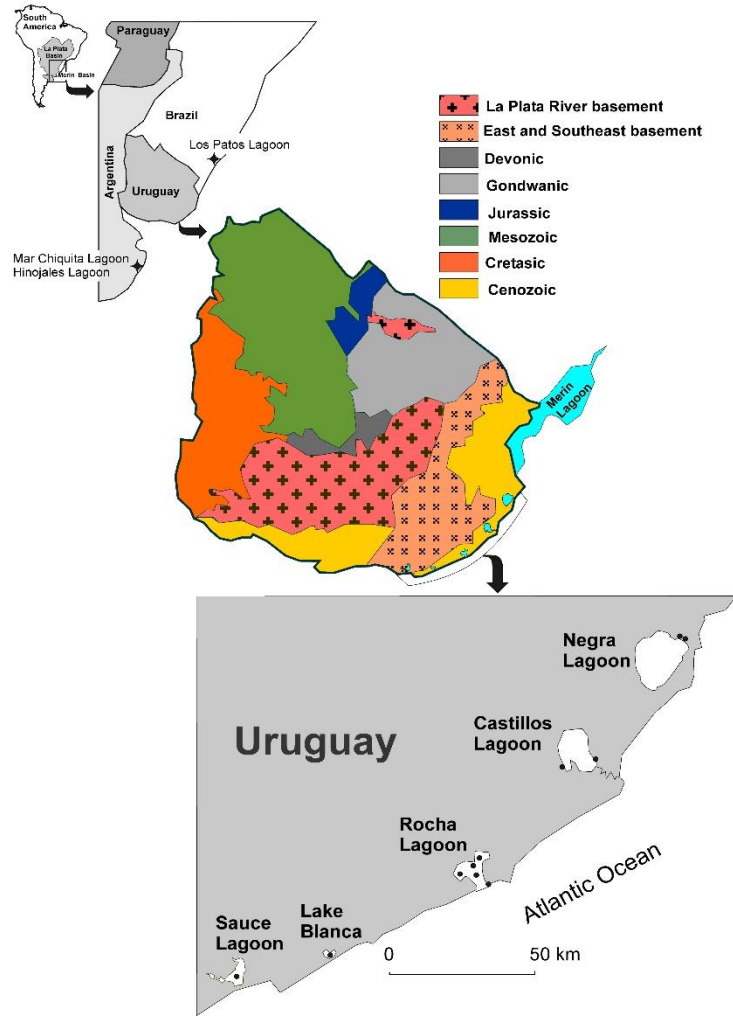


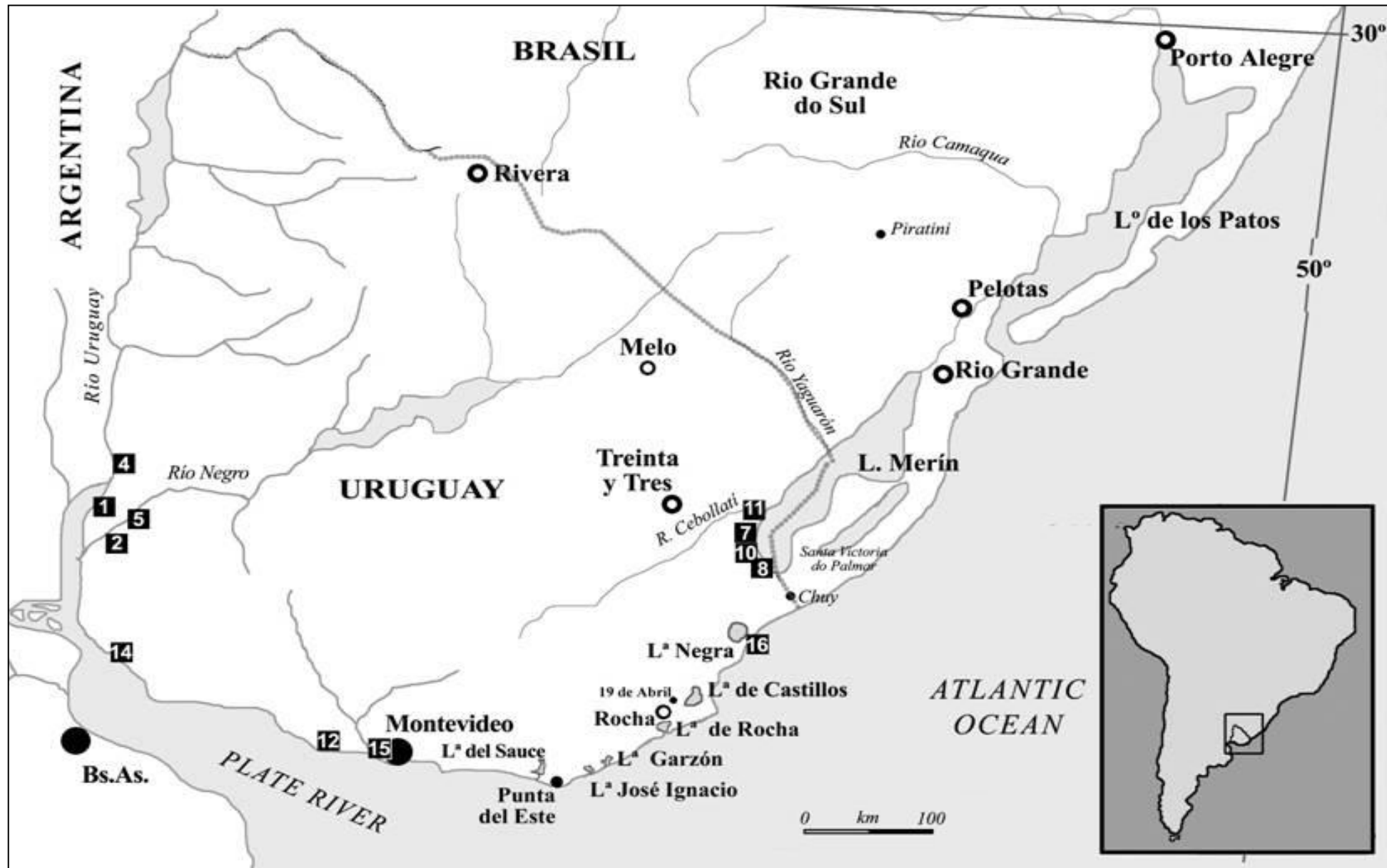
# Holocene sea level variation in the southern hemisphere

- About 7000 yr BP first Holocene transgression
- 5000 yr BP maximum Holocene sea level was achieved
- After 5000 yr BP regressive phase

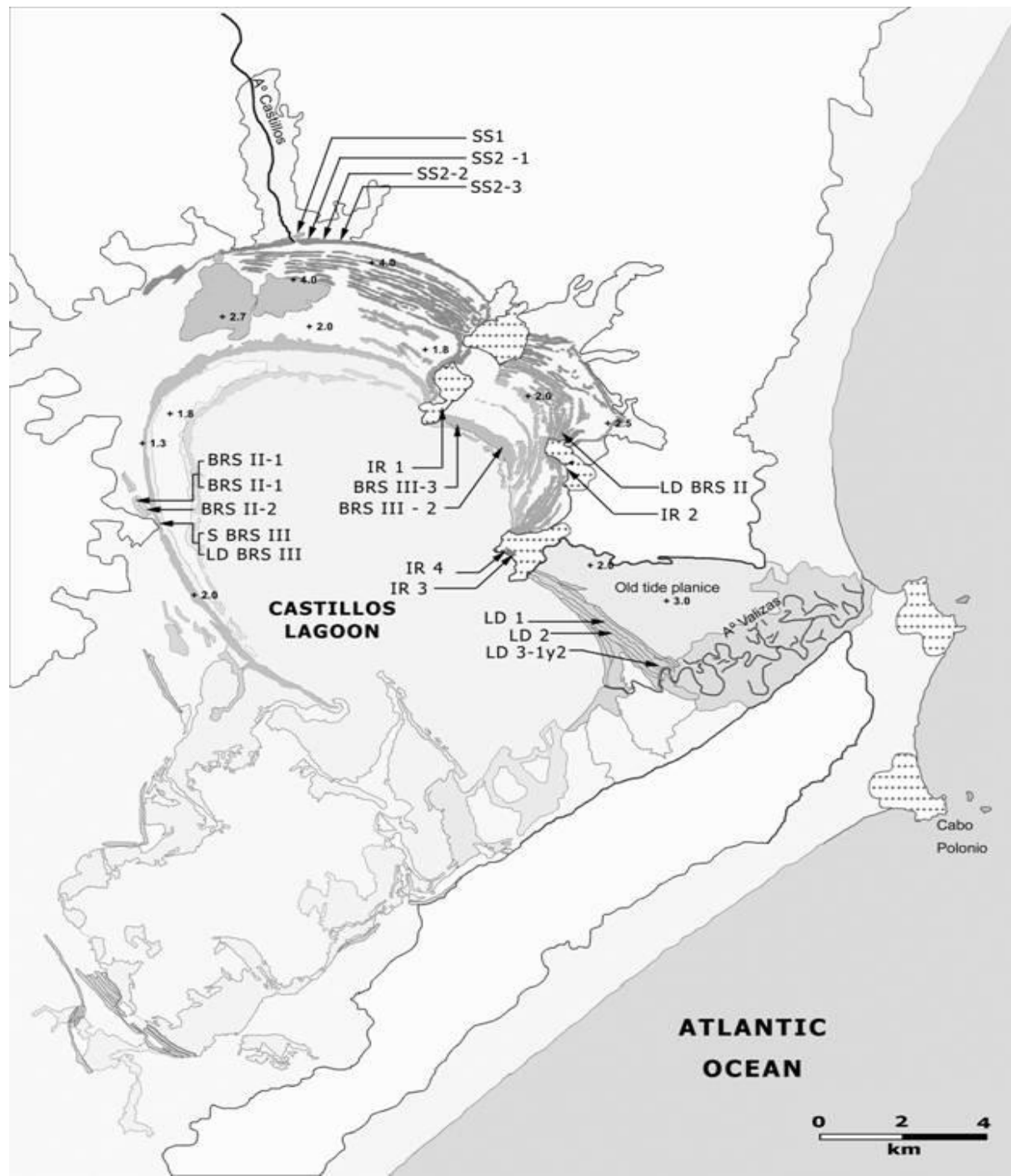


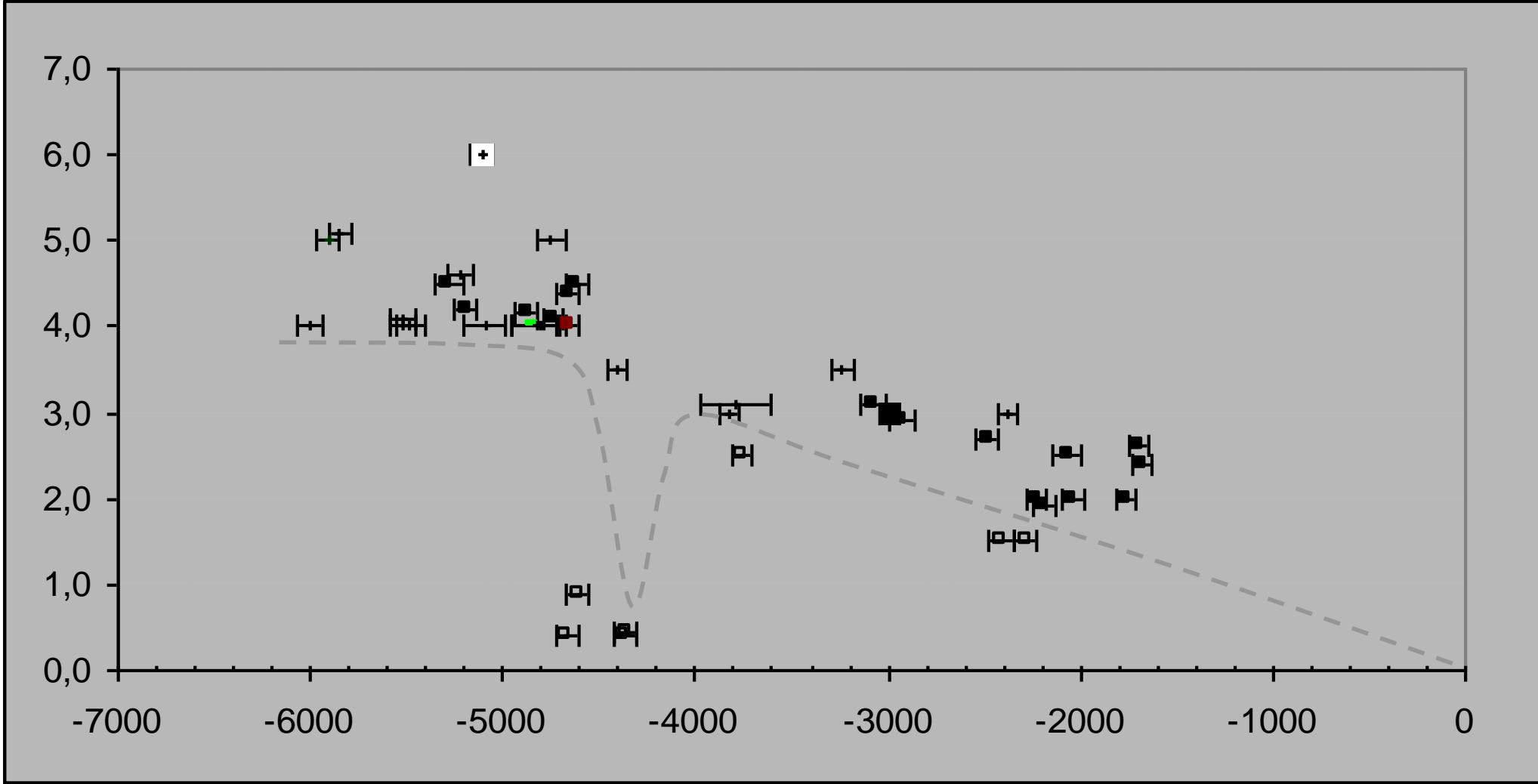
# Regional models of sea level change (m)



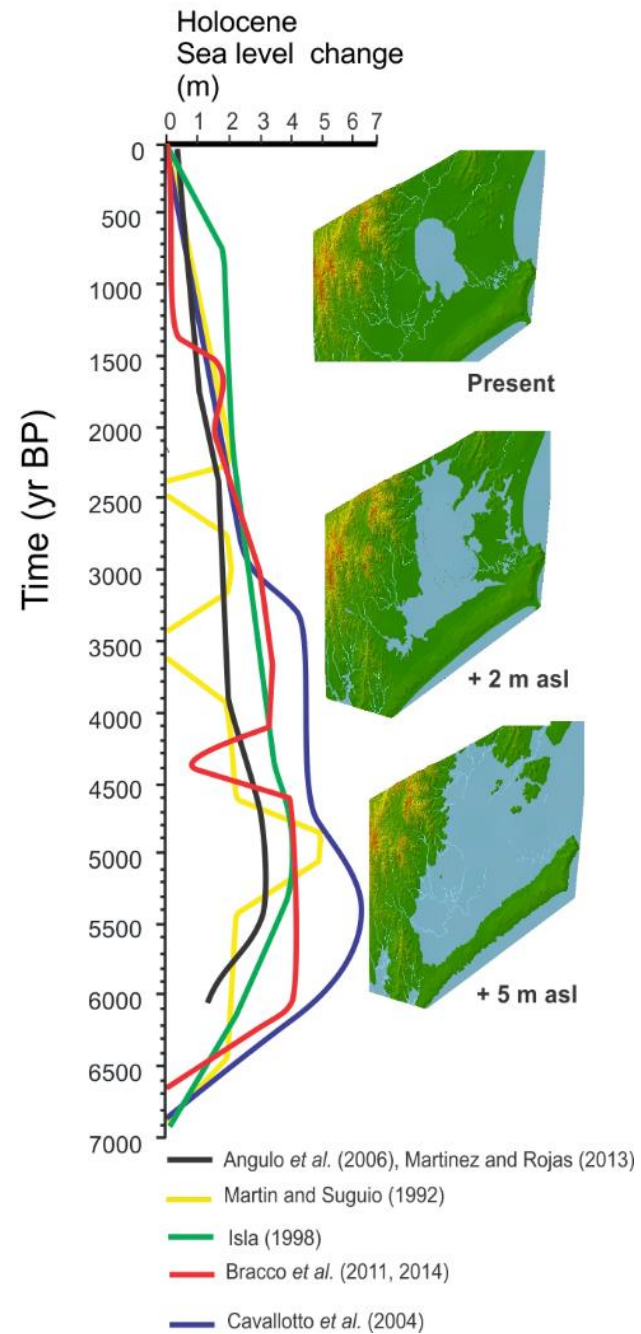
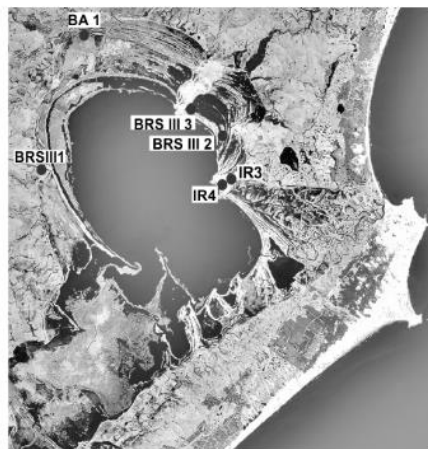
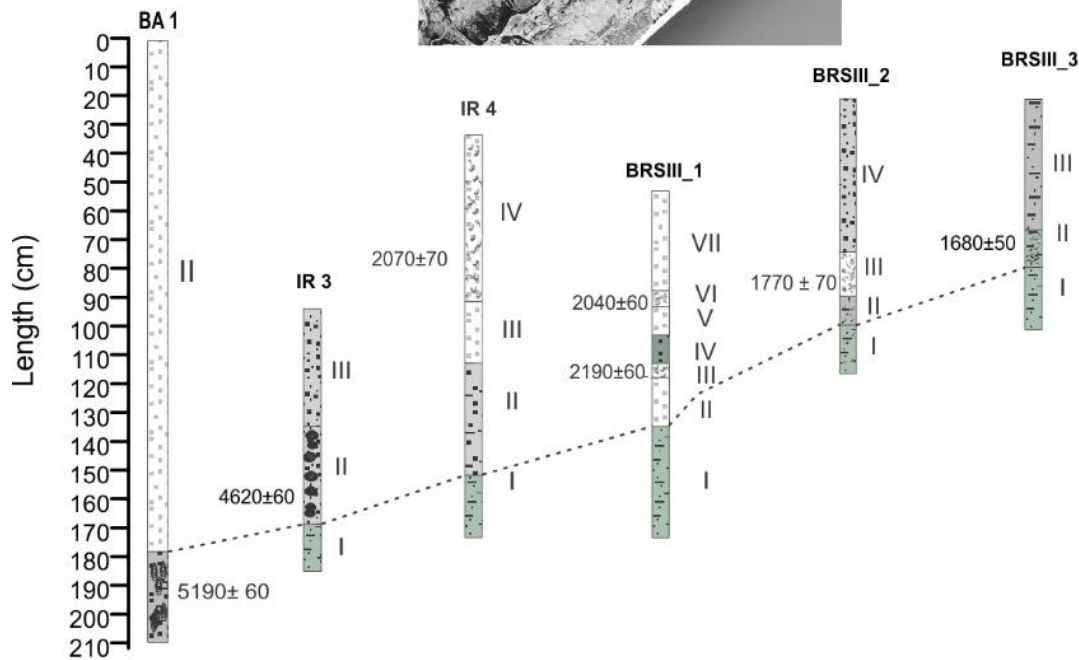


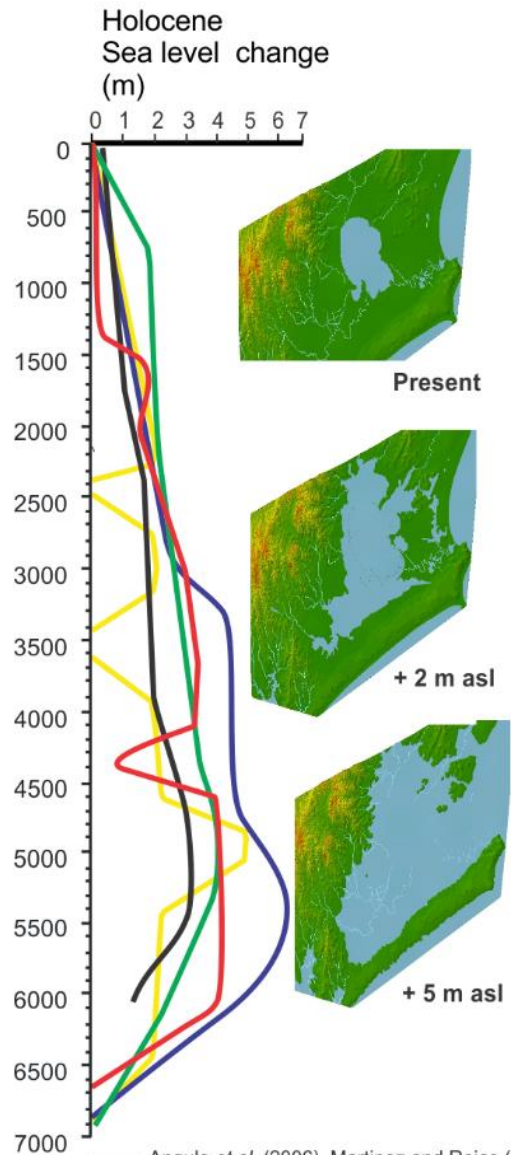




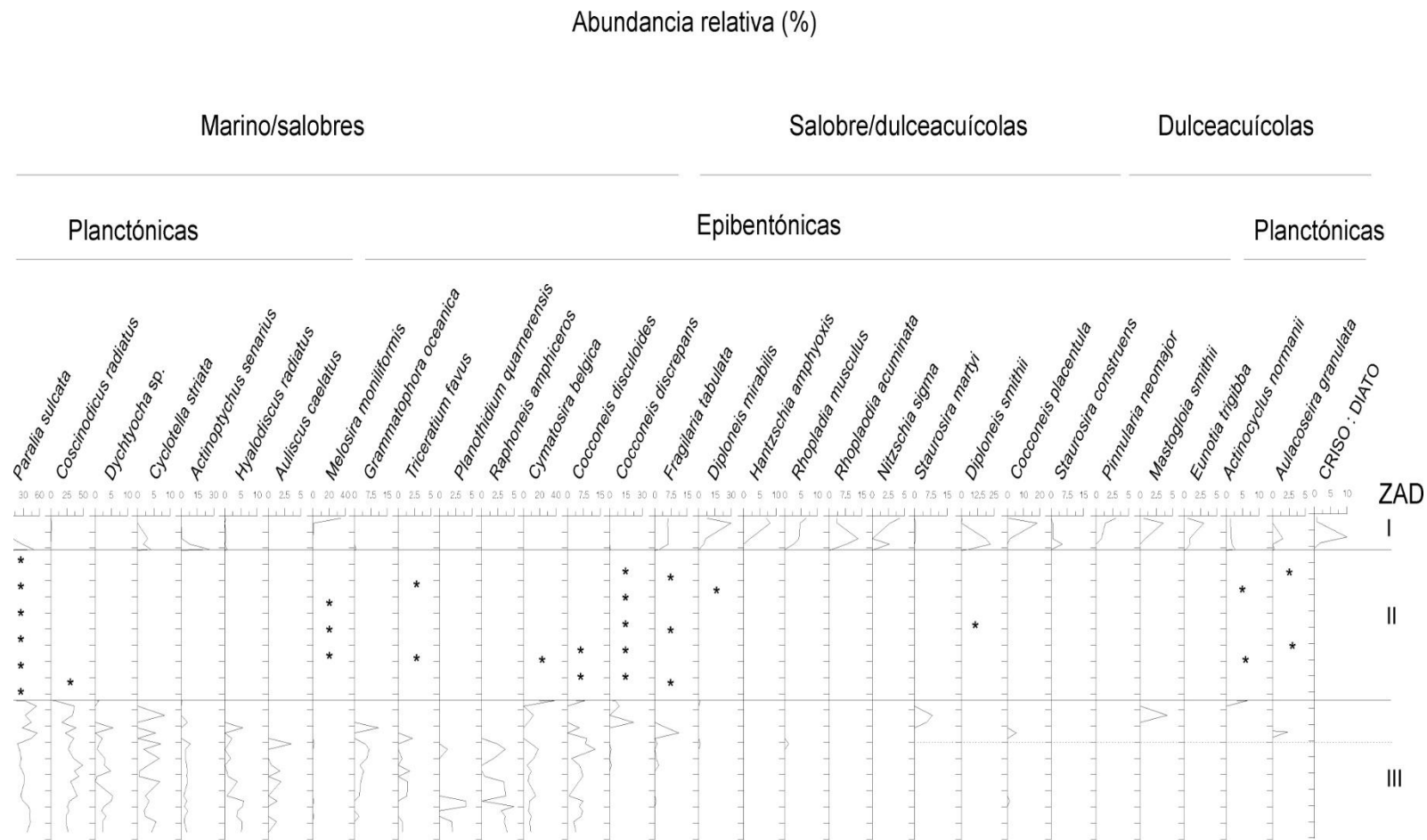


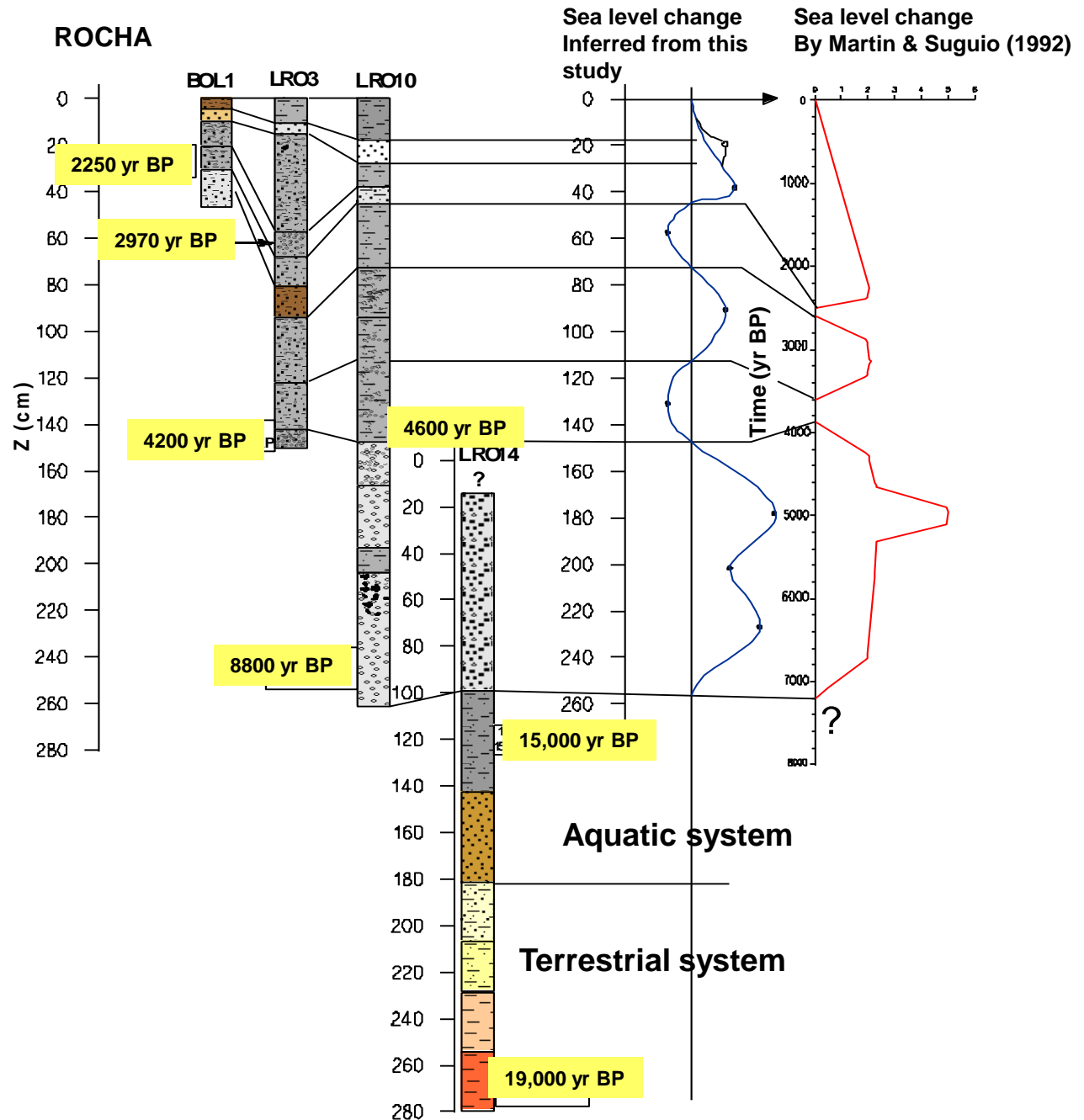


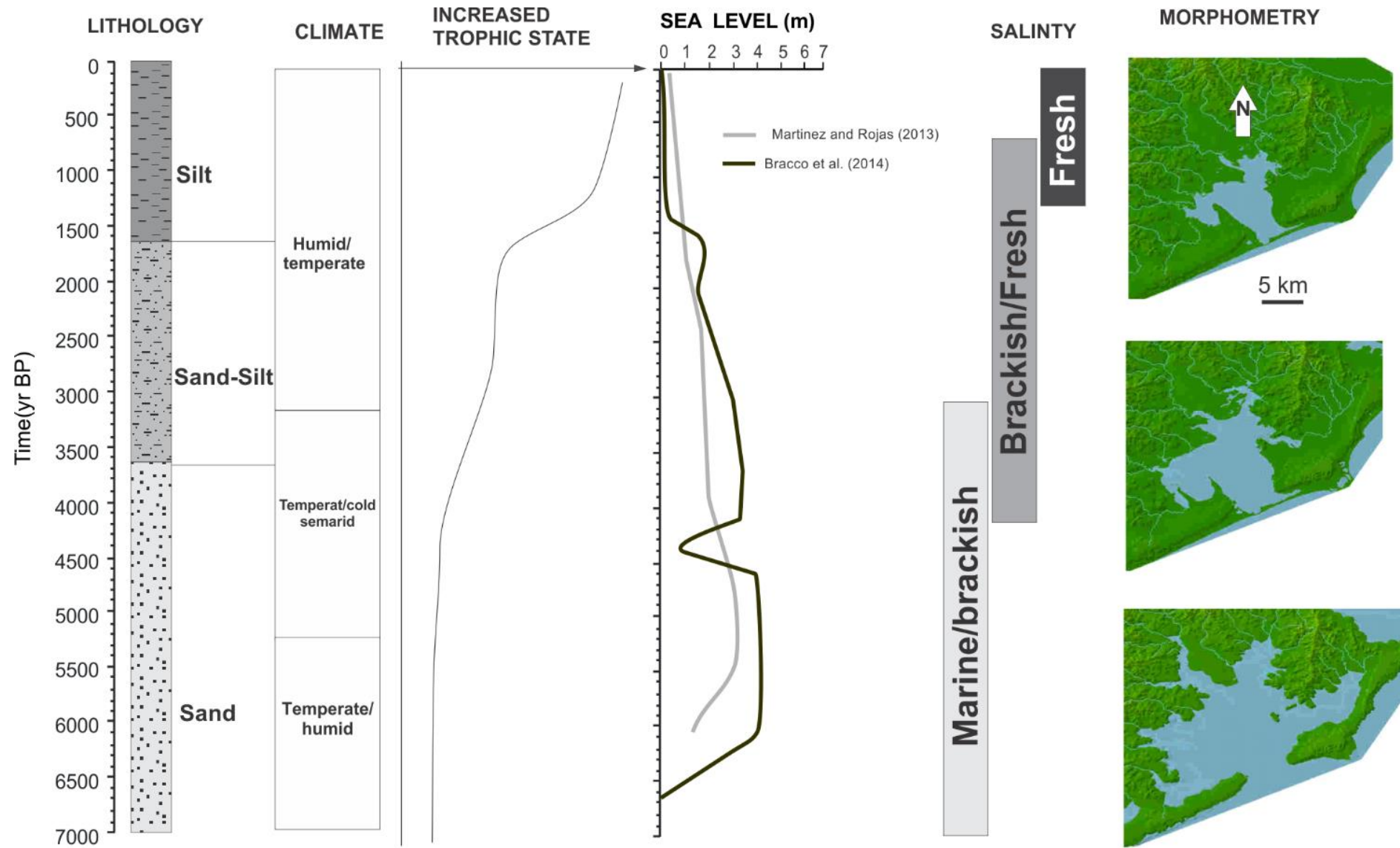




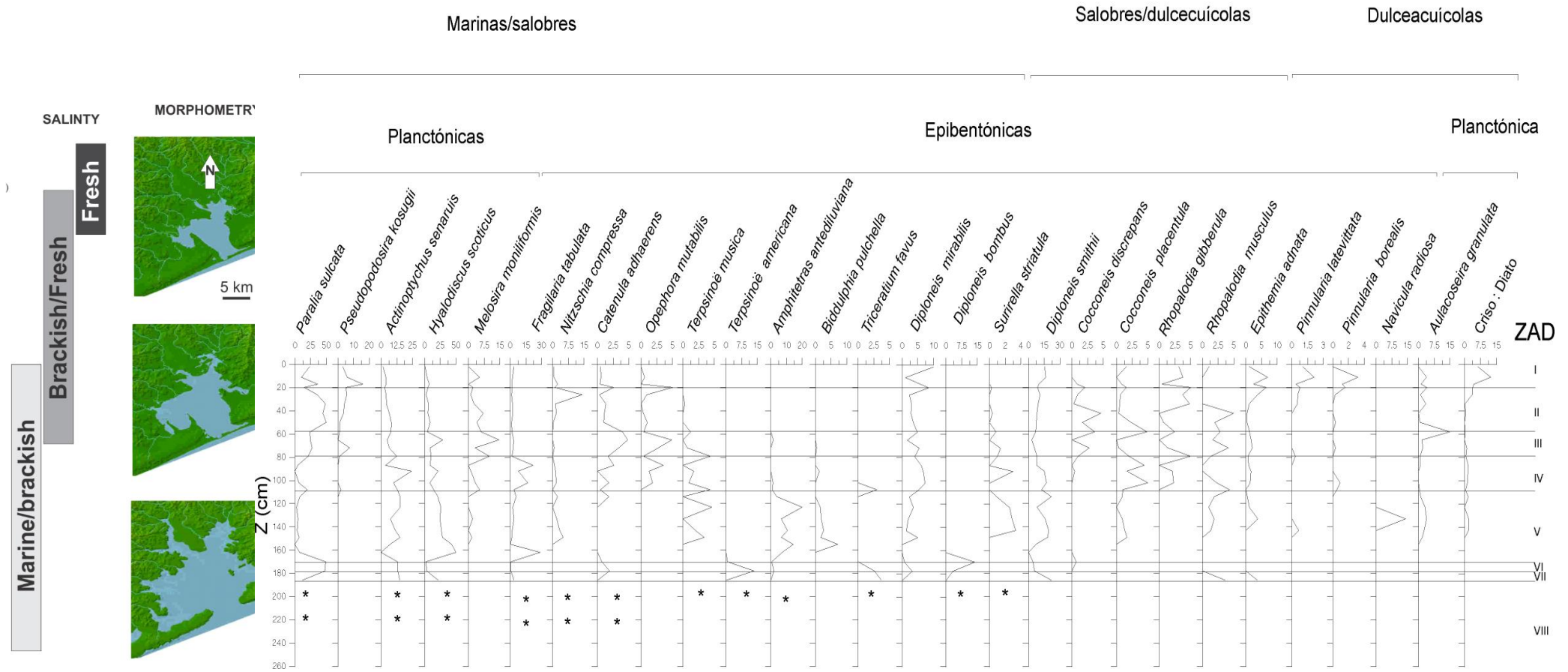
- Angulo *et al.* (2006), Martínez and Rojas (2013)
- Martin and Suguio (1992)
- Isla (1998)
- Bracco *et al.* (2011, 2014)
- Cavallotto *et al.* (2004)

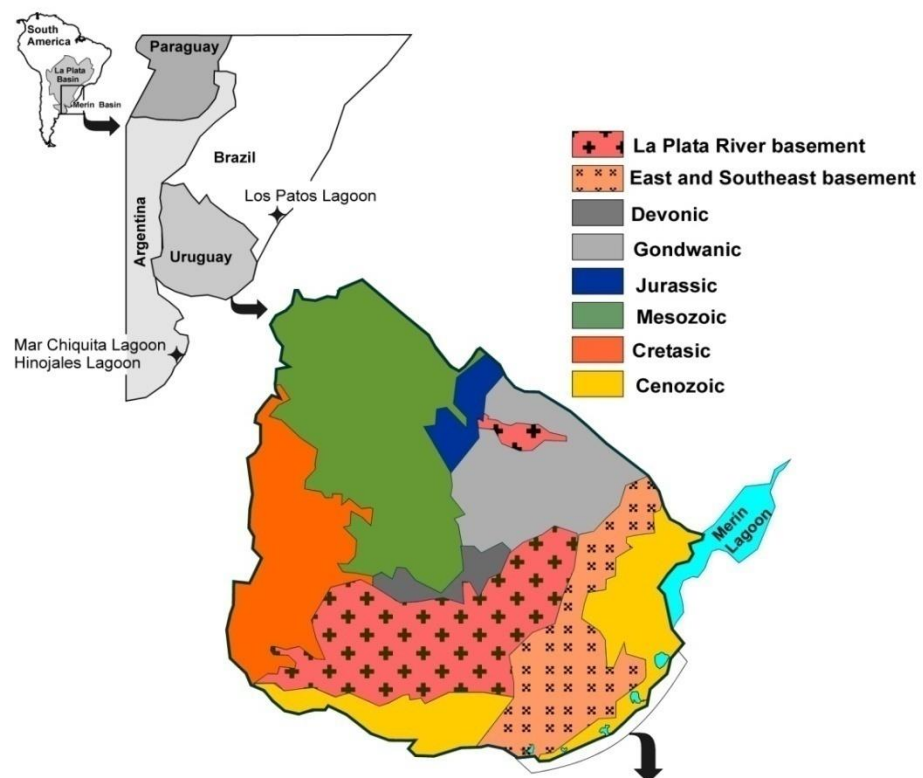






# Abundancia relativa (%)





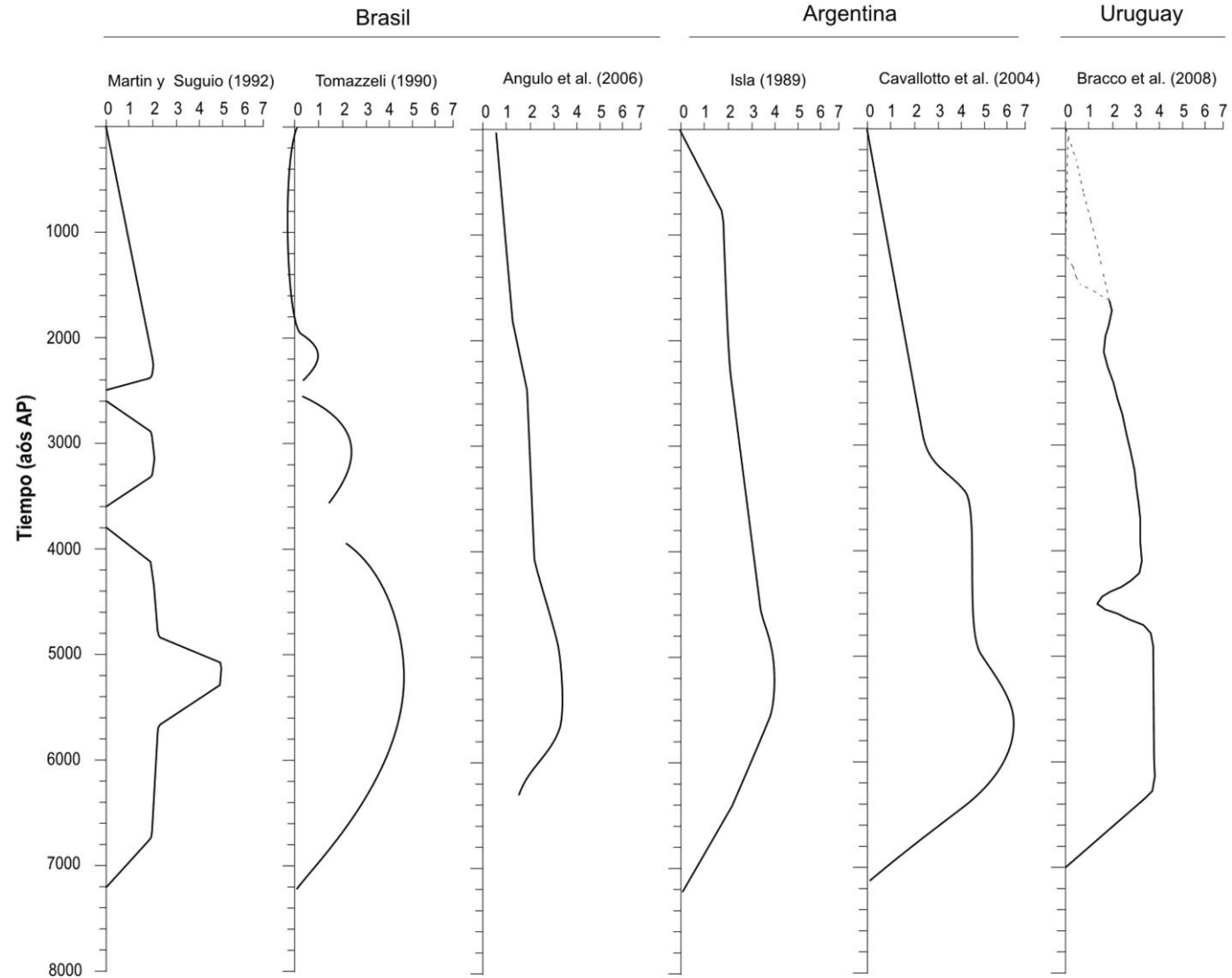
Los mejores registros del Holoceno se encuentran en la zona costera,

El registro sedimentario de lagunas costeras es una excelente fuente de información histórica de la evolución costera en e largo plazo,

La evolución de la zona costera depende de las variaciones de l nivel del mar, el cambio Climático.

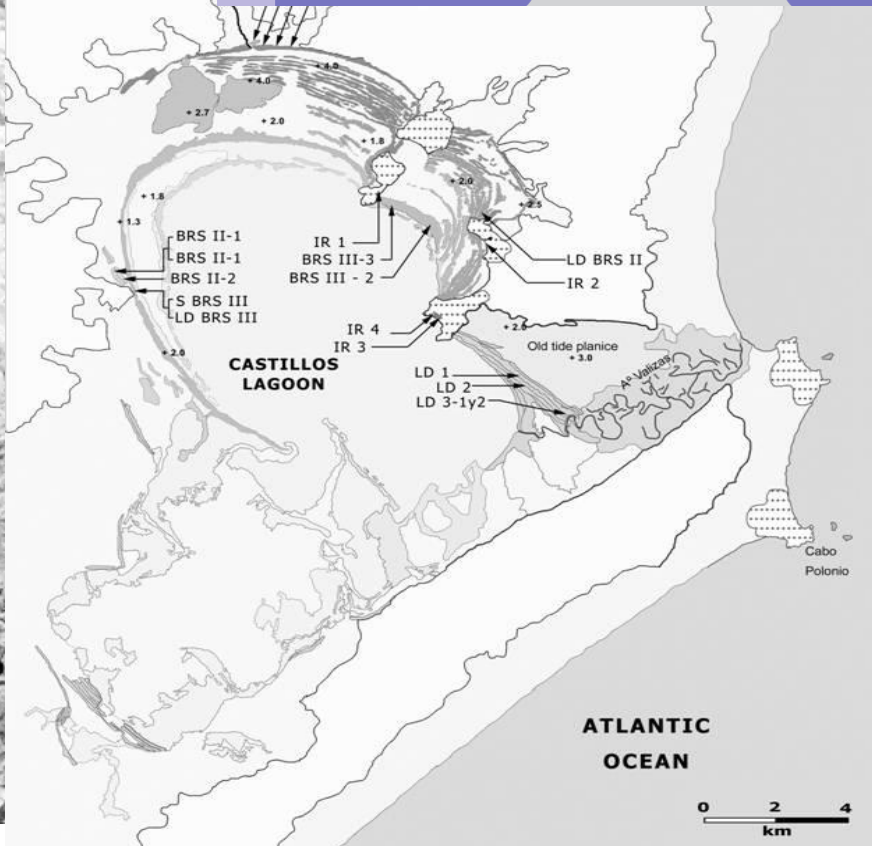


# Modelos regionales de cambio del nivel del mar (m)





Bracco et al (in prep)



Felipe García Rodríguez  
editor

# El Holoceno en la zona costera de Uruguay

Agencia EP Bases en Licenciada en Ciencias Biológicas de la Udelar, Magister en Ciencias Biológicas del Programa de Doctorado de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile, y asistida a investigar en el Instituto Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (INICTE) de Chile, profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) y profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) y profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC).

Prof. Dra. Bracco en Licenciada en Ciencias Biológicas de la Udelar, Magister en Ciencias Biológicas del Programa de Doctorado de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile, y asistida a investigar en el Instituto Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (INICTE) de Chile, profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) y profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC).

Prof. Dr. Bracco en Licenciada en Ciencias Biológicas de la Udelar, Magister en Ciencias Biológicas del Programa de Doctorado de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile, y asistida a investigar en el Instituto Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (INICTE) de Chile, profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) y profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC).

Prof. Dr. Bracco en Licenciada en Ciencias Biológicas de la Udelar, Magister en Ciencias Biológicas del Programa de Doctorado de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile, y asistida a investigar en el Instituto Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (INICTE) de Chile, profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) y profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC).

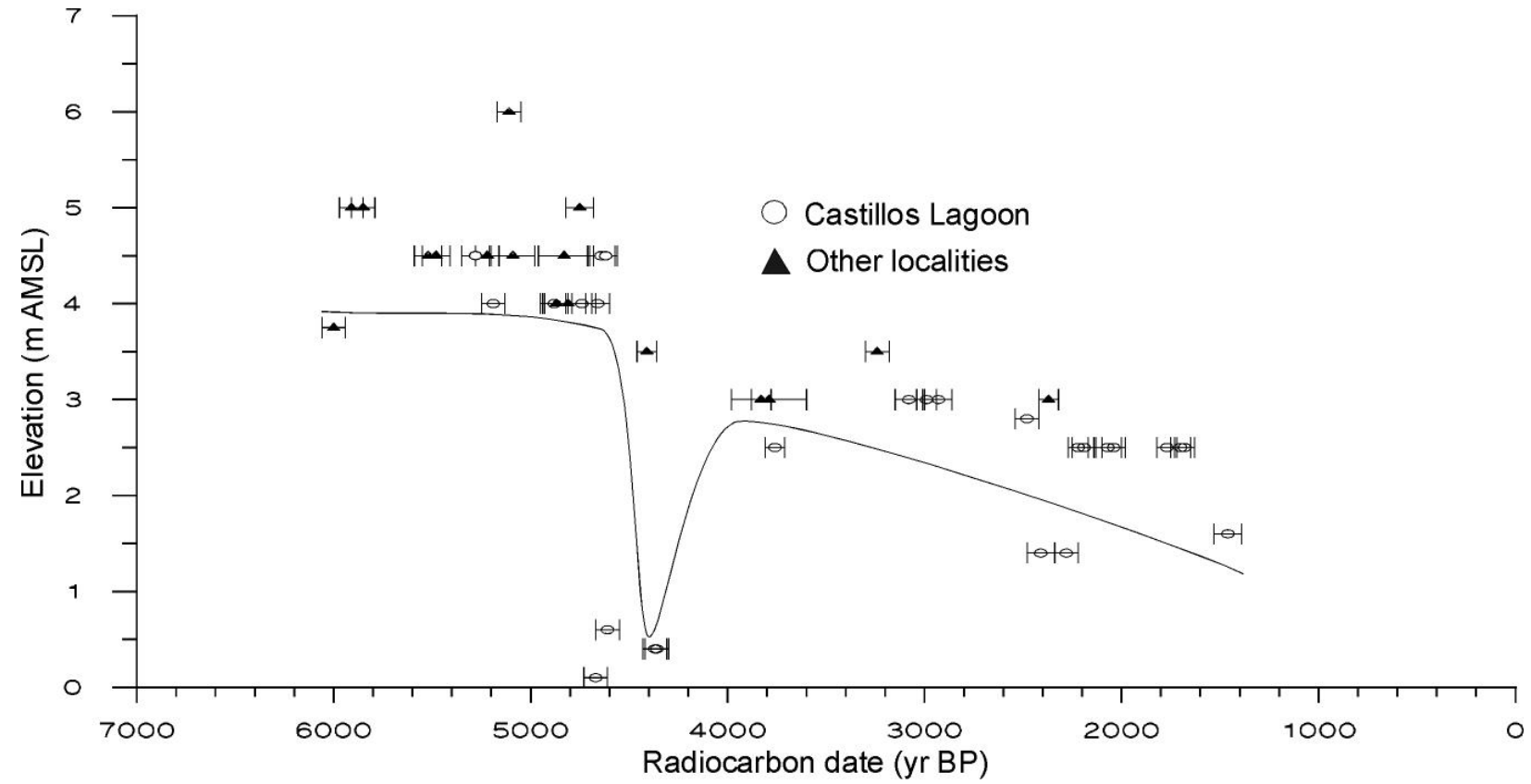


Felipe García Rodríguez (editor) | El Holoceno en la zona costera del Uruguay



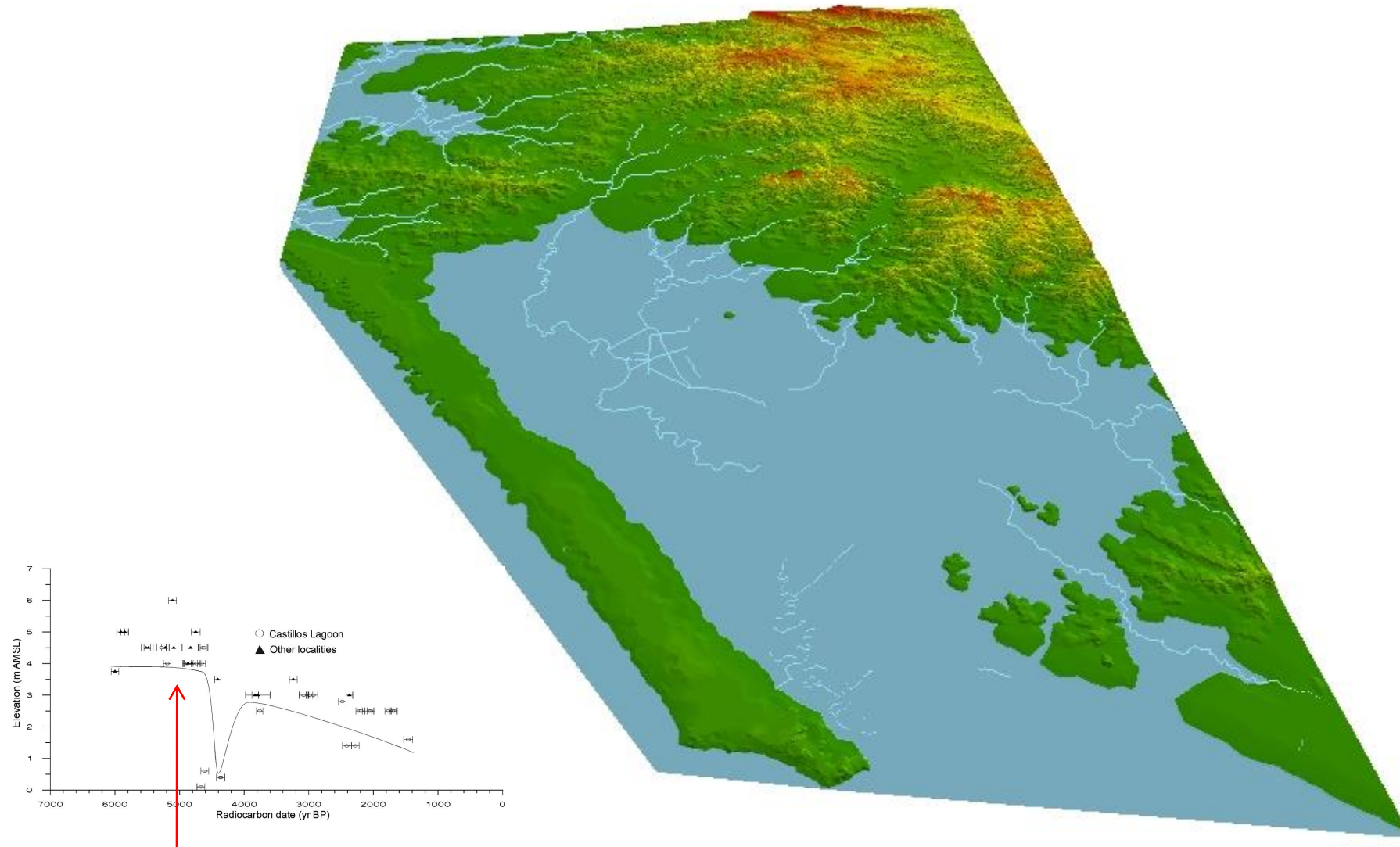


# Las variaciones del nivel del mar en la costa del Uruguay



?Cual es la relación entre variaciones del nivel del mar y geomorfología costera?

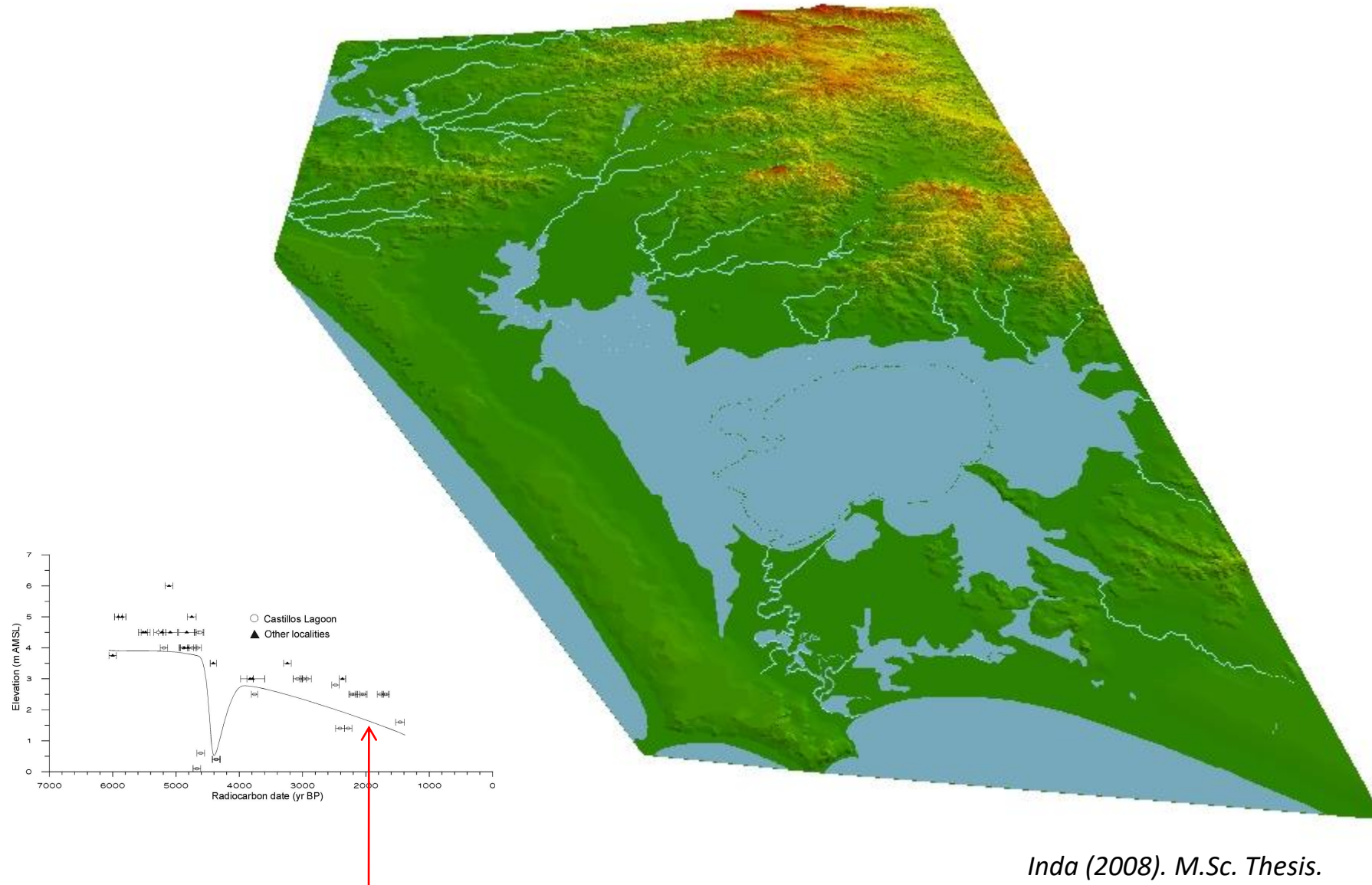
Laguna de Rocha, + 5 m amsl, 5000 aAP



Inda (2008). M.Sc. Thesis.

?Cual es la relación entre variaciones del nivel del mar y geomorfología costera?

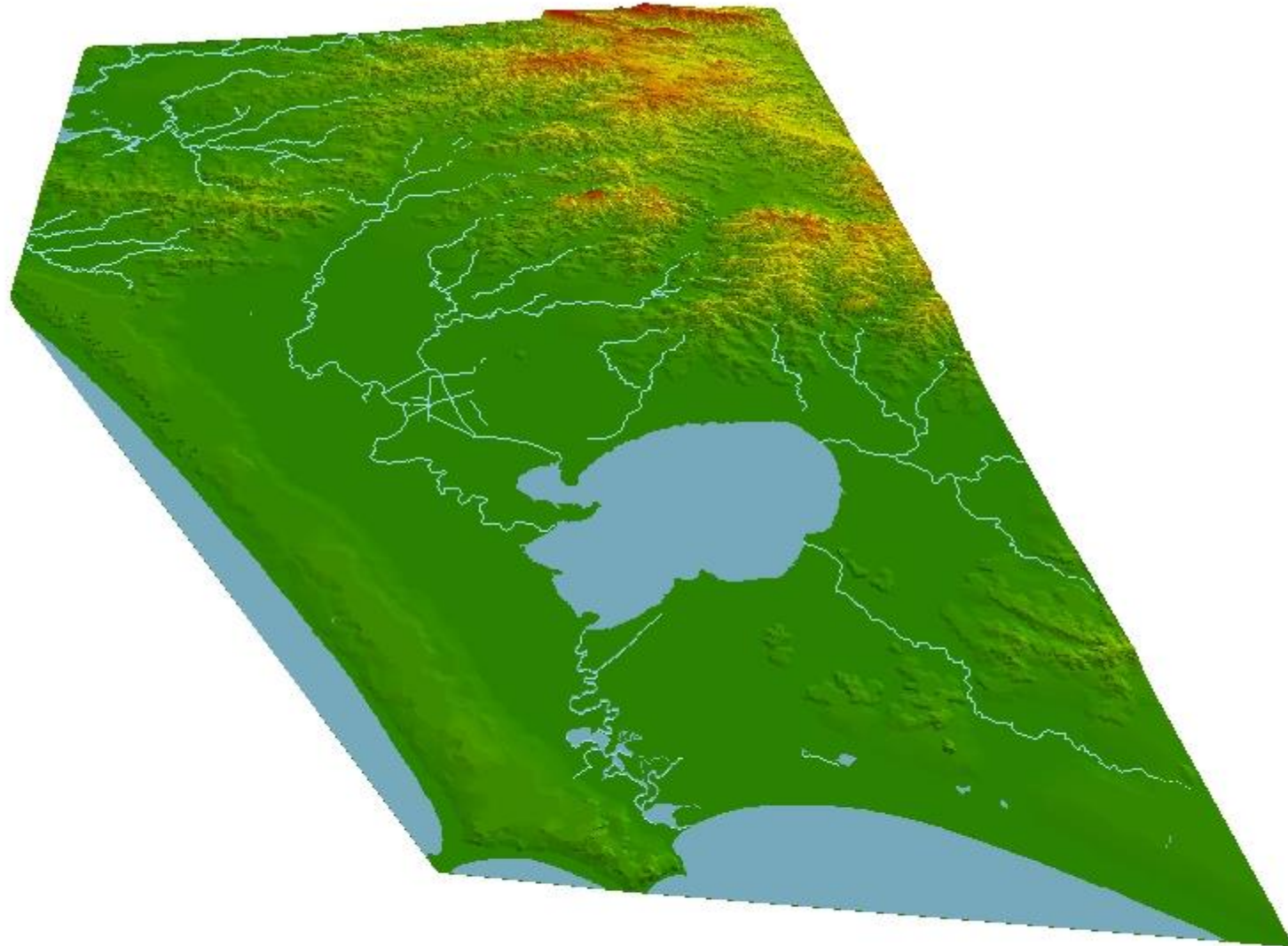
Laguna de Rocha, + 2 m amsl, 2000 aAP



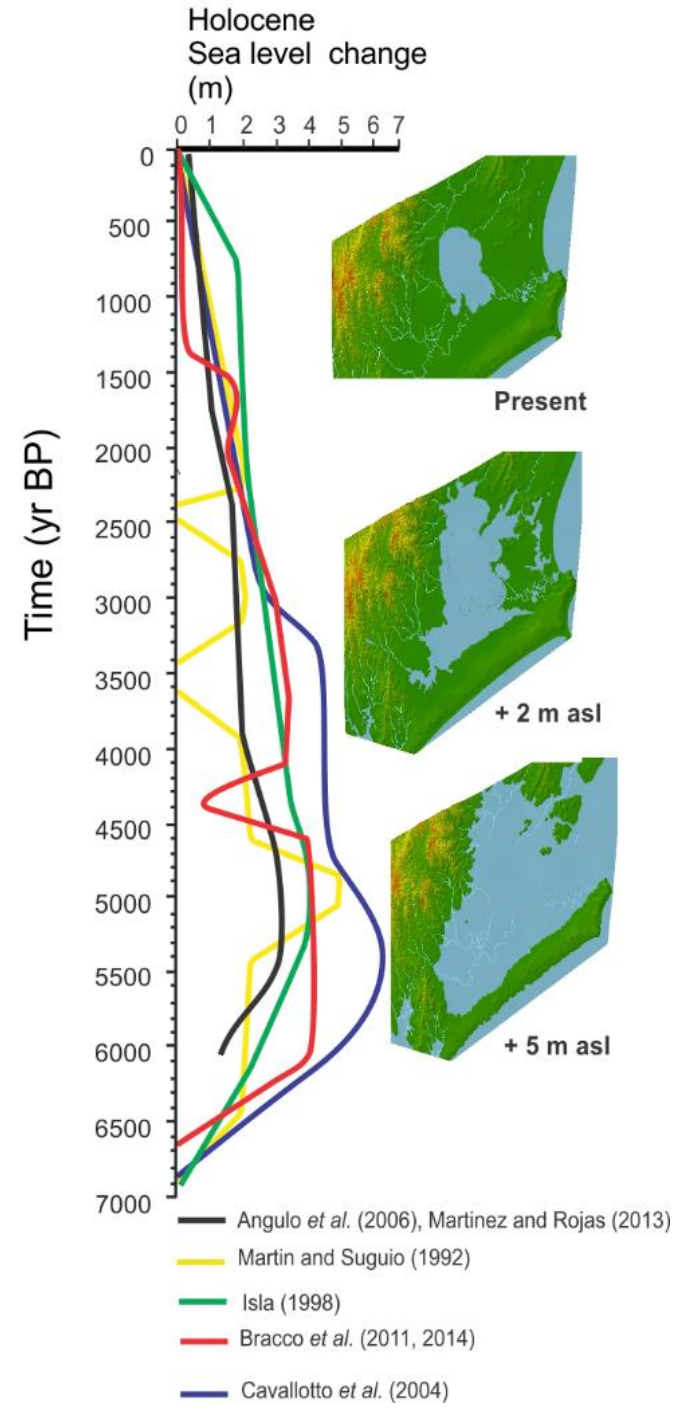
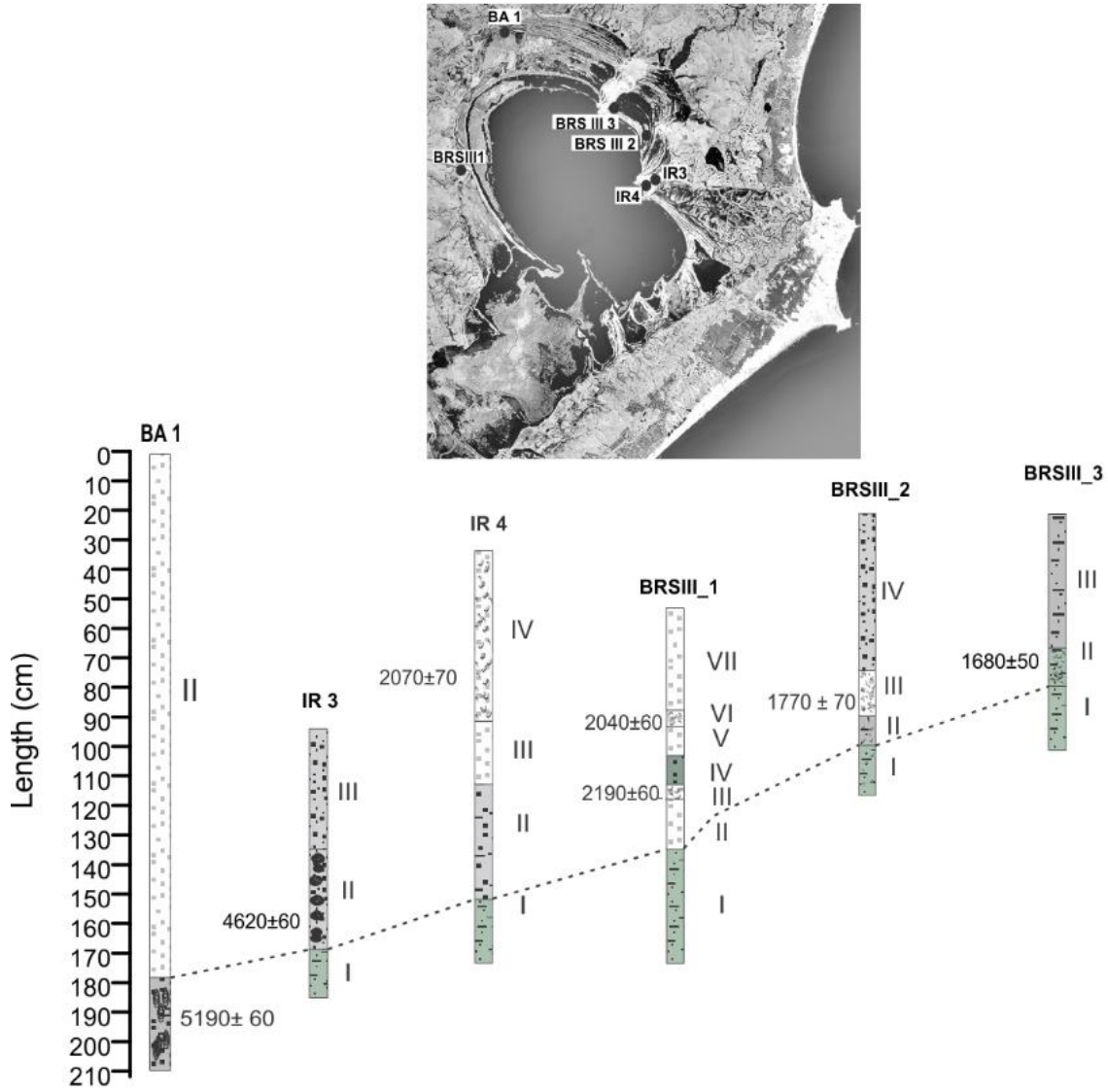
Inda (2008). M.Sc. Thesis.

?Cual es la relación entre variaciones del nivel del mar y geomorfología costera?

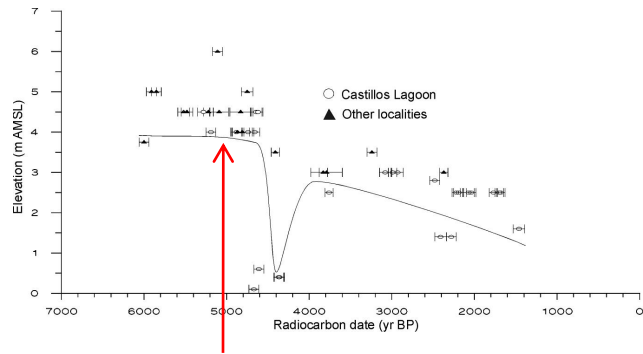
Laguna de Rocha, + 5 m amsl, **Presente**



*Inda (2008). M.Sc. Thesis.*



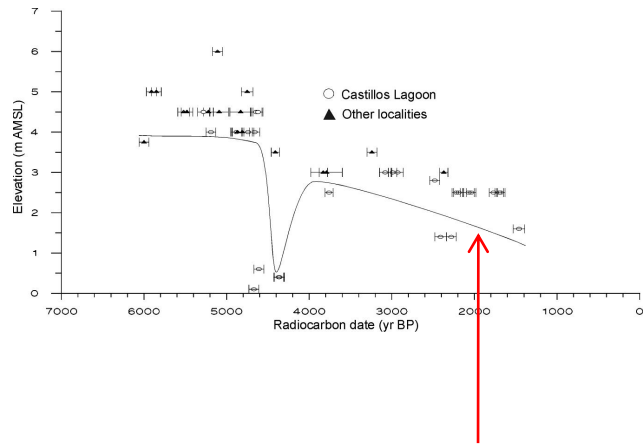
?Cual es la relación entre variaciones del nivel del mar y geomorfología costera?



Laguna de Rocha, + 5 m amsl, 5000 aAP



?Cual es la relación entre variaciones del nivel del mar y geomorfología costera?



Laguna de Rocha, + 2 m amsl, 2000 a AP



?Cual es la relación entre variaciones del nivel del mar y geomorfología costera?

Laguna de Rocha - **Presente**

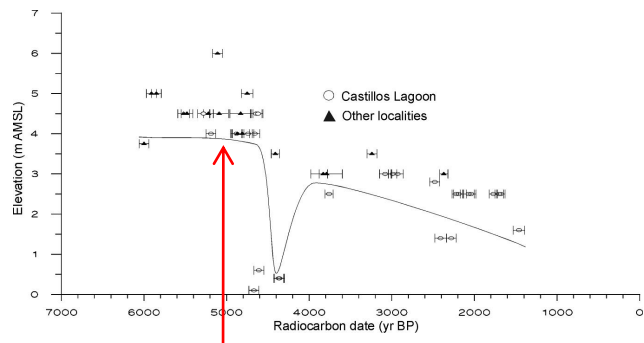
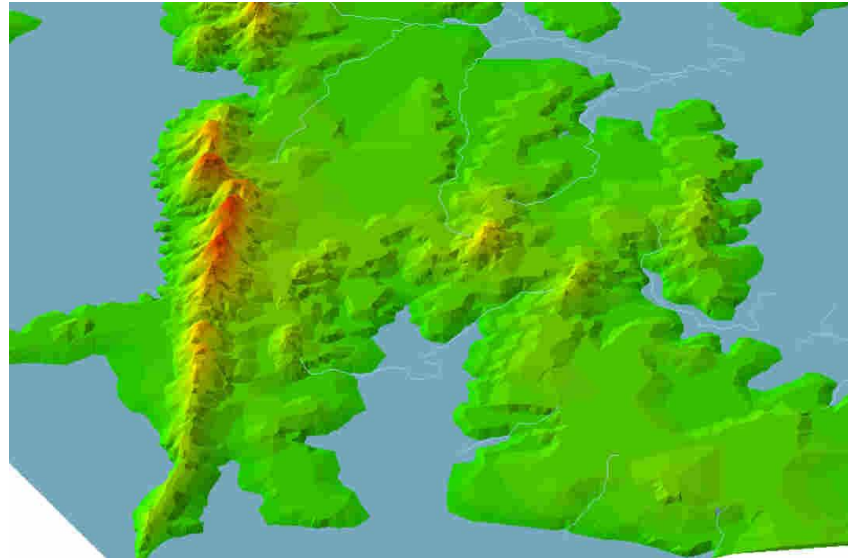


*Inda (2008). M.Sc. Thesis.*



?Cual es la relación entre variaciones del nivel del mar y geomorfología costera?

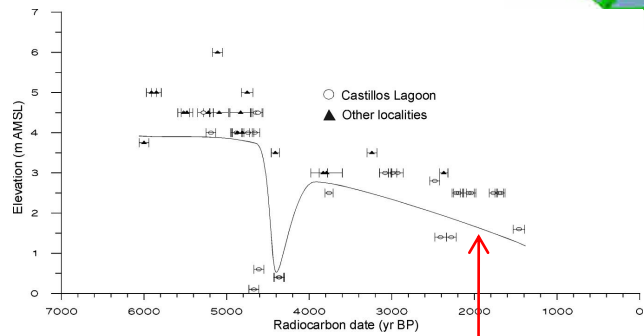
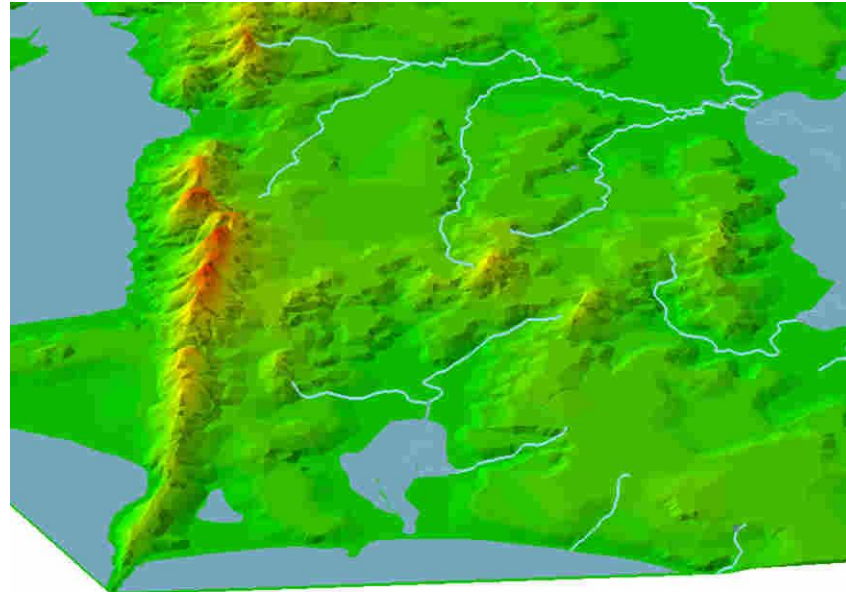
Laguna del Diario, + 5 m amsl, 5000 aAP



Inda (2008). M.Sc. Thesis.

?Cual es la relación entre variaciones del nivel del mar y geomorfología costera?

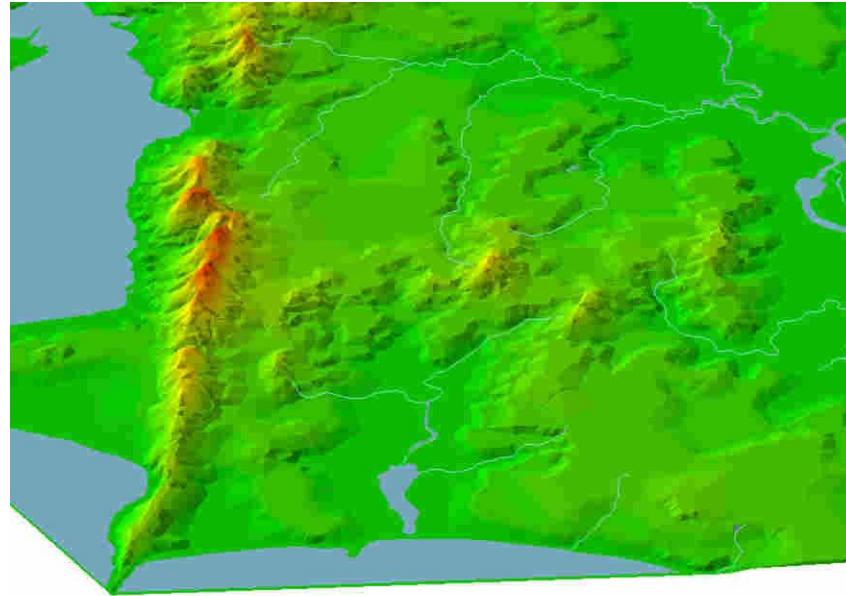
Laguna del Diario, + 2 m amsl, 2000 aAP

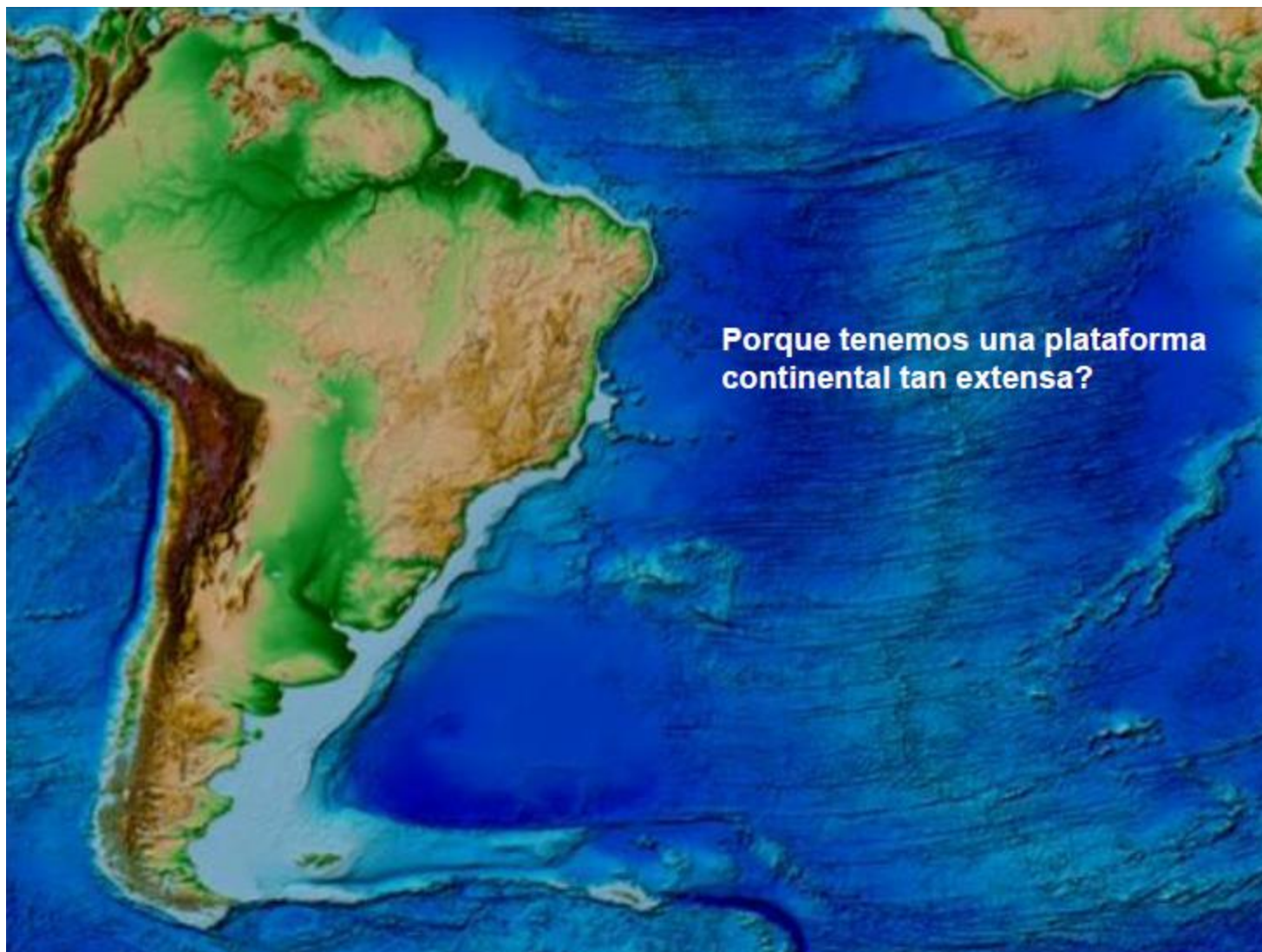


Inda (2008). M.Sc. Thesis.

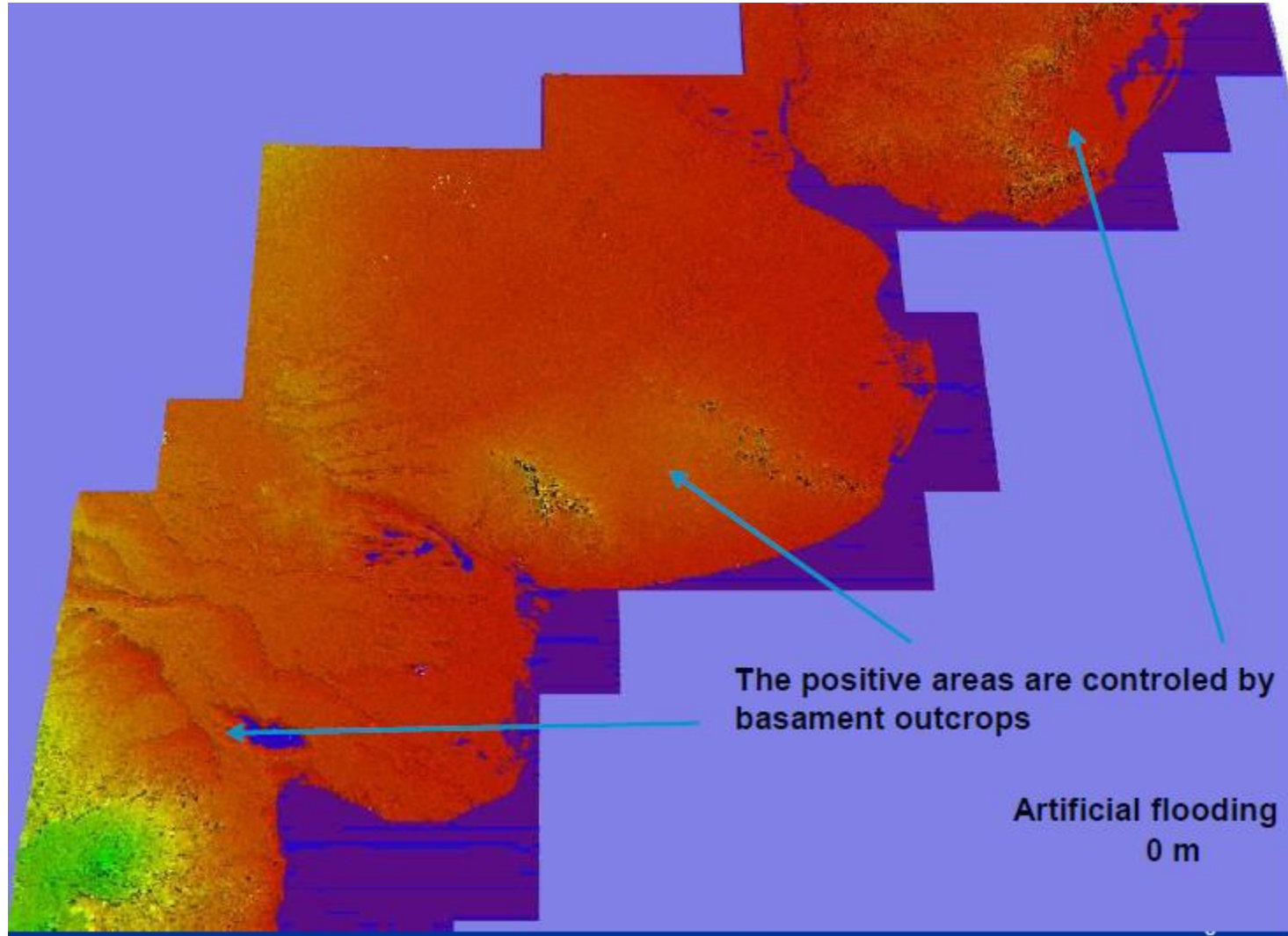
?Cual es la relación entre variaciones del nivel del mar y geomorfología costera?

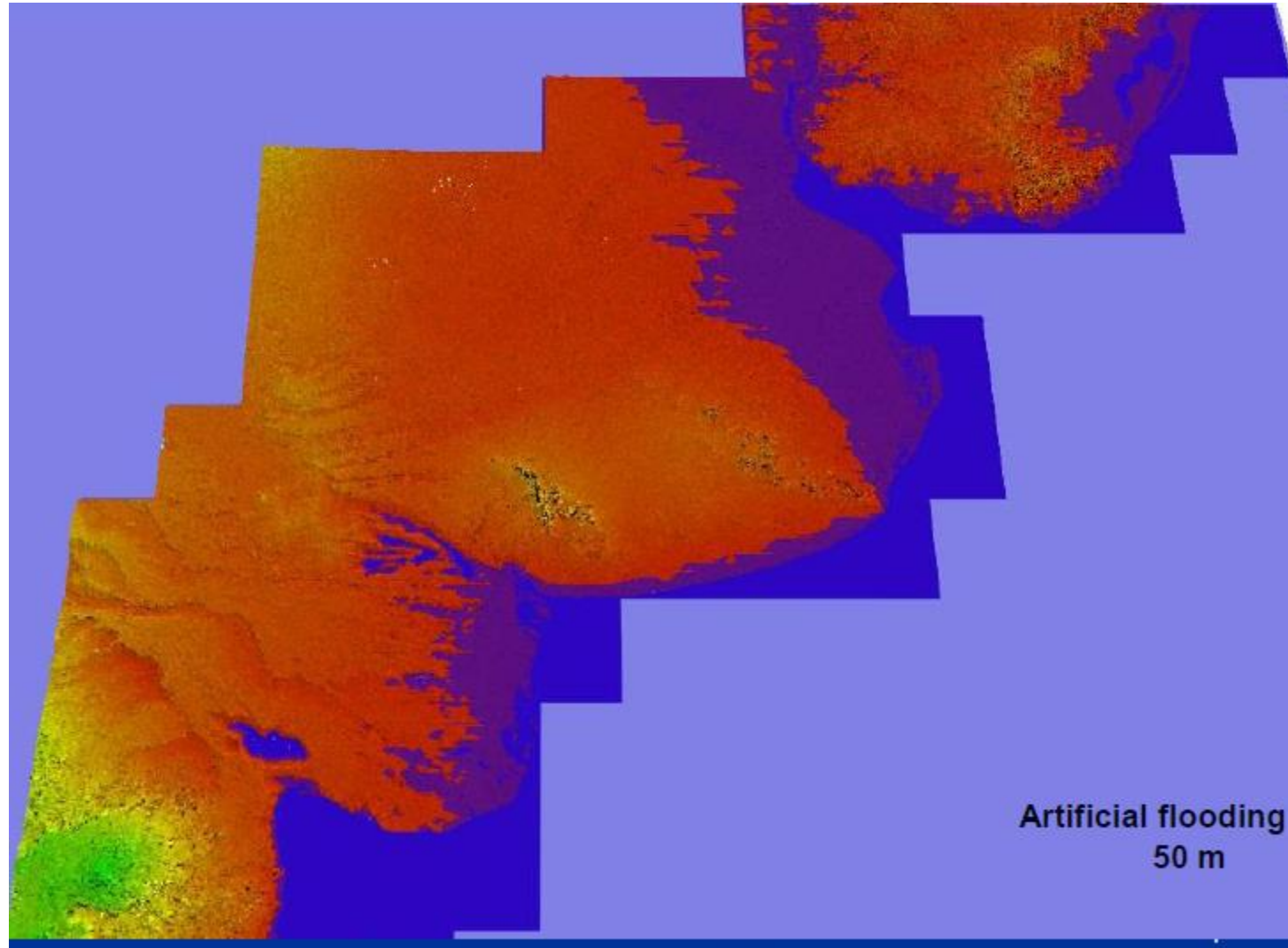
Laguna del Diario, **Presente**



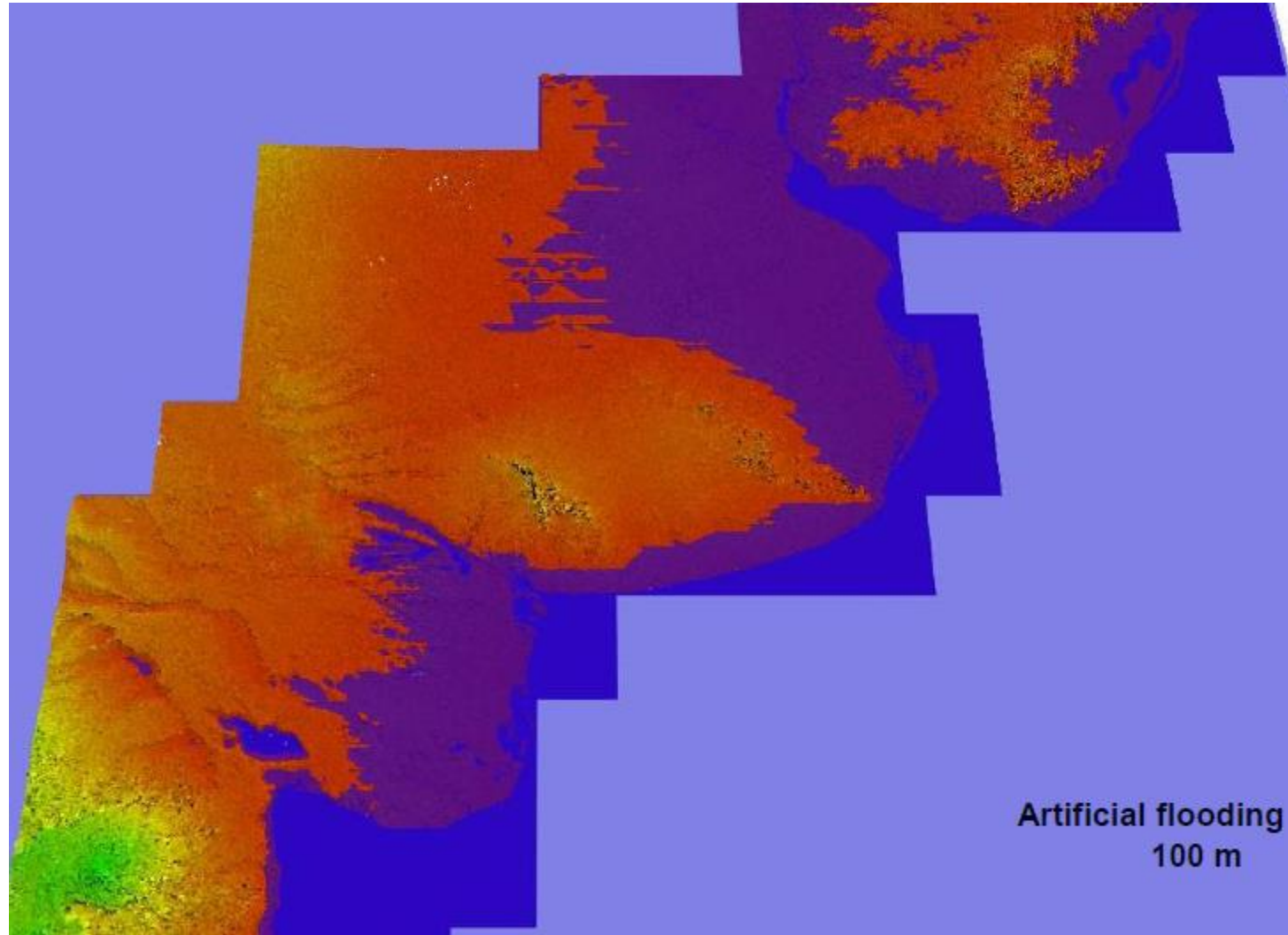


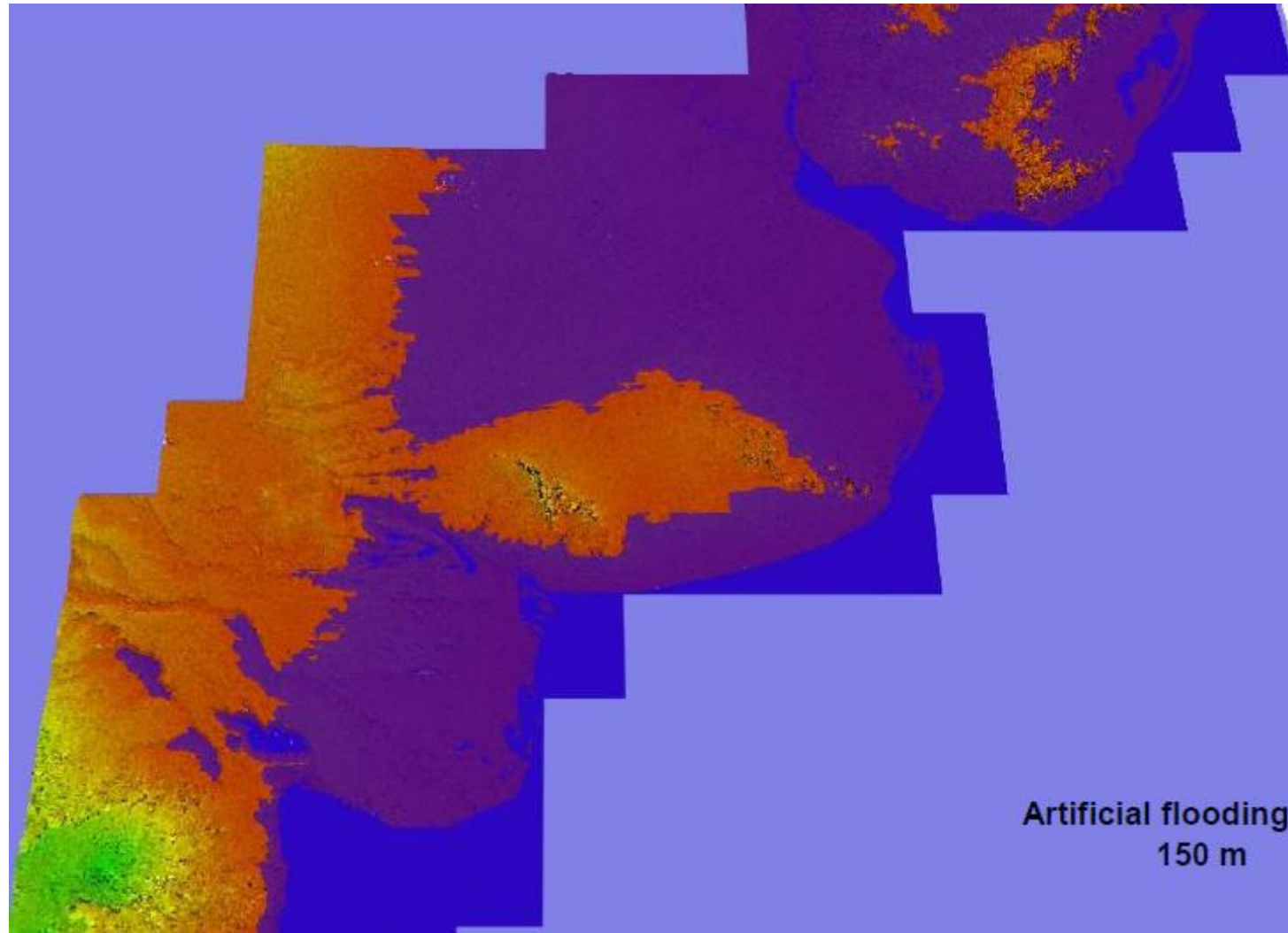
Porque tenemos una plataforma continental tan extensa?



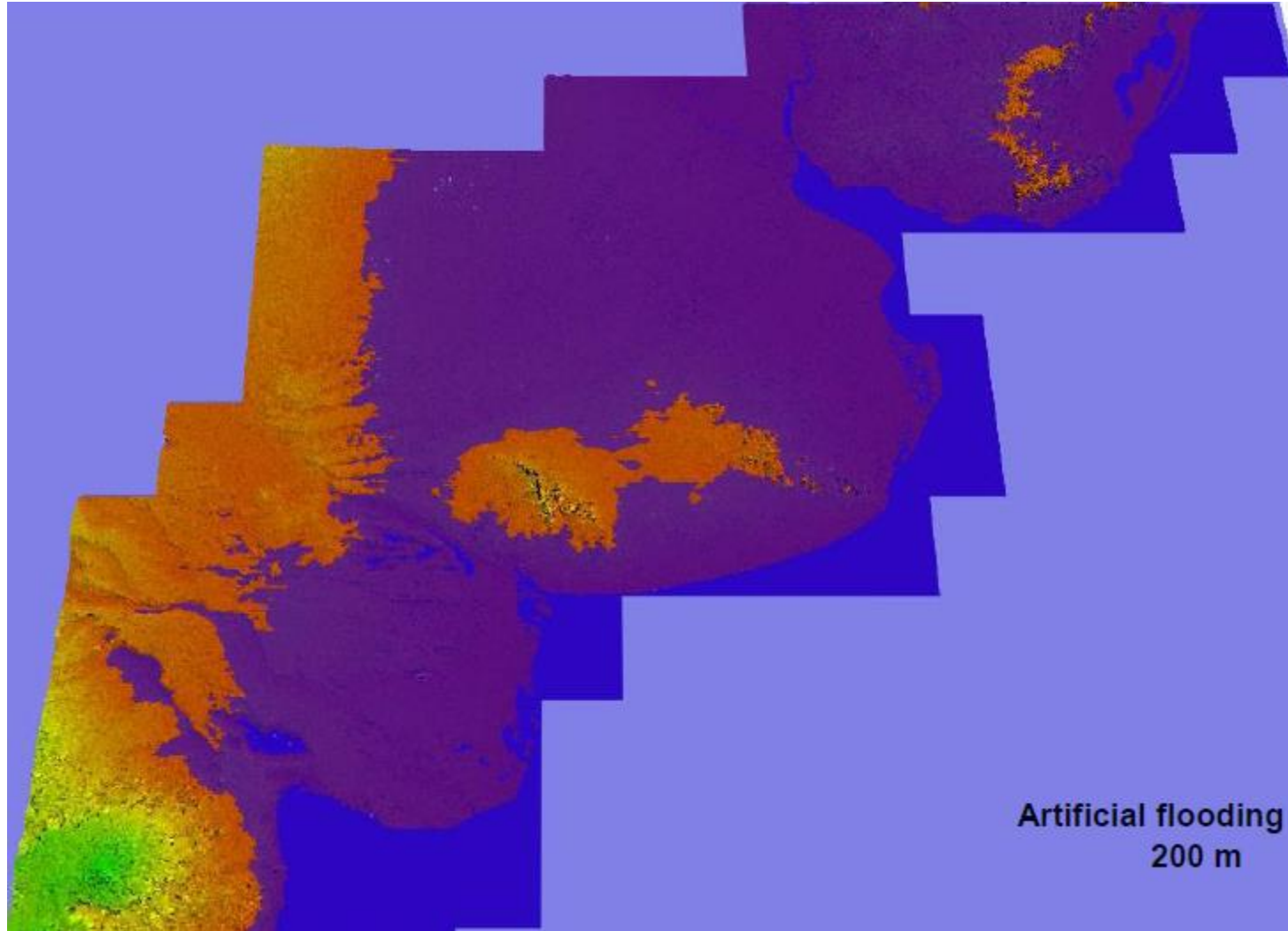


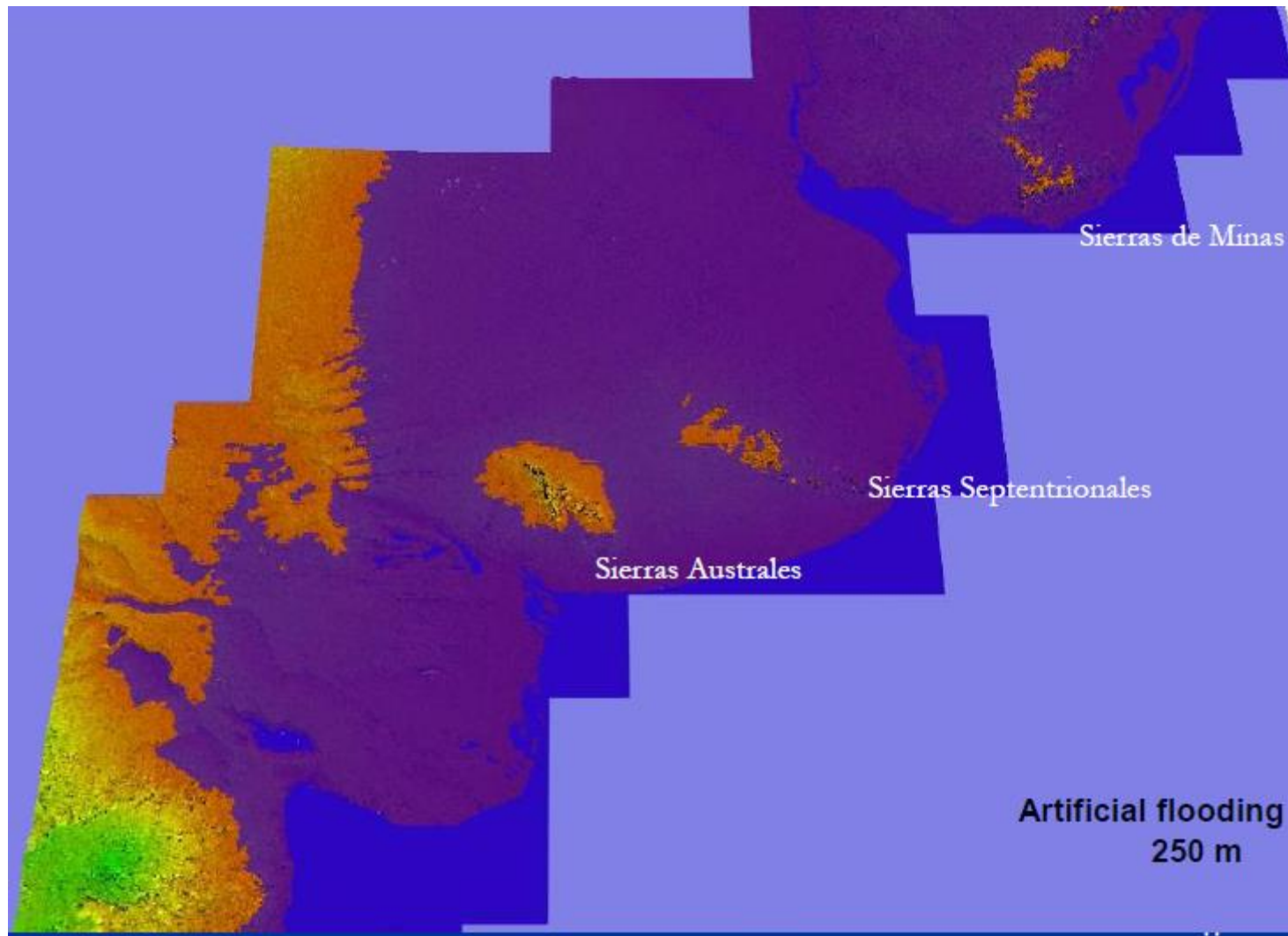
Artificial flooding  
50 m

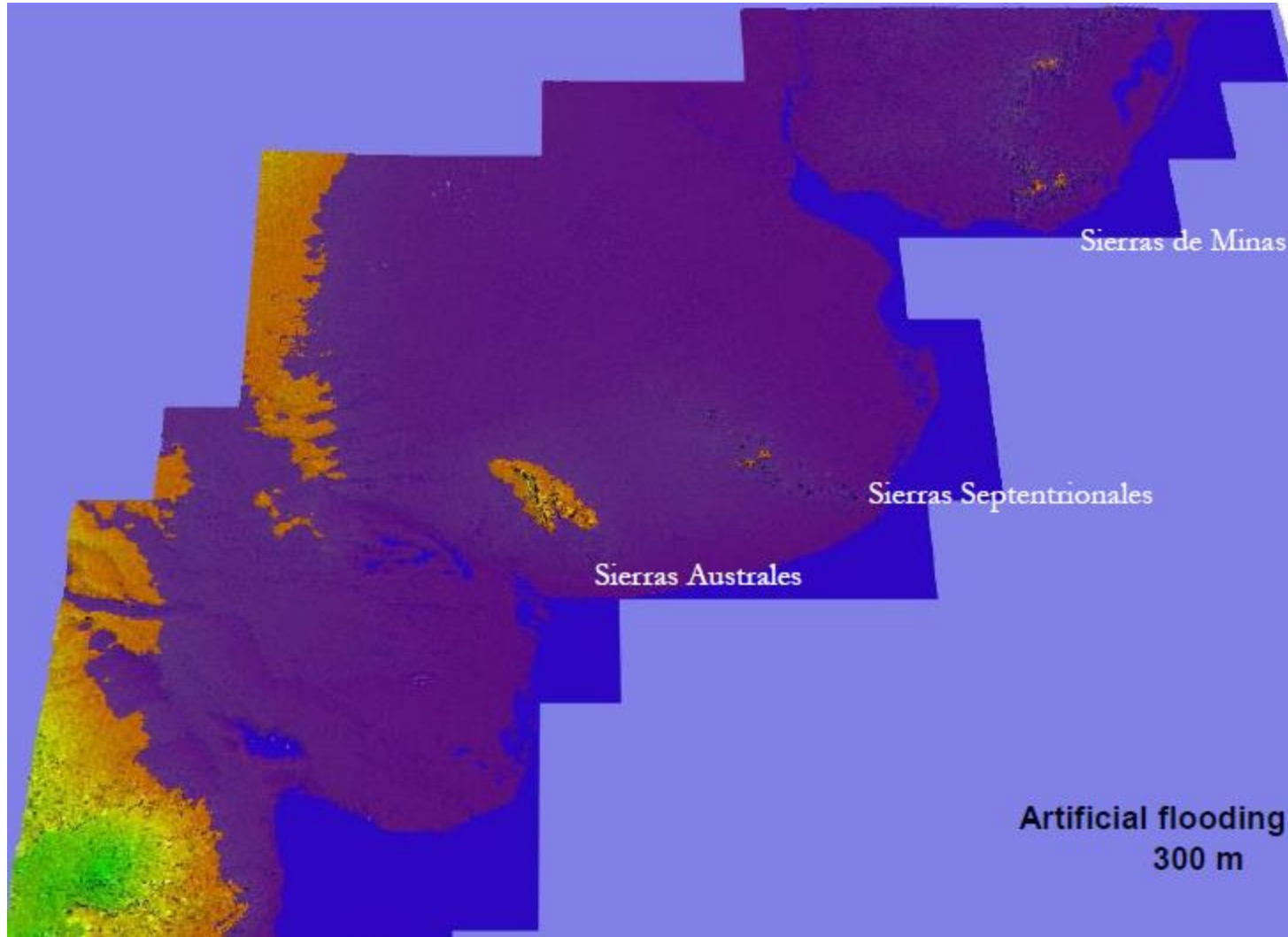


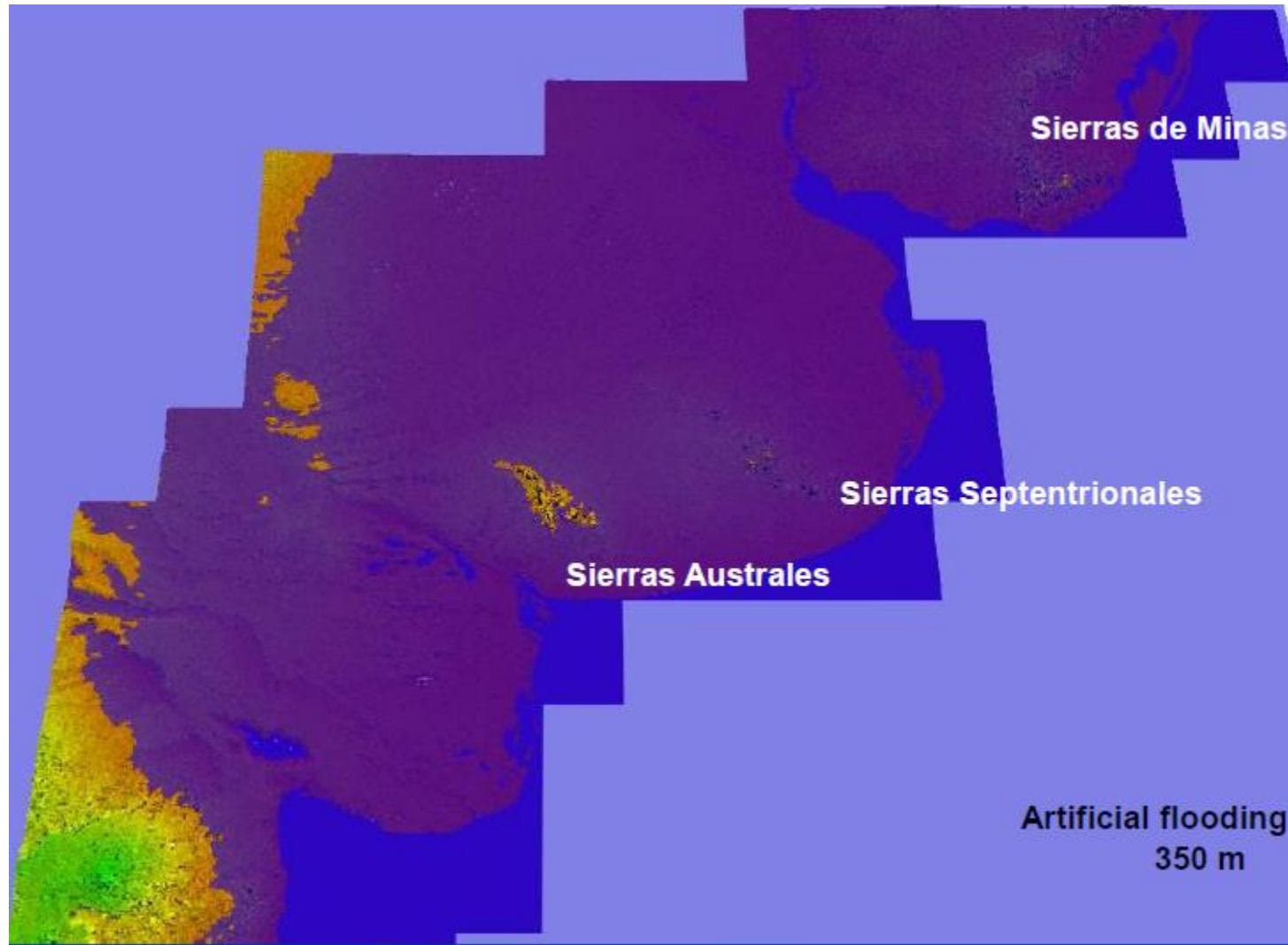




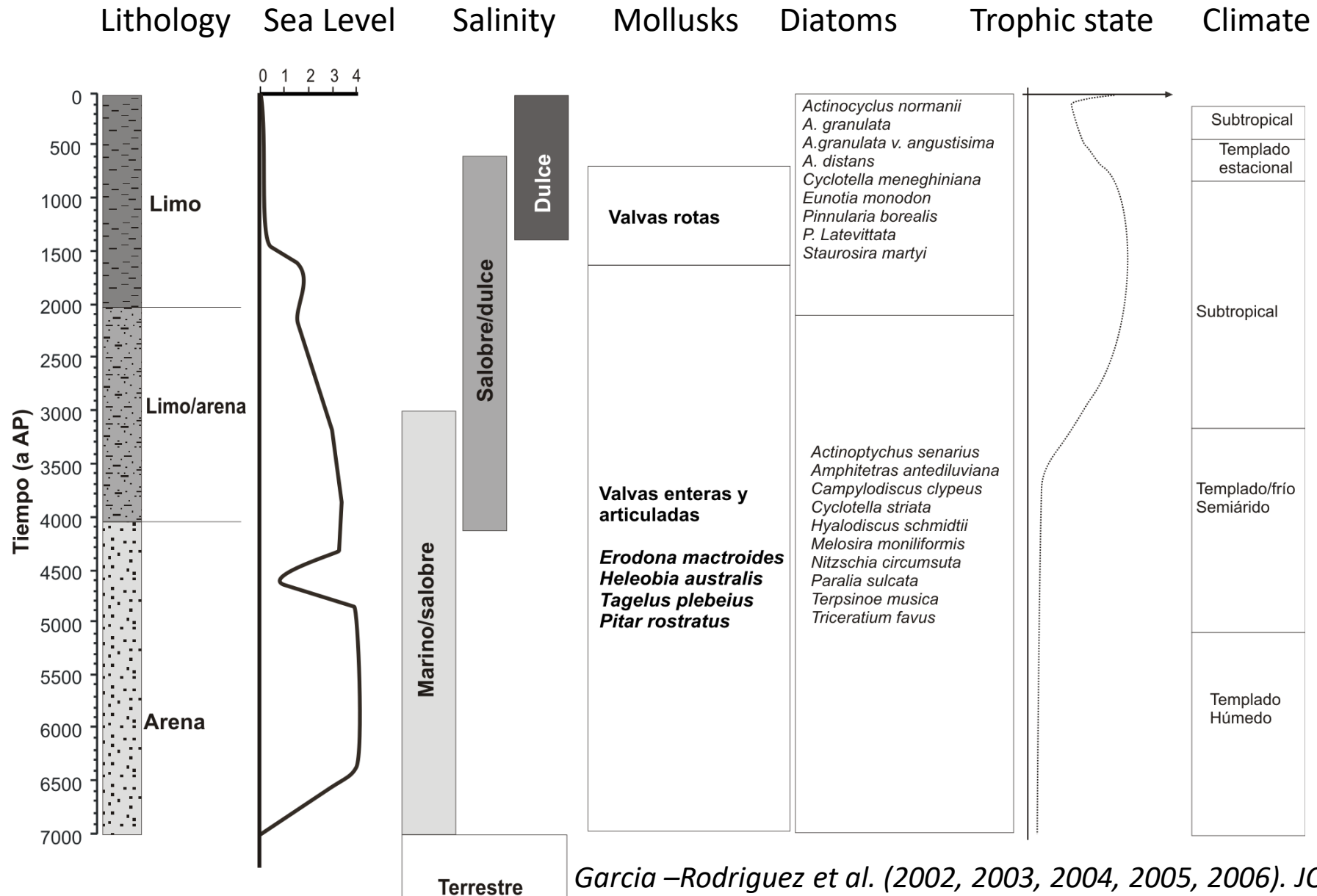








# Holocene paleolimnological model for coastal water bodies of SE Uruguay



García –Rodríguez et al. (2002, 2003, 2004, 2005, 2006). JOPL.

## Componentes Biologicos y Principio del Actualismo

Las condiciones ambientales que representan los organismos actuales pueden traducirse al registro fósil.

Especie biológica actual



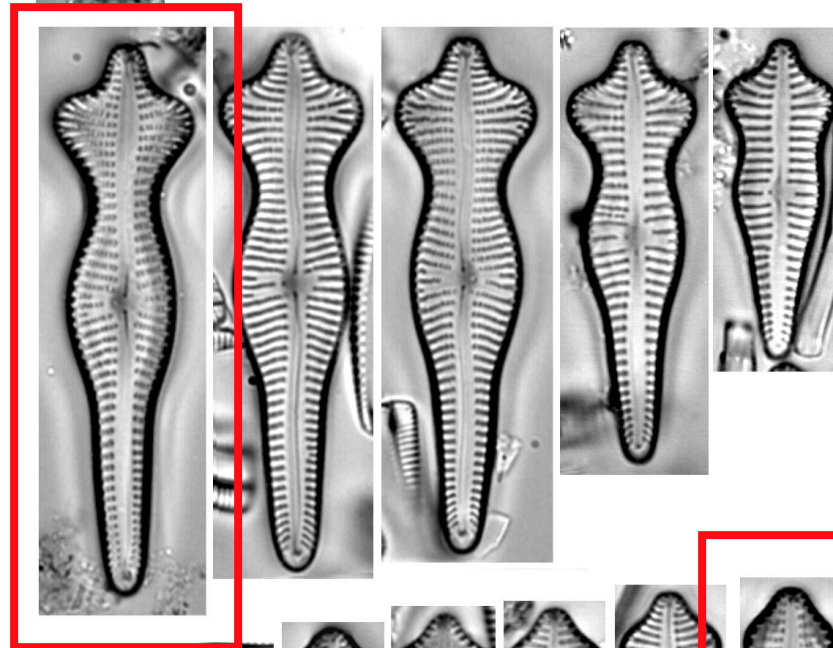
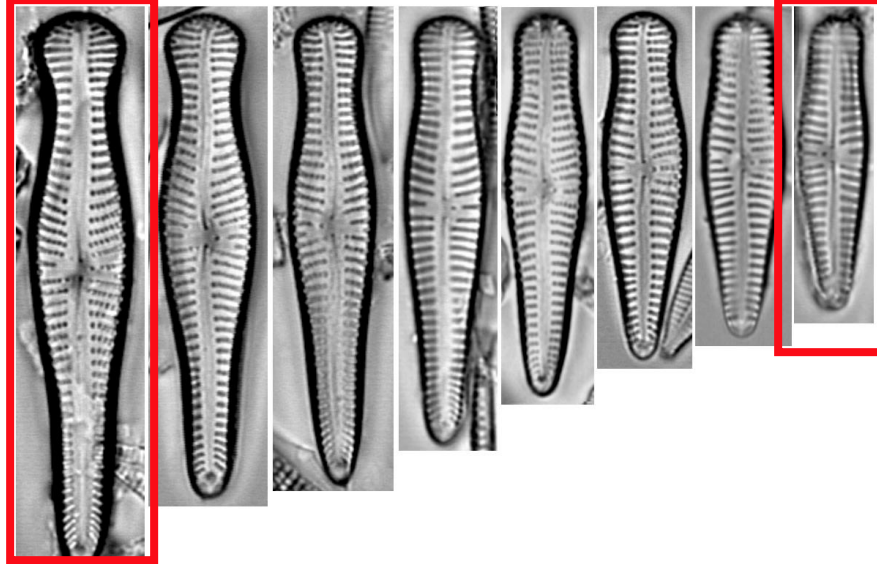
*Amphitetras antediluviana*

Especie biológica fósil

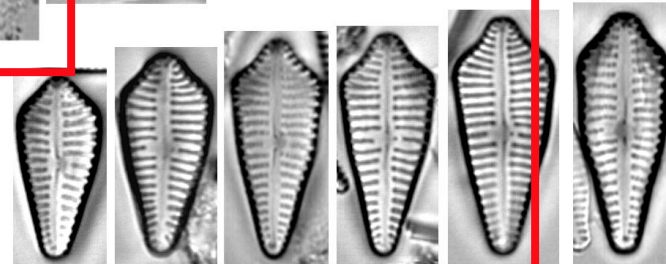


## *Gomphonema capitatum*

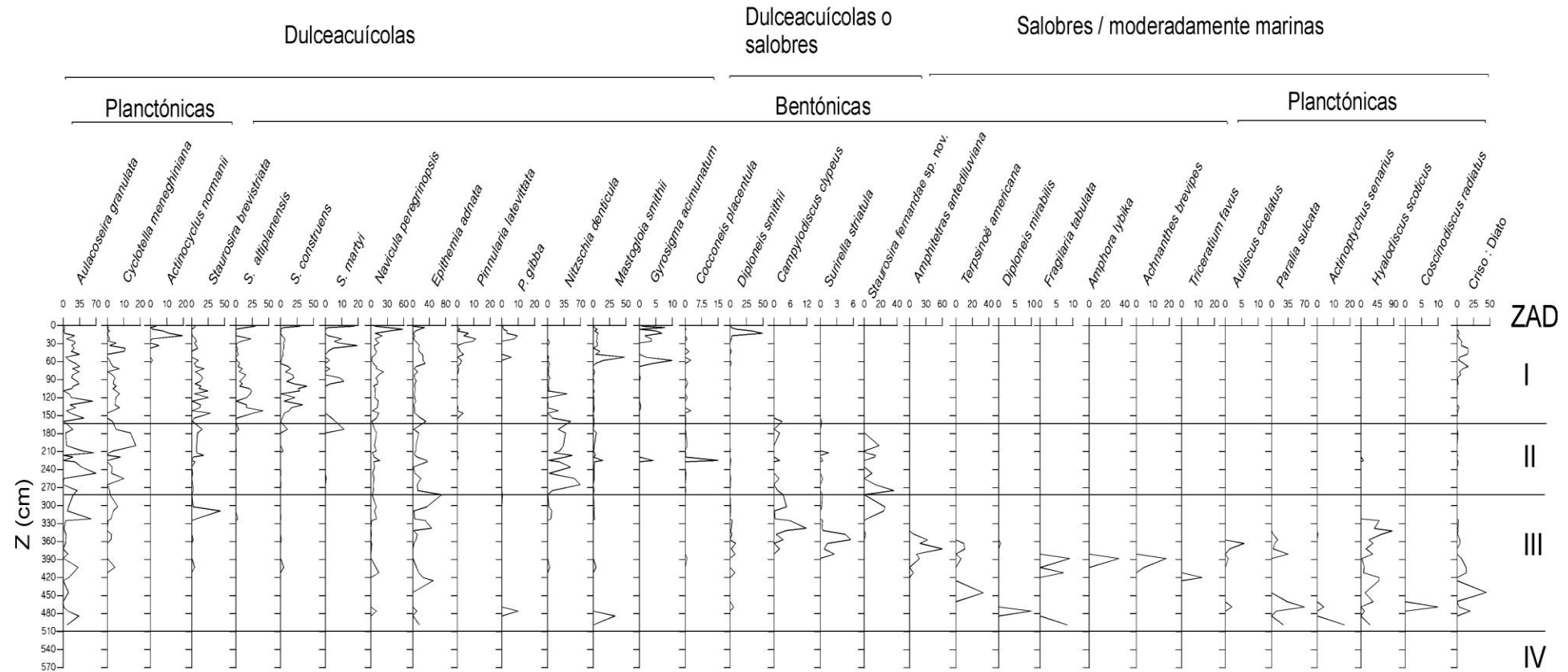
El *impedimento taxonómico* es un término que describe los huecos de nuestro conocimiento taxonómico y el impacto que tienen estas deficiencias sobre nuestra capacidad de utilizar nuestra diversidad biológica.



## *Gomphonema acuminatum*



# Abundancia relativa (%)





Abundancia relativa (%)

Marino/salobres

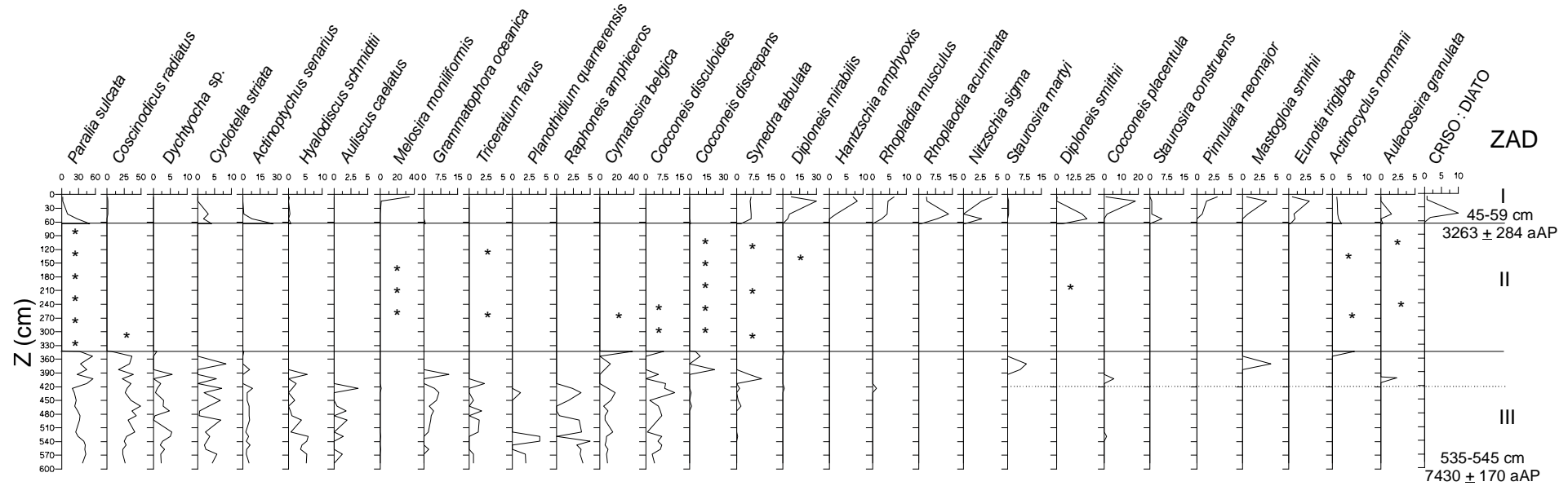
Salobre/dulceacuícolas

Dulceacuícolas

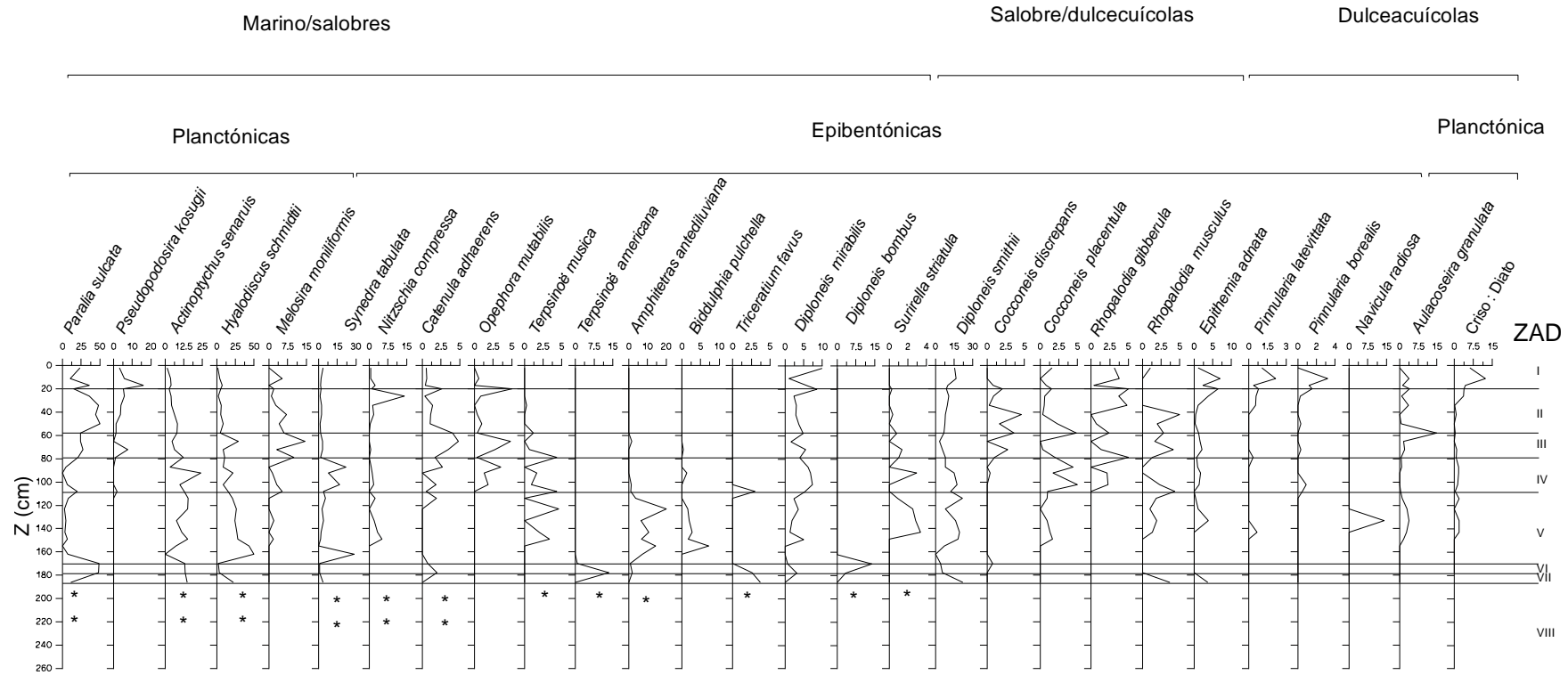
Planctónicas

Epibentónicas

Planctónicas



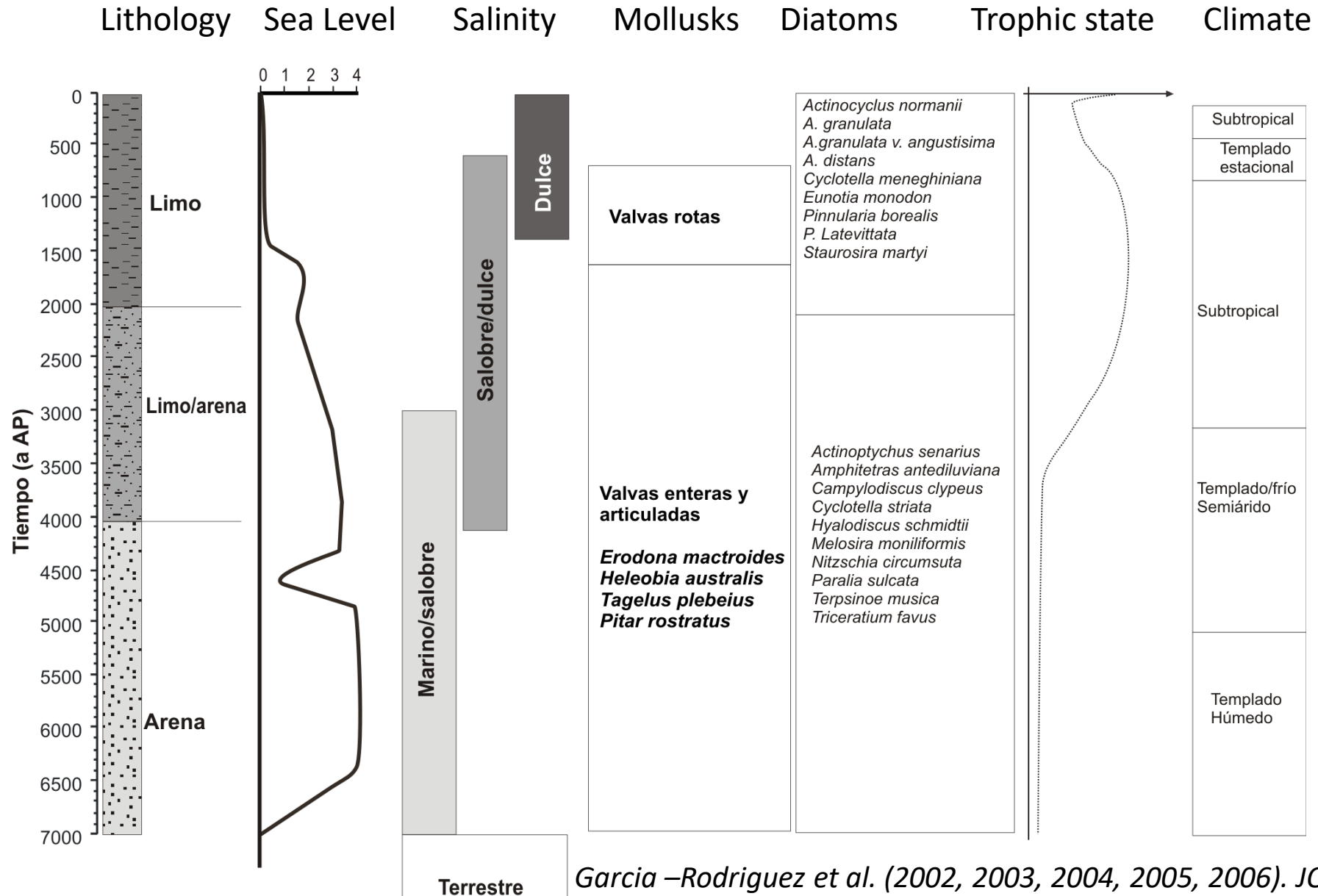
Abundancia relativa (%)



Edad del sedimento

235-245 cm: 8860 ± 310 aAP  
 135-145 cm: 4606 ± 177 aAP

# Holocene paleolimnological model for coastal water bodies of SE Uruguay



García –Rodríguez et al. (2002, 2003, 2004, 2005, 2006). JOPL.

# SILICOFITOLITOS

**Cuerpos mineralizados integrantes del tejido vegetal, producto de la total o parcial silicificación de las células o los espacios intercelulares de las plantas.**



## **COMPOSICIÓN:**

SÍLICE AMORFA HIDRATADA O ÁCIDO SILÍCICO POLIMERIZADO, IMPURIFICADO POR DIVERSOS ELEMENTOS QUÍMICOS COMO Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, C, N, etc.

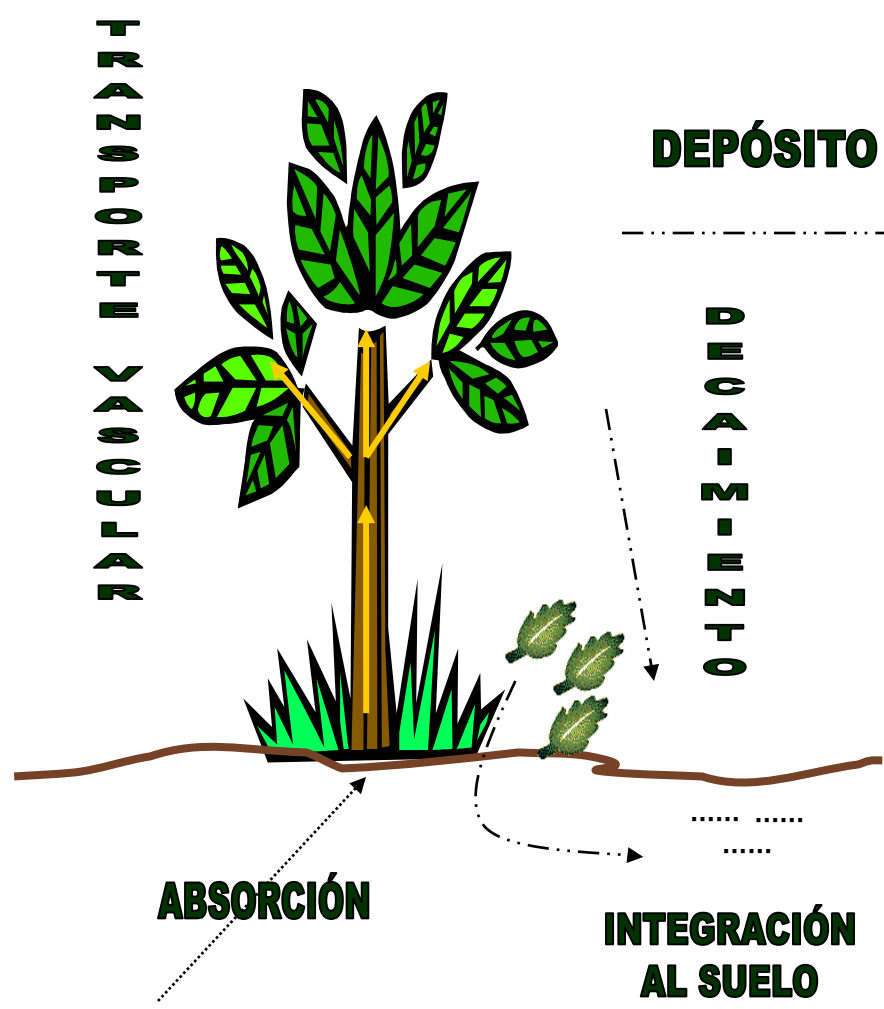
## **PROPIEDADES FÍSICAS:**

- TAMAÑO : 2 a 100  $\mu\text{m}$
- COLOR: rosáceo a castaño oscuro
- FORMA: variable en función del espacio intra o intercelular silicificado
- DENSIDAD ESPECÍFICA: 1,5 a 2,3
- ÍNDICE DE REFRACCIÓN: 1.410 a 1.465

## **PROPIEDADES :**

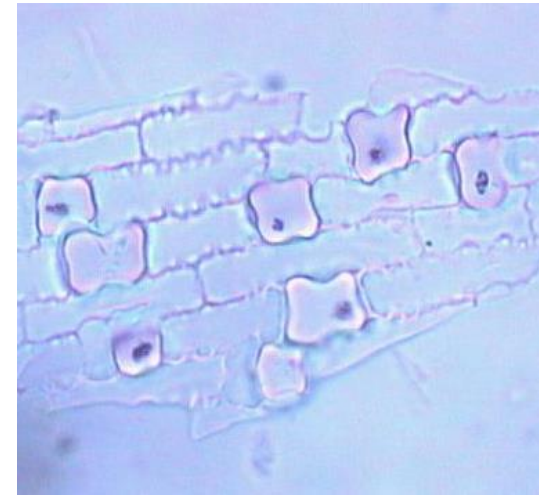
- \* Conservación: su naturaleza silíceo permite que sobrevivan mucho tiempo luego del muerto el organismo progenitor, y en condiciones ambientales muy variadas. Han sido recuperados de rocas del Paleoceno, de más de 60 m.a.
- \* Depósito: generalmente se depositan en el lugar de decaimiento del organismo progenitor, sufriendo poco transporte.
- \* Taxonomía: permiten la identificación taxonómica de muchas plantas, a distinto nivel: familia, subfamilia, género y hasta especie. En algunos casos (ej. gramíneas), permiten un nivel de identificación mayor que el polen.

# Ciclo biosilíceo

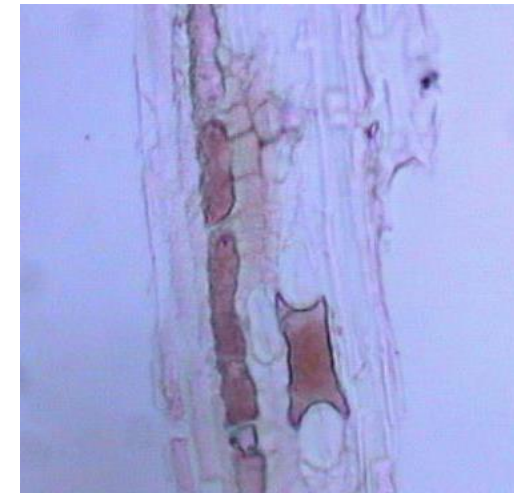


Acido monosilícico ( $H_4SiO_4$ )  
presente en el agua subterránea

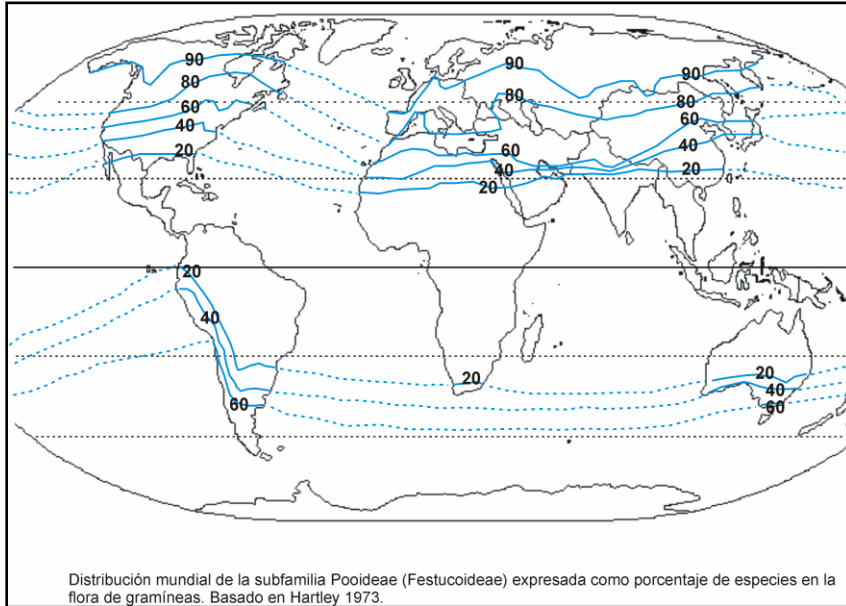
## INTRACELULAR



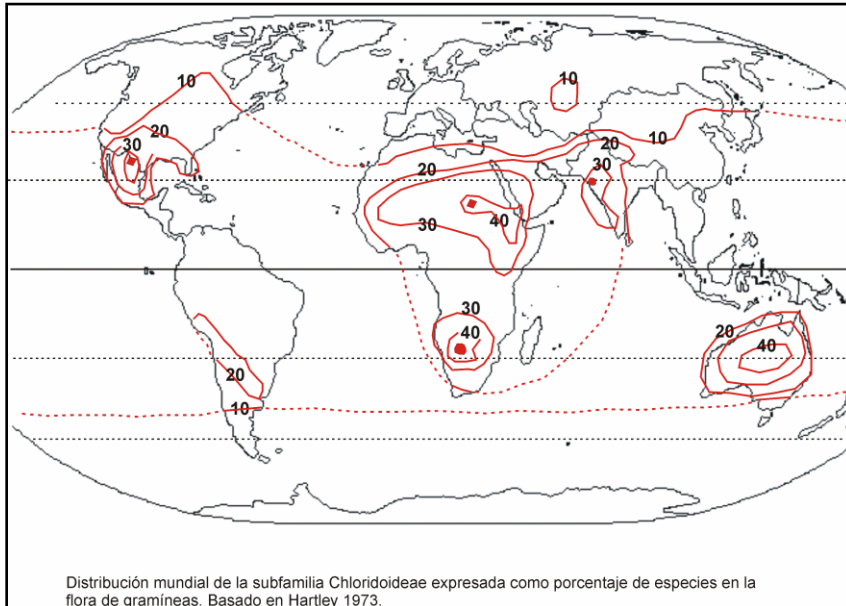
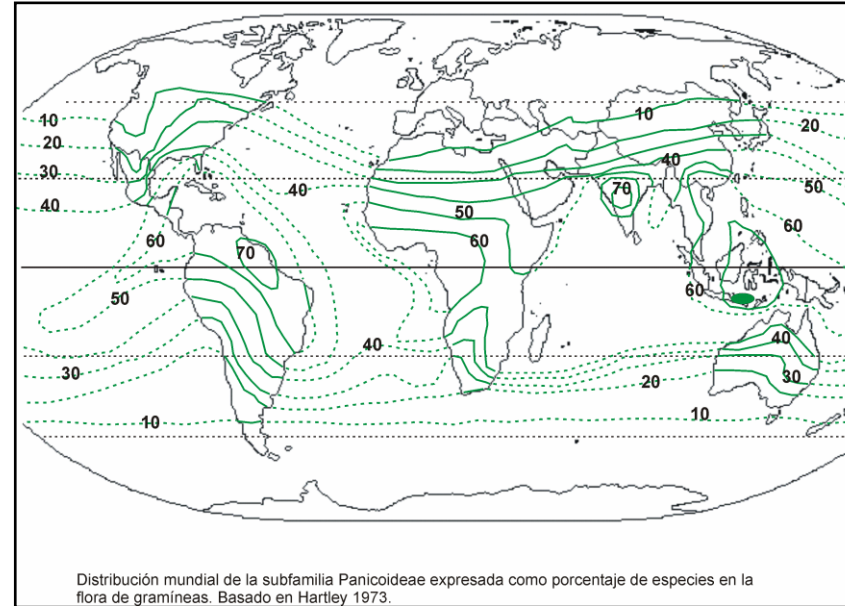
## ÁREAS INTERCOSTALES



# POOIDE zonas frias, elevadas



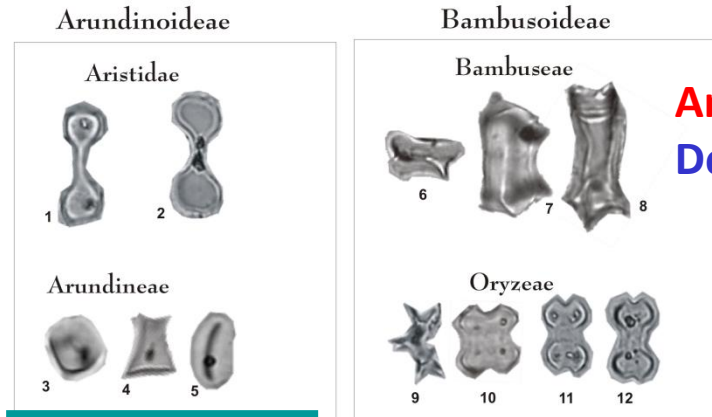
# PANICOIDE calido humedo



# CHLORIDOIDE zonas aridas

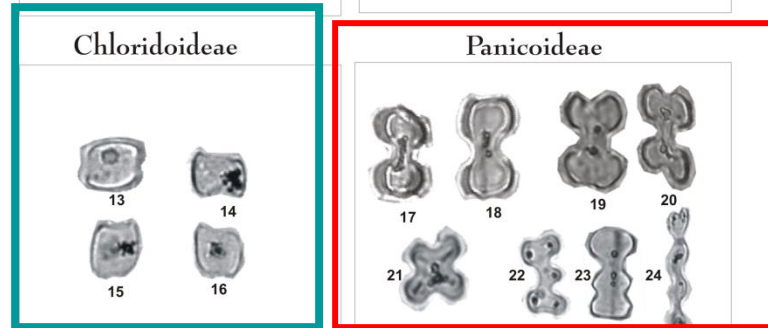


Opal phytoliths = cell remains of terrestrial plants

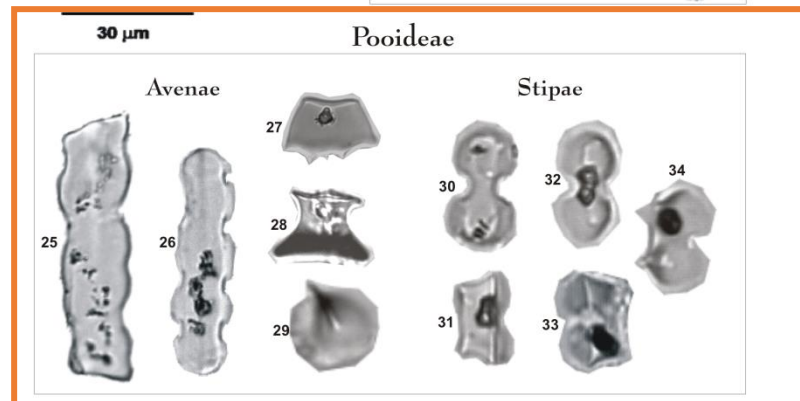


Amelioration = warmer, more humid  
Deterioration = colder, dryer

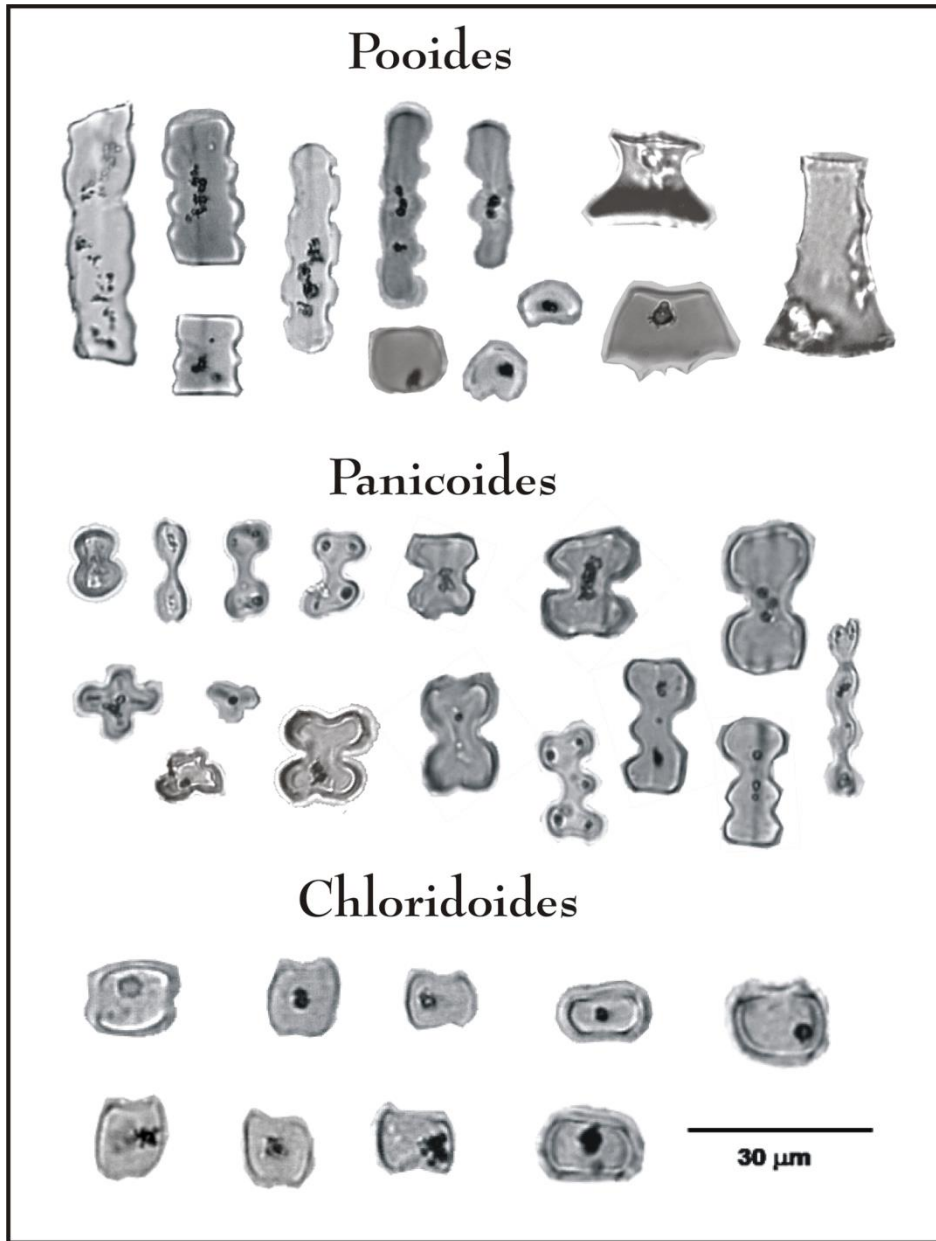
Semiarid  
highly seasonal



Warm/humid



High latitudes and elevations  
Cool temperatures



Twiss 1992; Mulholland & Rapp, 1992; Fredlund & Tieszen 1994

Twiss (1992, 2001):  
**Índice de Temperatura:**

$$\frac{\text{pooides}}{\text{panicoides} + \text{chloridoides}} = \frac{C_3}{C_4}$$

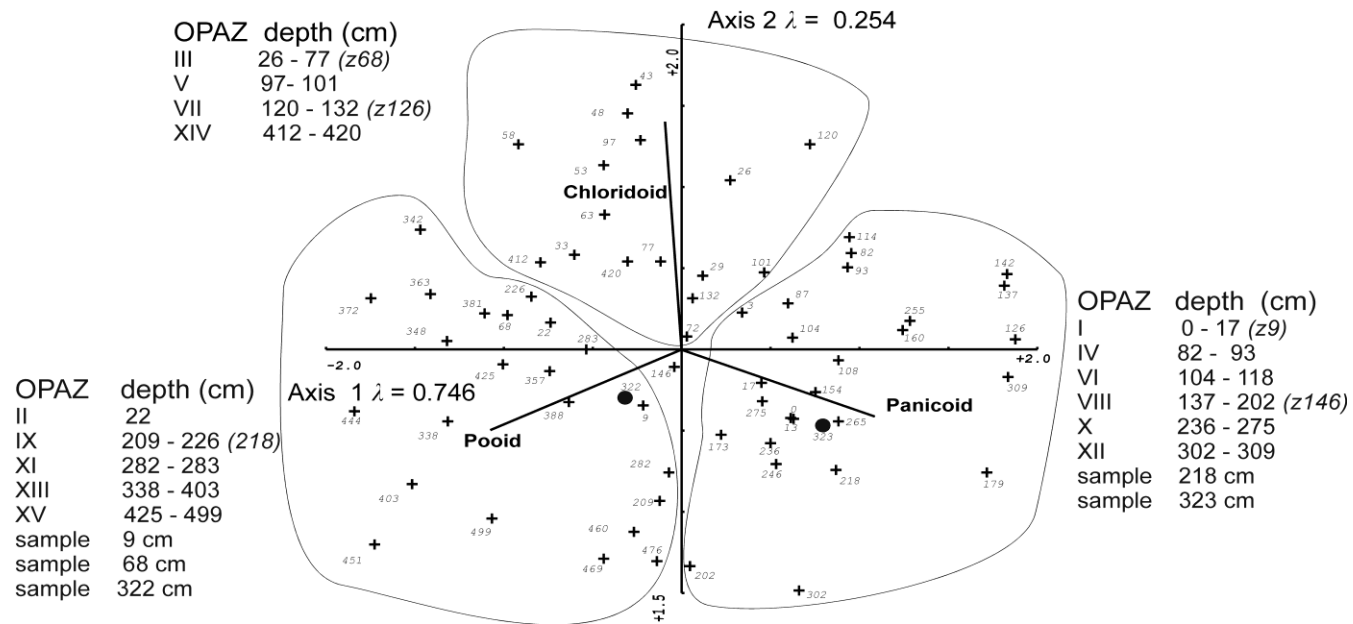
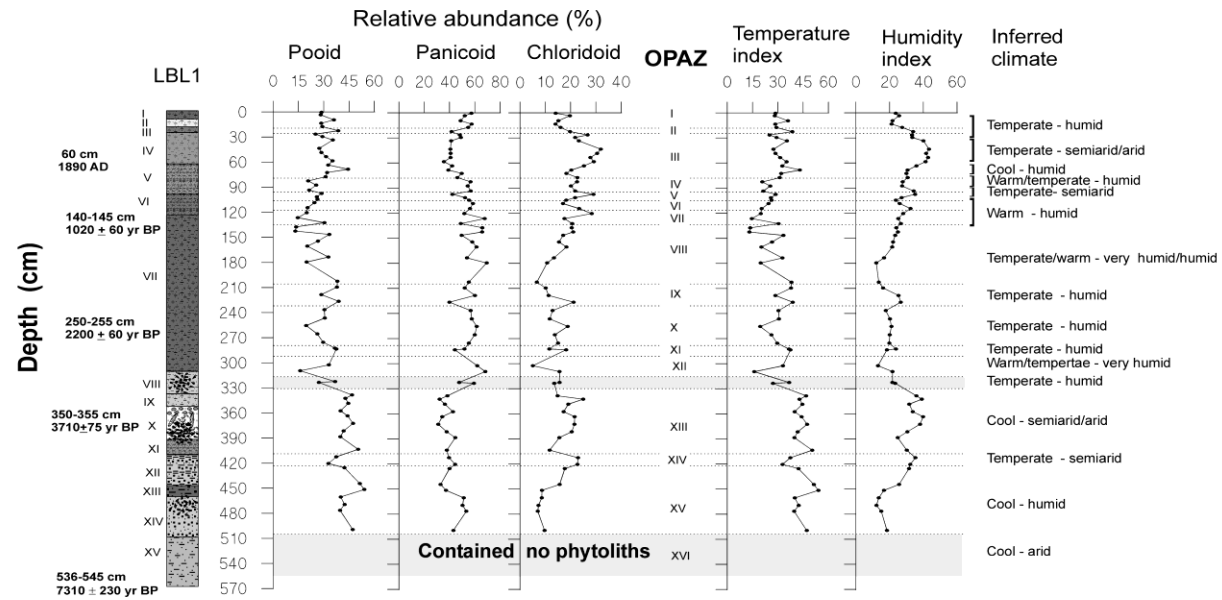
**Índice de Humedad:**

$$\frac{\text{chloridoides}}{\text{chloridoides} + \text{panicoides}} = \frac{\text{Chl}}{C_4}$$

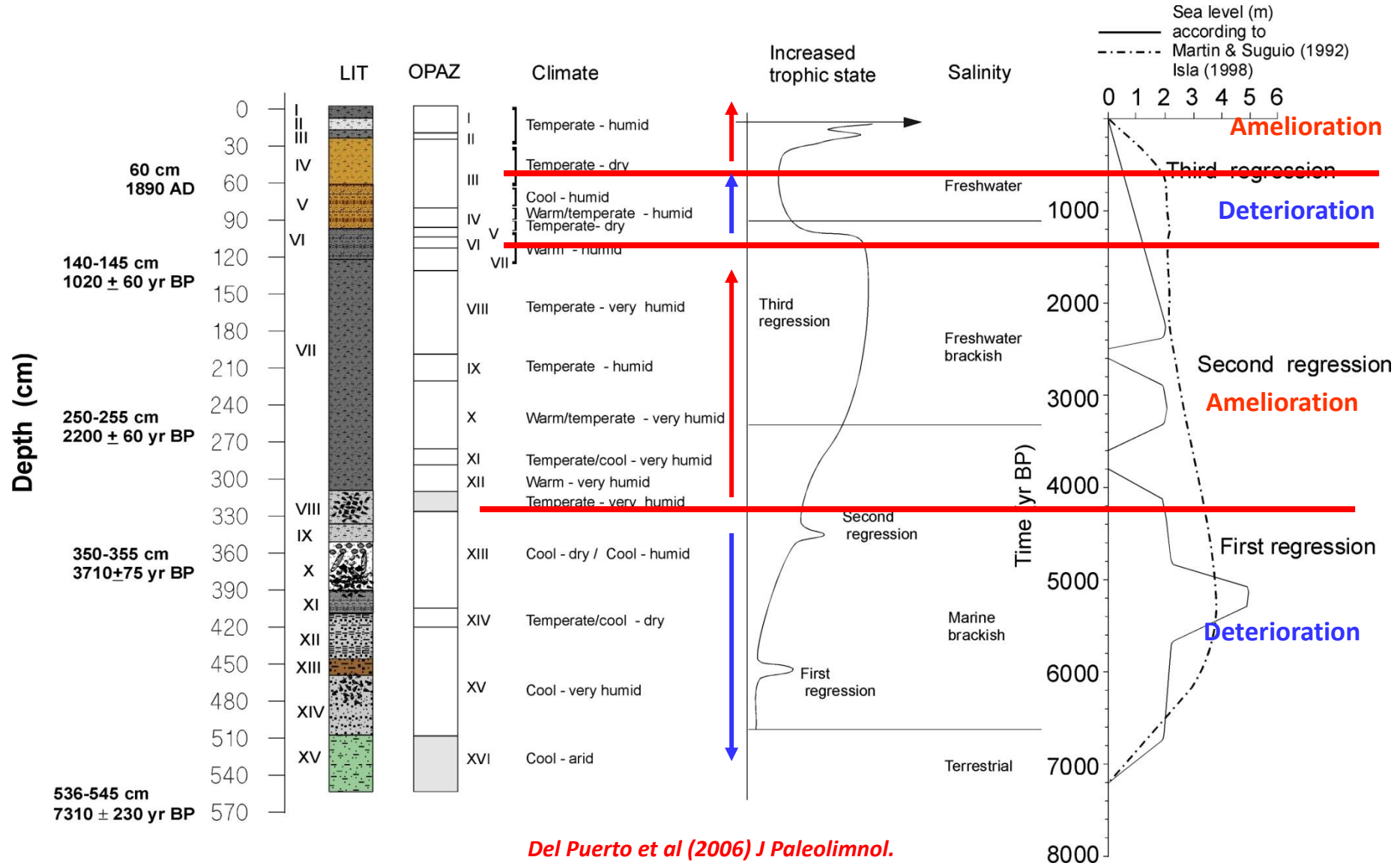
**Table 2** Temperature and humidity index values and corresponding climate type calculated from relative percentages of pooid, panicoid and chloridoid phytoliths

Index value	Temperature	Humidity
10	Very warm	Very humid
20	Warm	Humid
25	Temperate	Semi-arid/highly seasonal
30	Temperate	Semi-arid/highly seasonal
40	Temperate	Arid
50	Cool	Arid
60	Very cool	Arid
70	Very cool	Arid

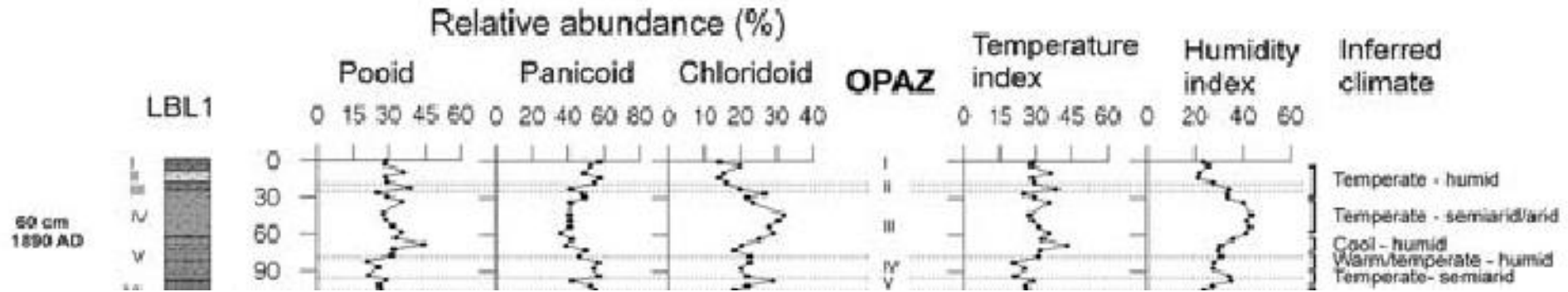
Source: Twiss (1992)



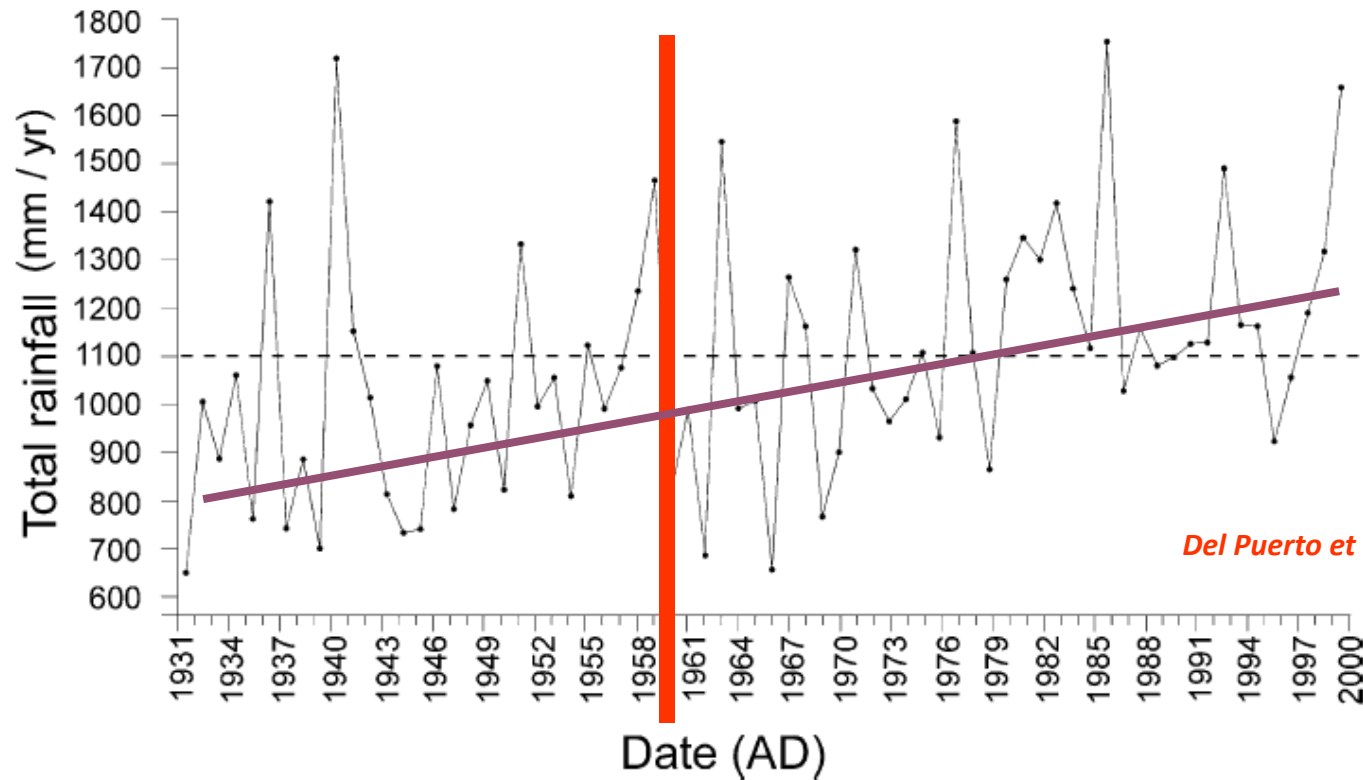
**Climatic amelioration => increase in trophic state**  
**Deterioration => decrease in trophic state**

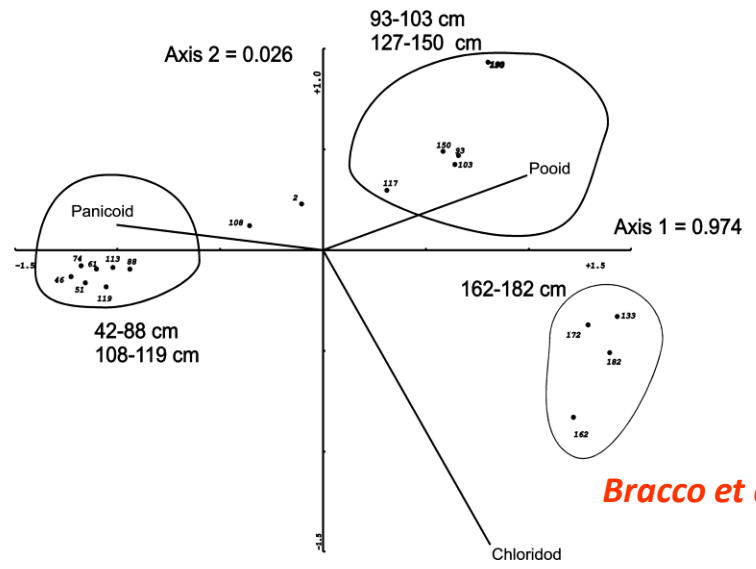
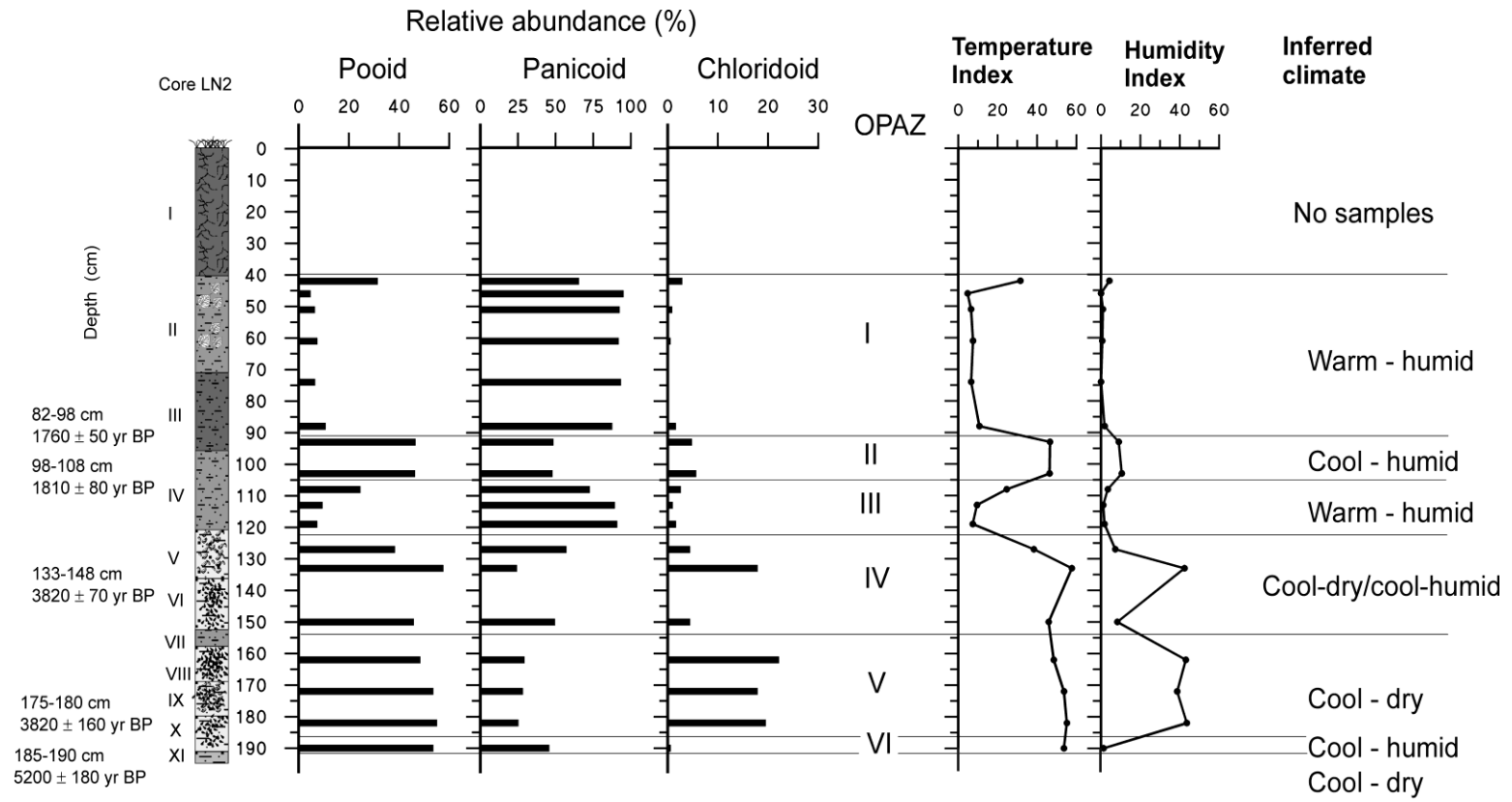


## Comparacion con observaciones directas: Precipitacion total

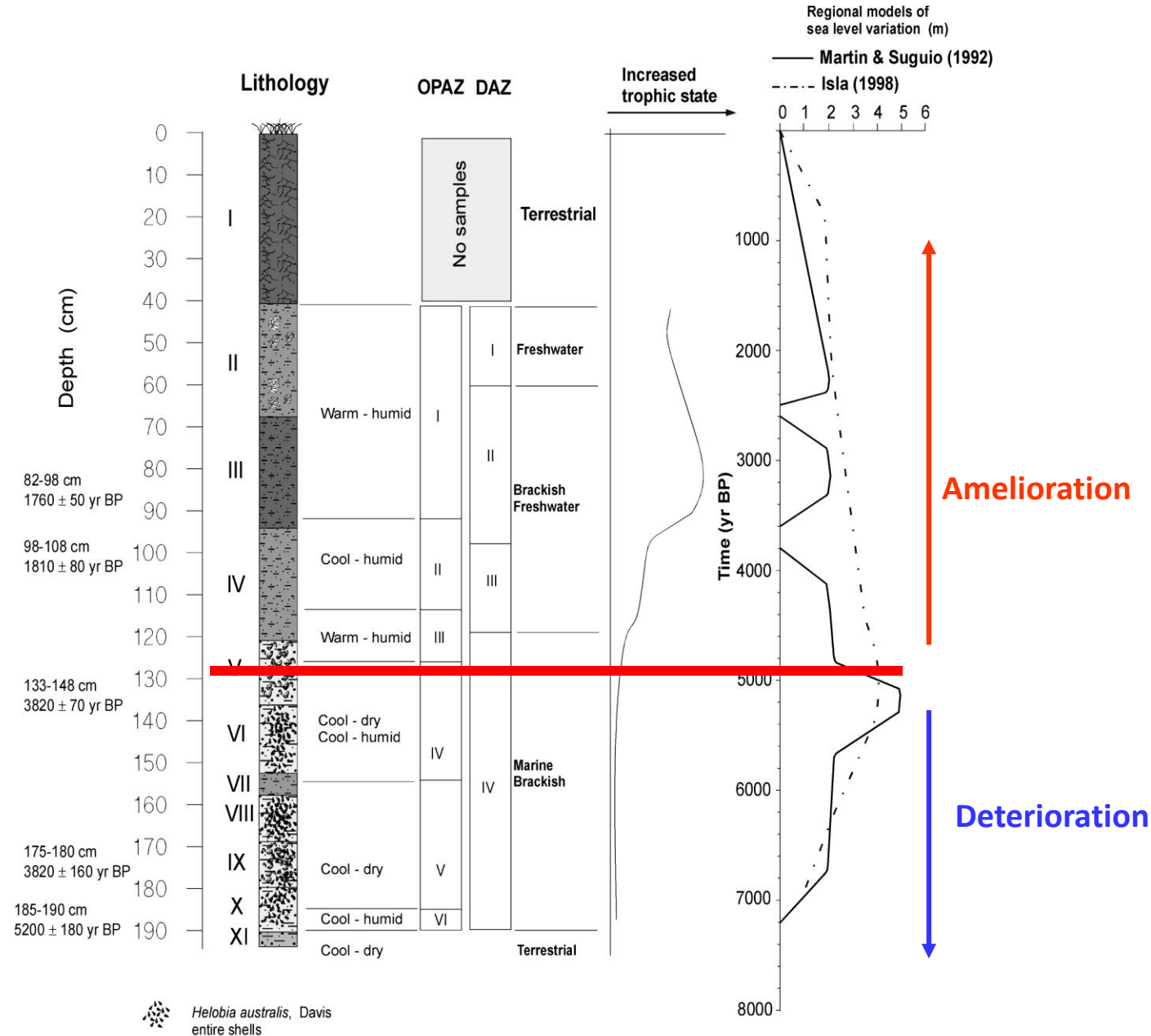


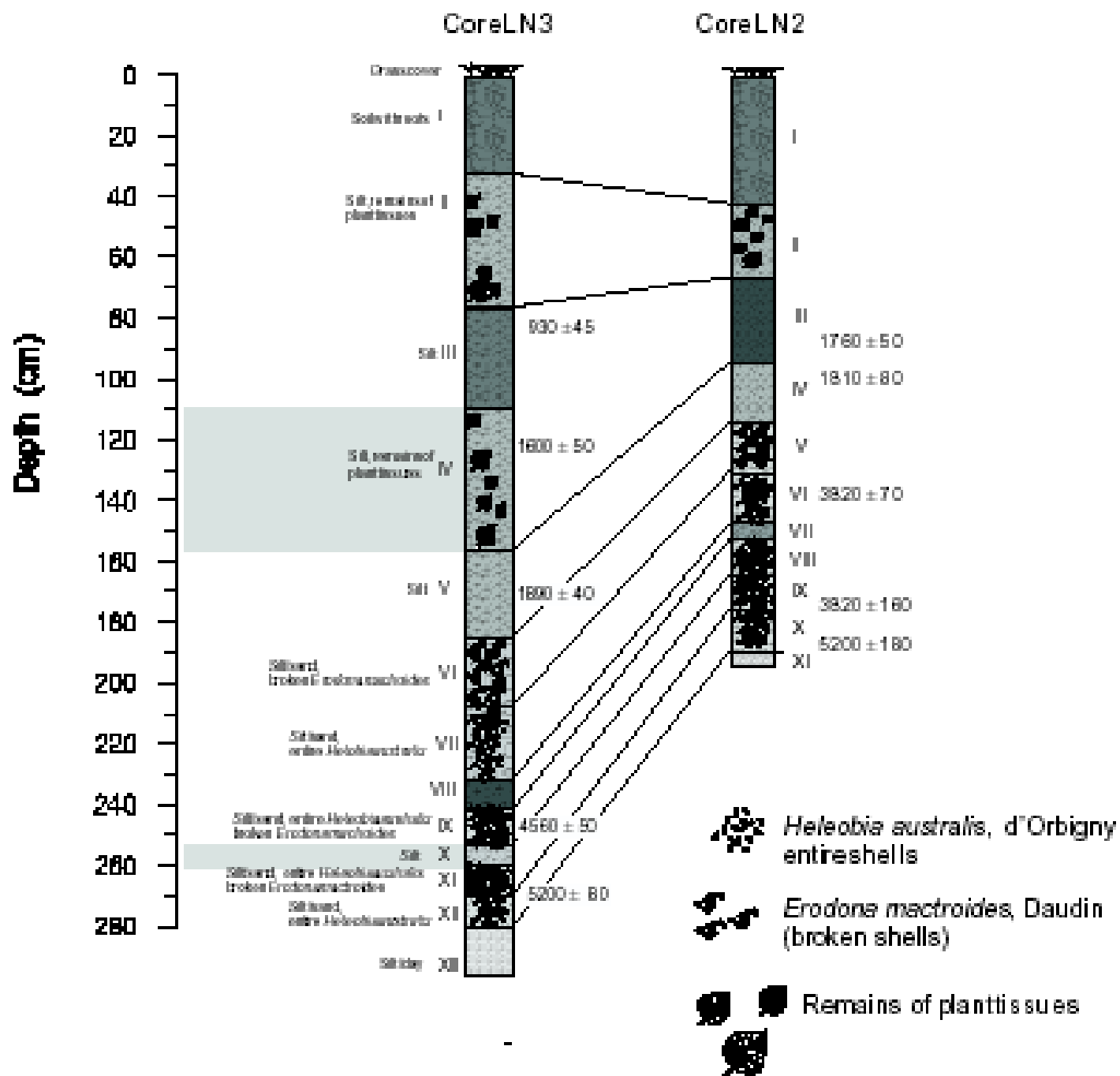
Temp ~ 16 C





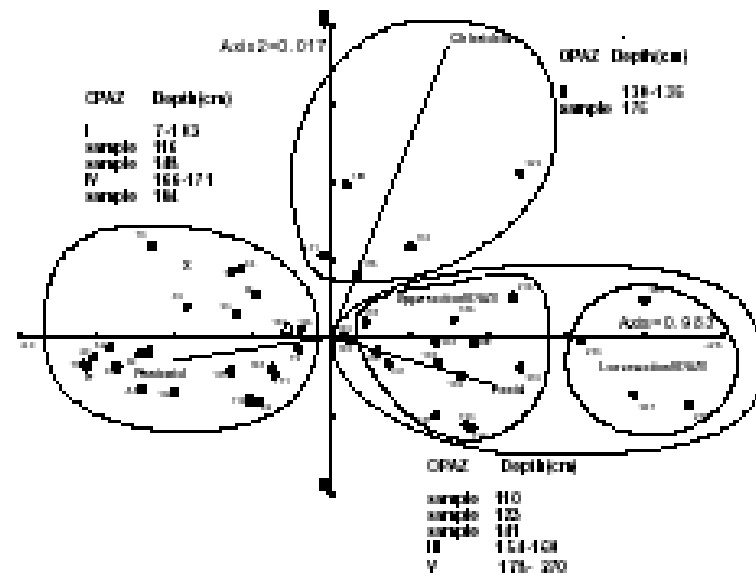
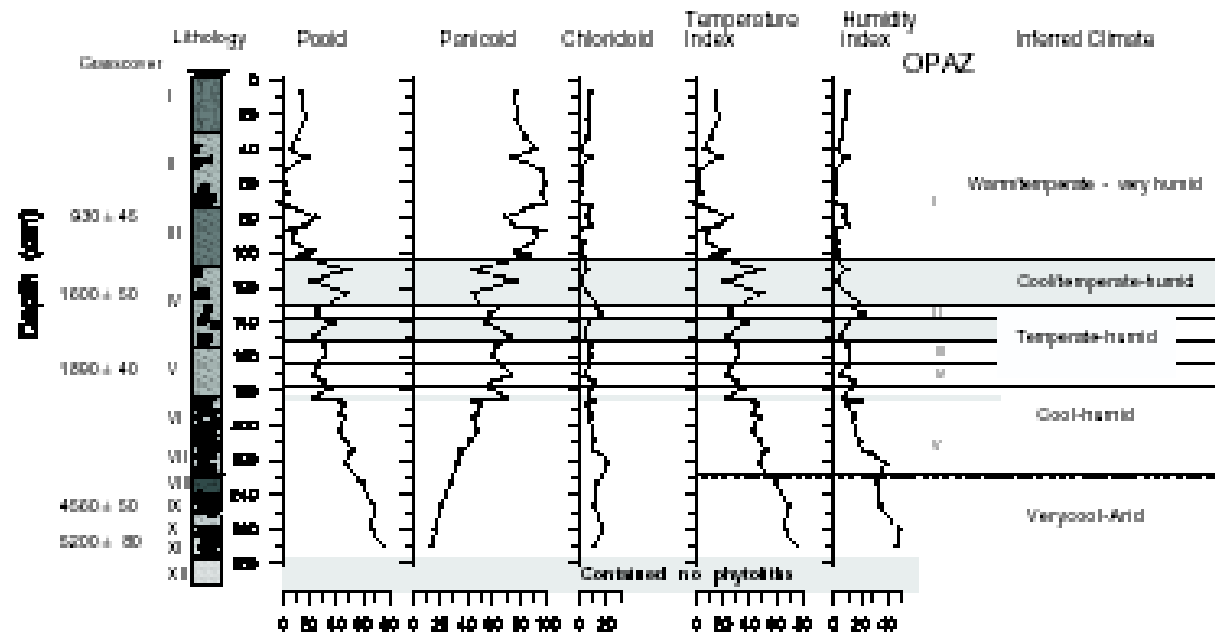
*Bracco et al (2005) J Paleoimnol*

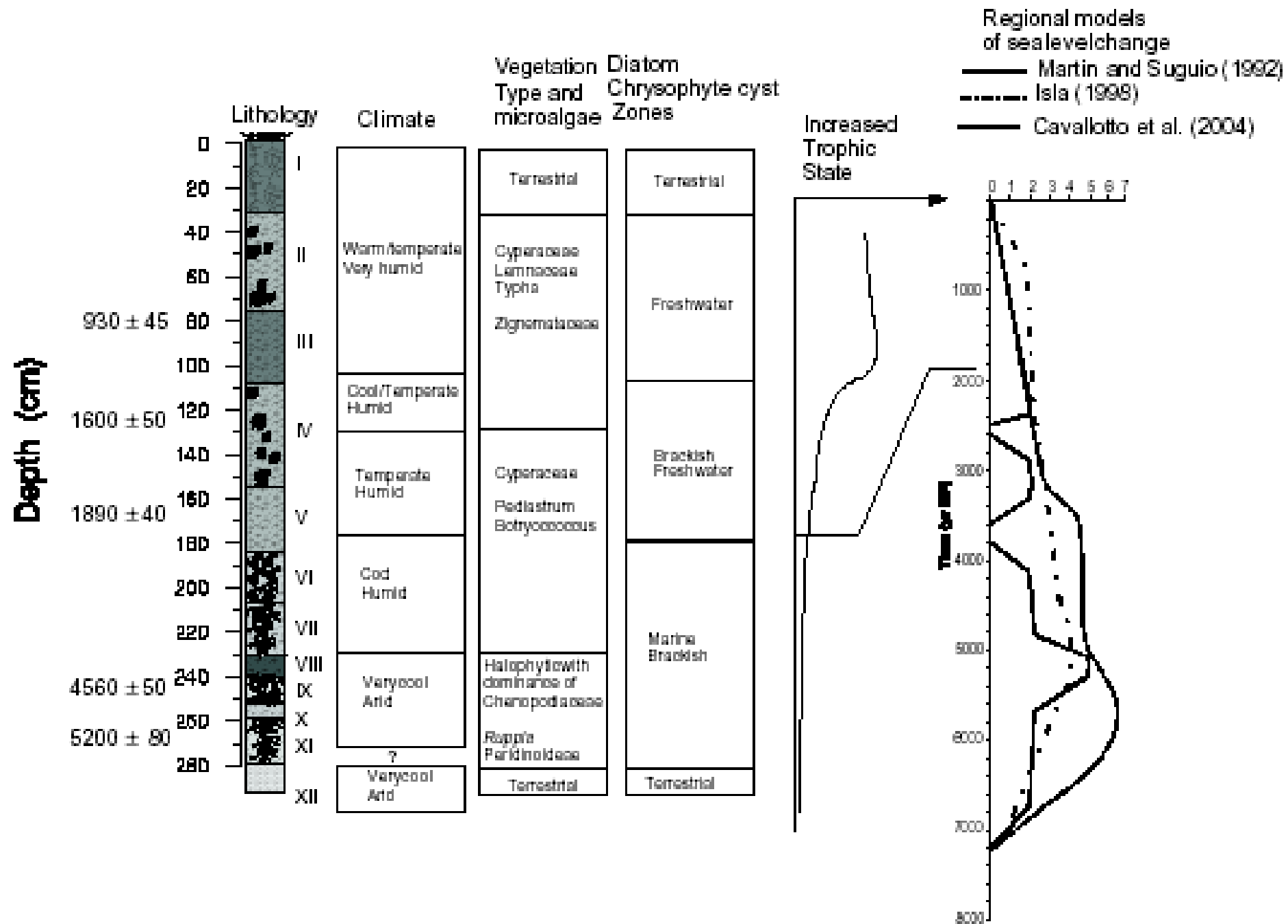




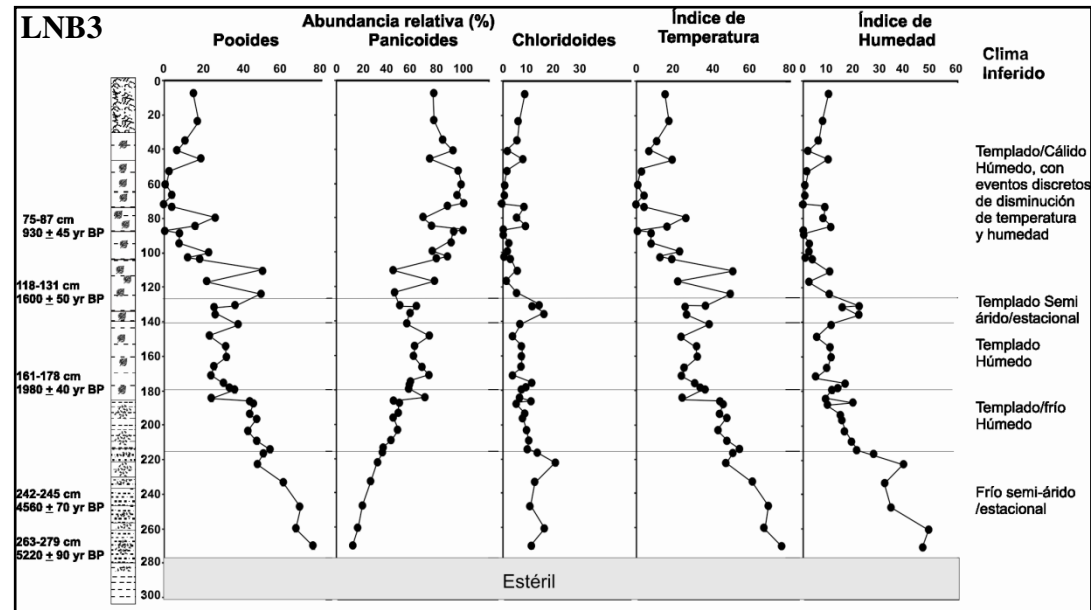


Relative abundance (%)



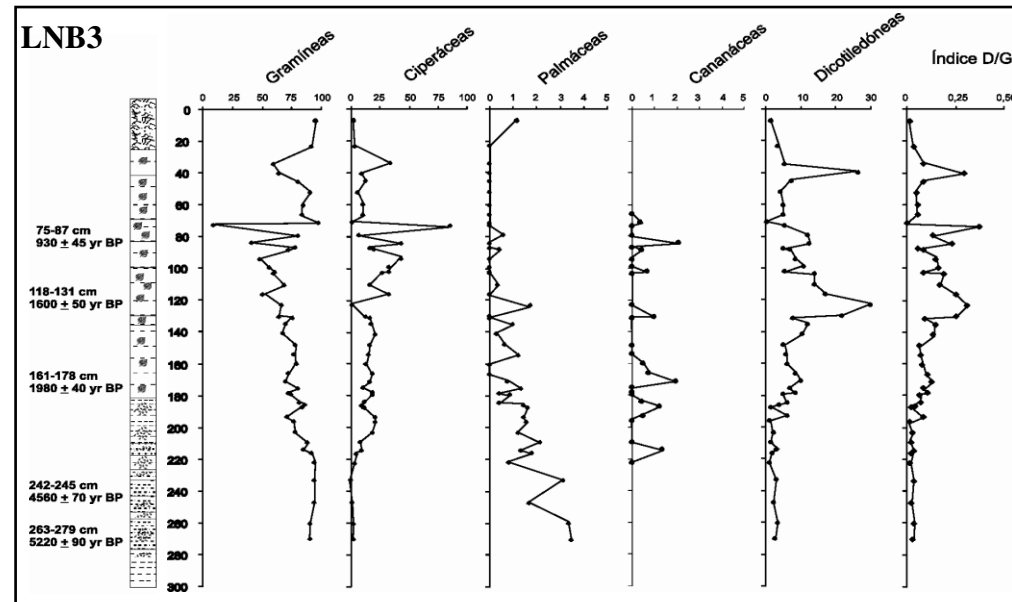


En conjunto, las asociaciones fitolíticas permiten reconstruir las condiciones climáticas y la estructura de las comunidades vegetales pasadas.

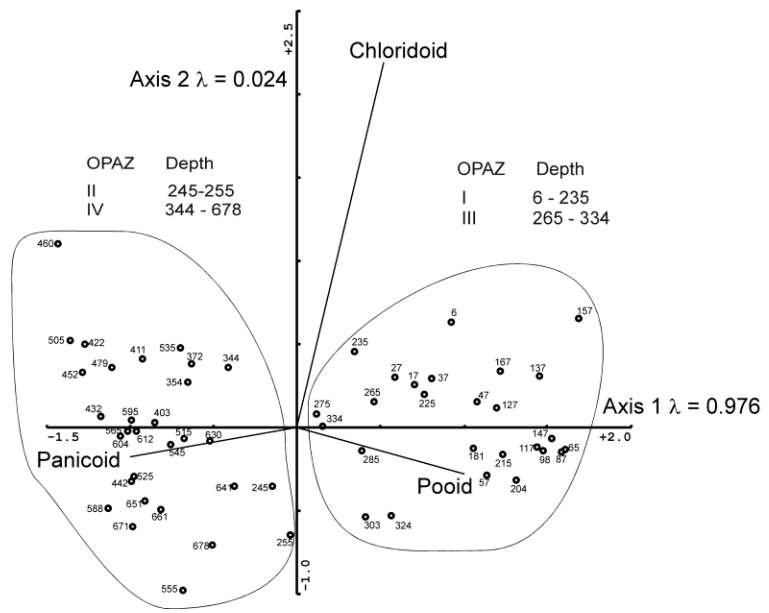
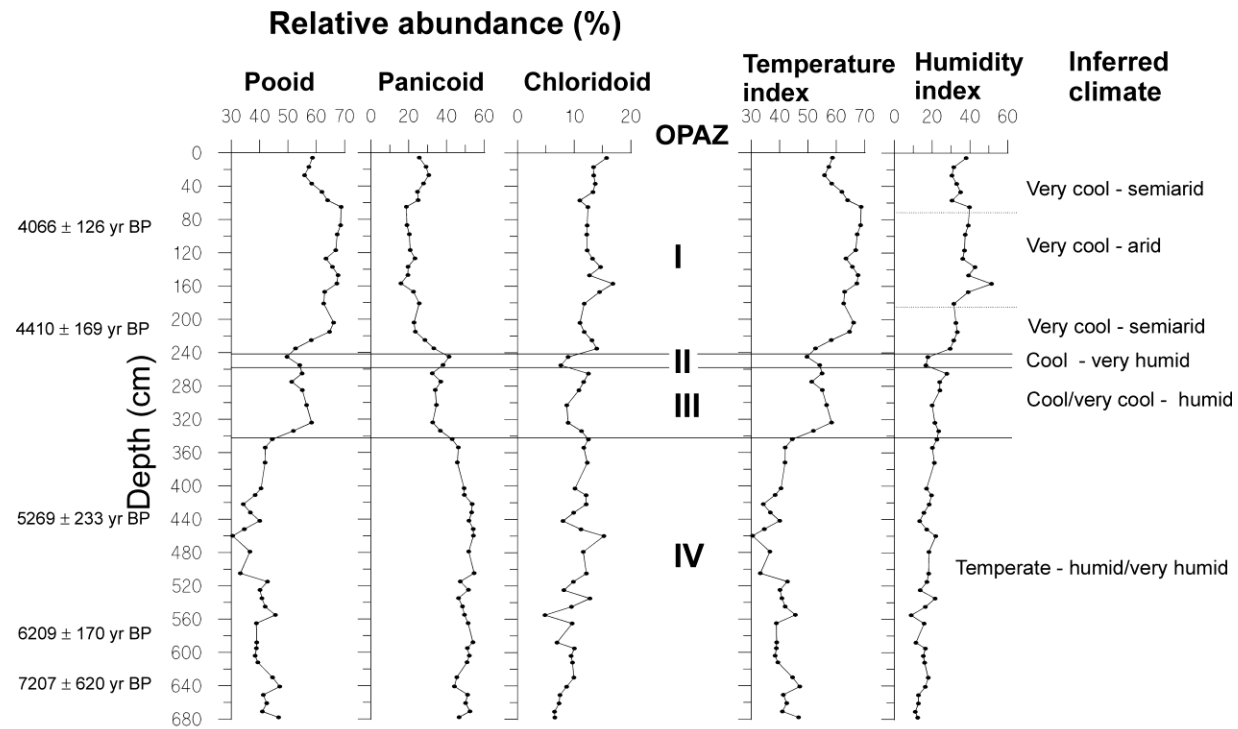


del Puerto *et al.* submitted

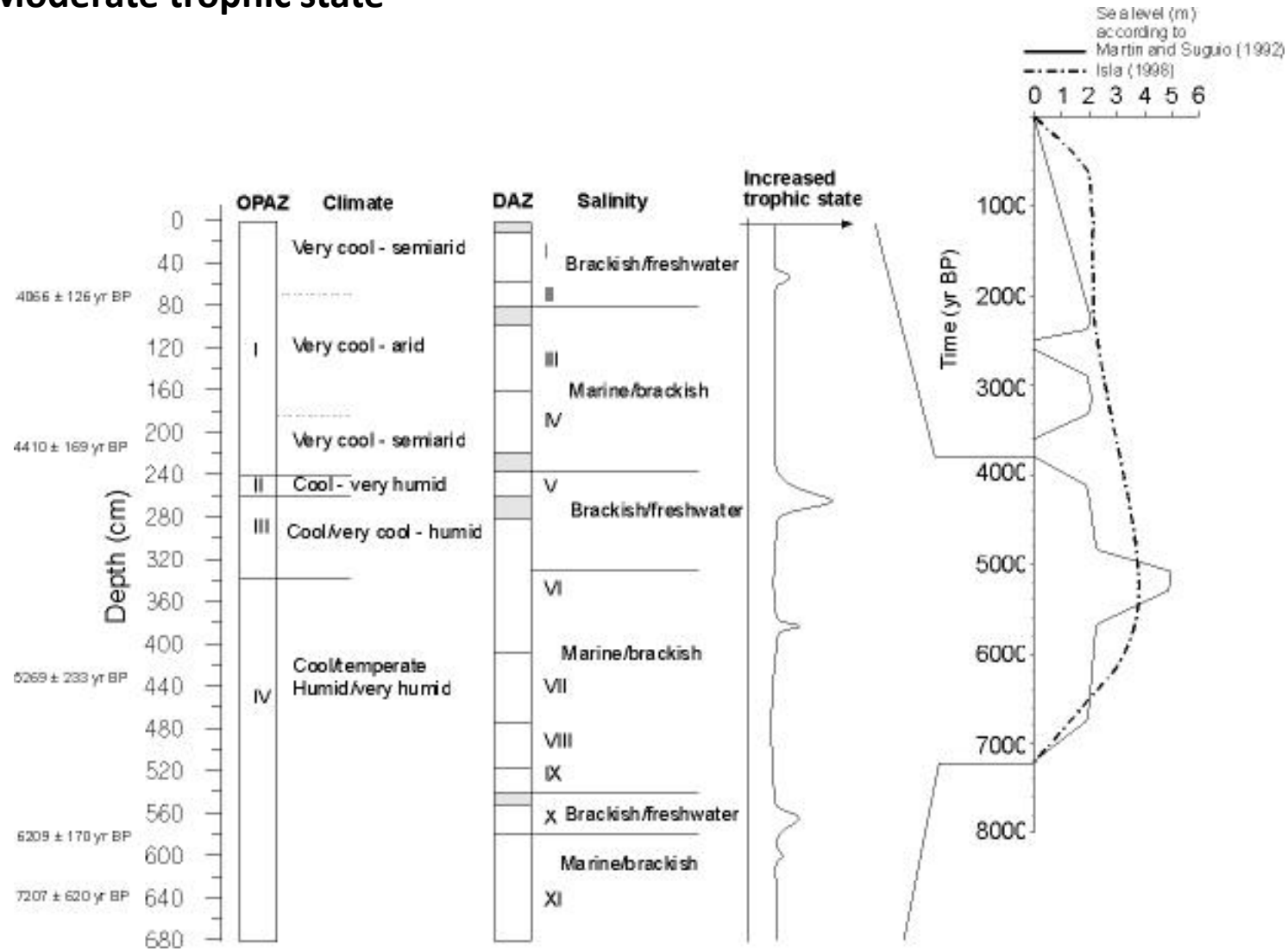
Cuando se integra esta información con la generada por otros indicadores biológicos (polen, macrorrestos vegetales, diatomeas, etc) y físico-químicos (geoquímica, isótopos, textura, etc), es posible reconstruir las condiciones ambientales y climáticas pasadas

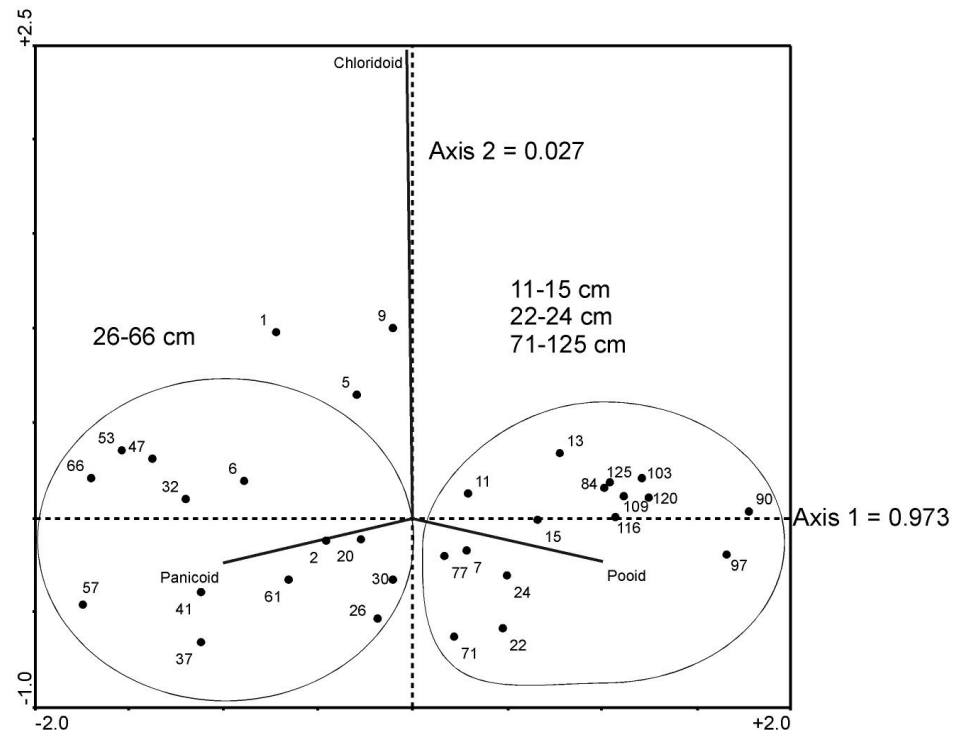
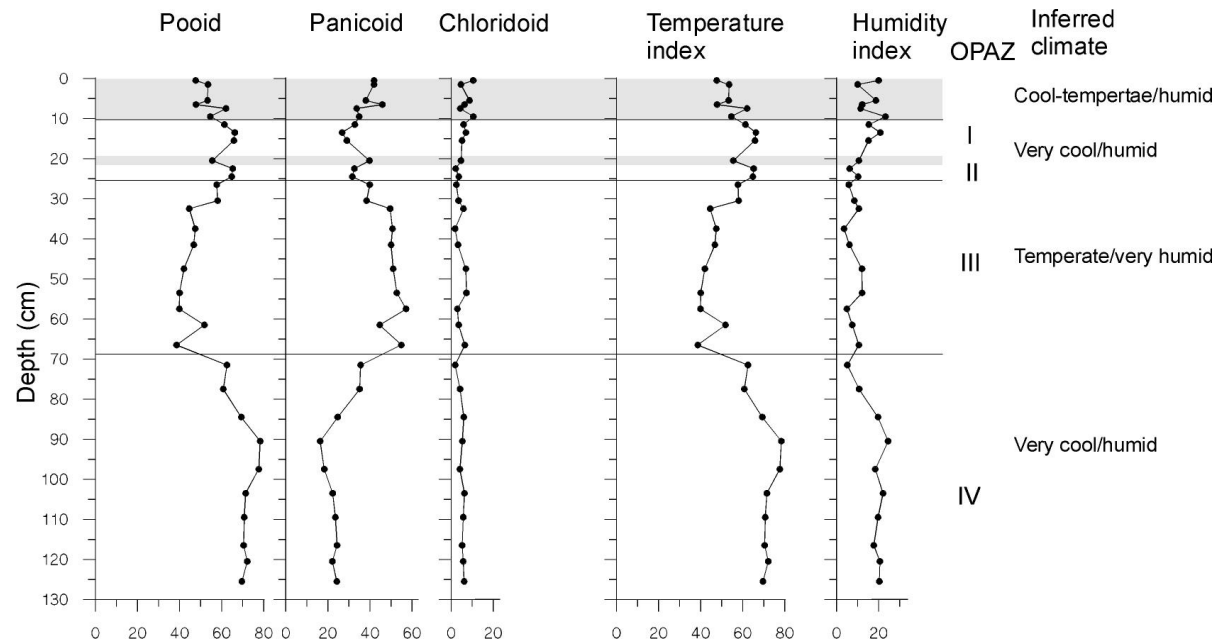


del Puerto *et al.* submitted

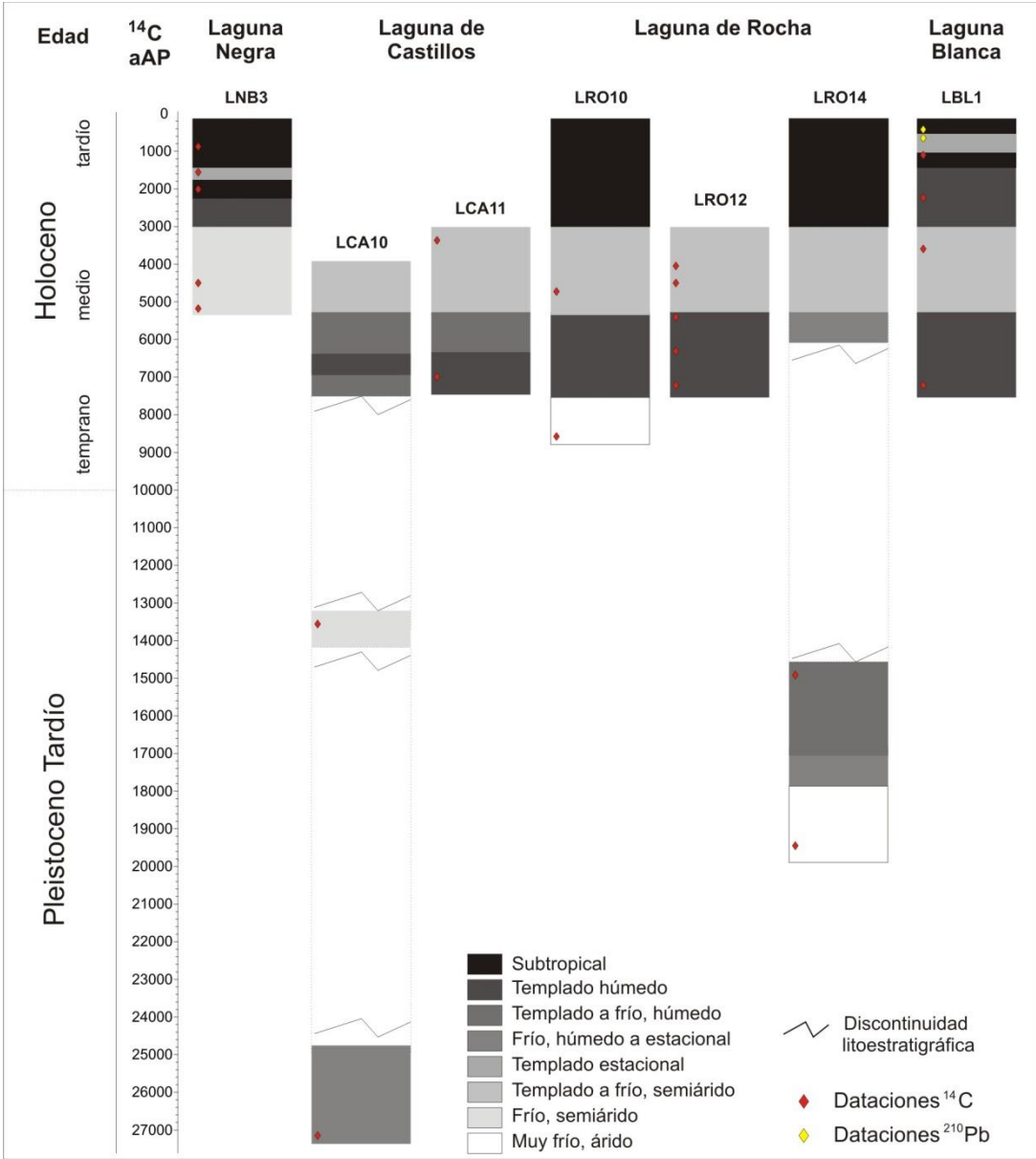


**Higher frequency and lower amplitude sea-level oscillations also  
Moderate trophic state**

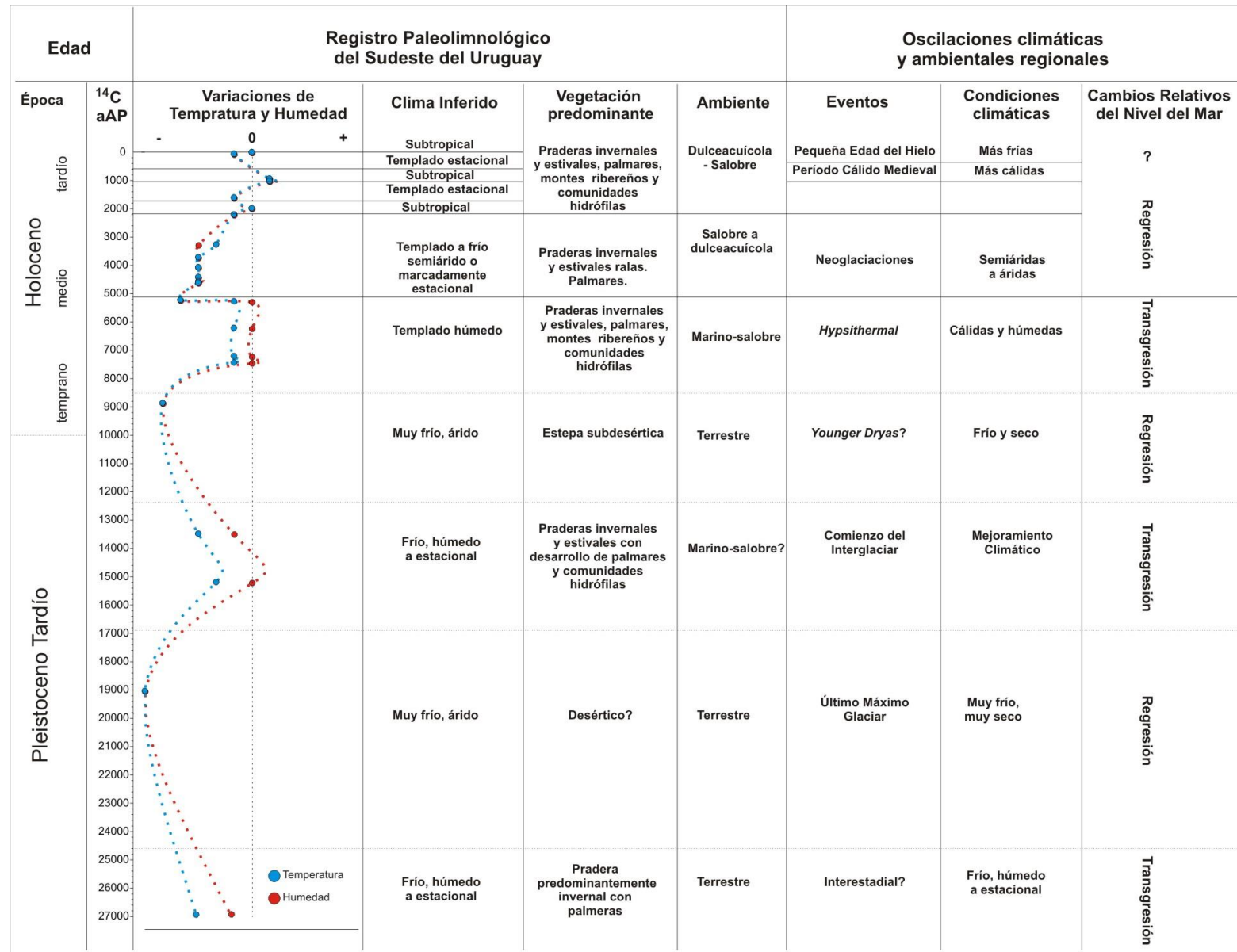




L. Sauce



# Modelo paleoclimático para el Pleistoceno Tardío / Holoceno en el SE del Uruguay

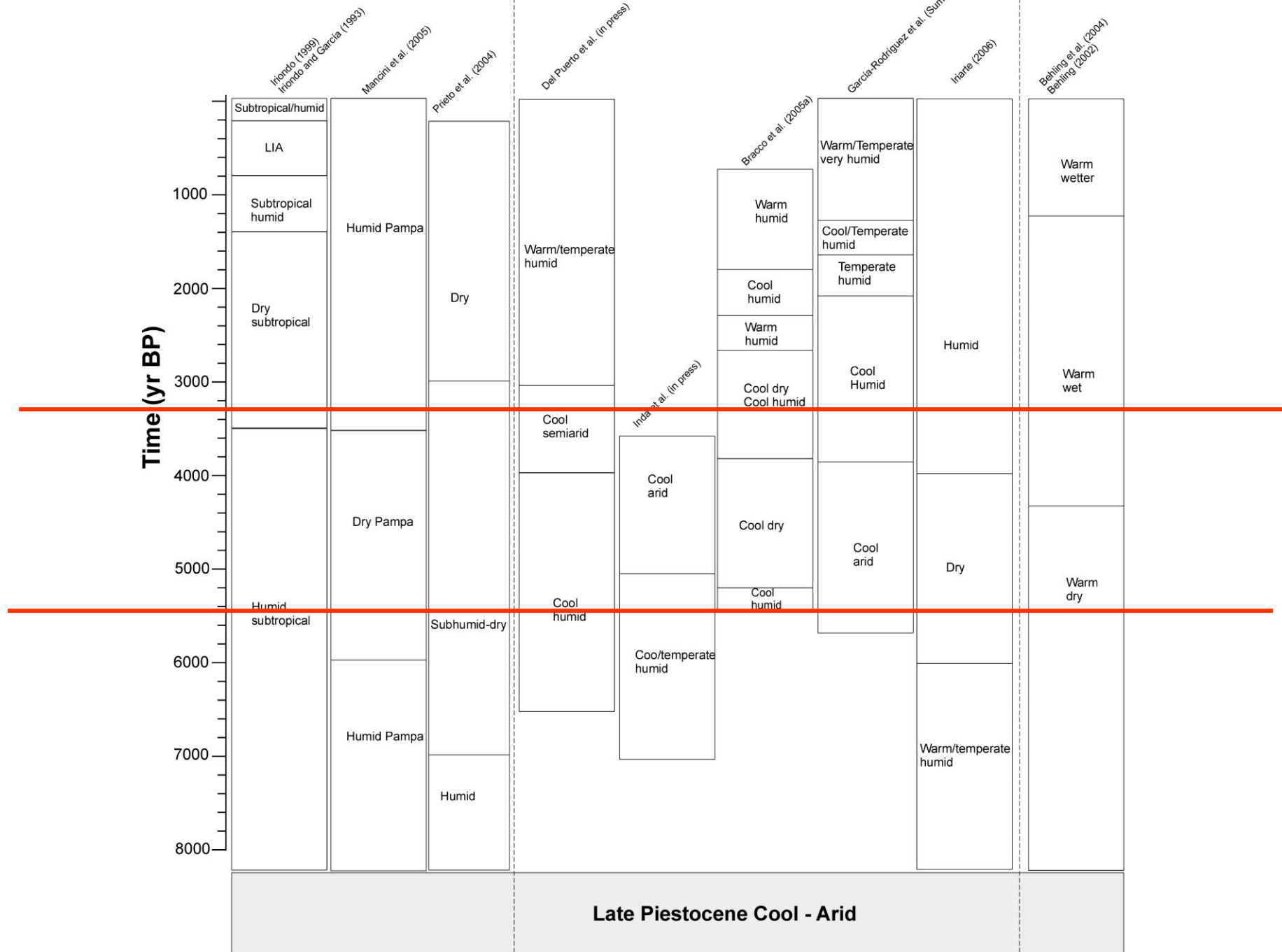




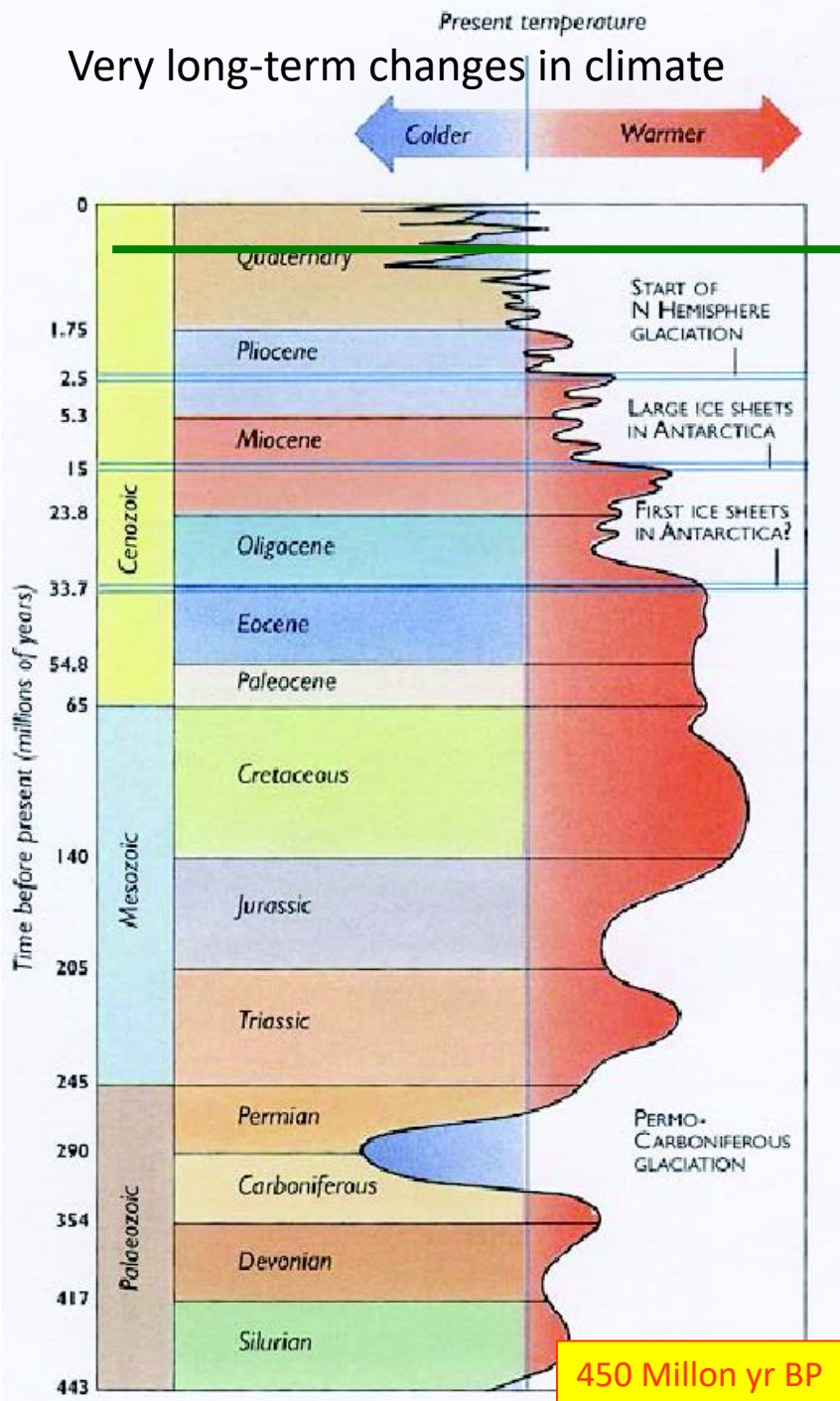
# Argentinean Pampa

# SE Uruguay

# SE Brazil



# Very long-term changes in climate



Anthropocene present geological age: warming + human impact

Holocene

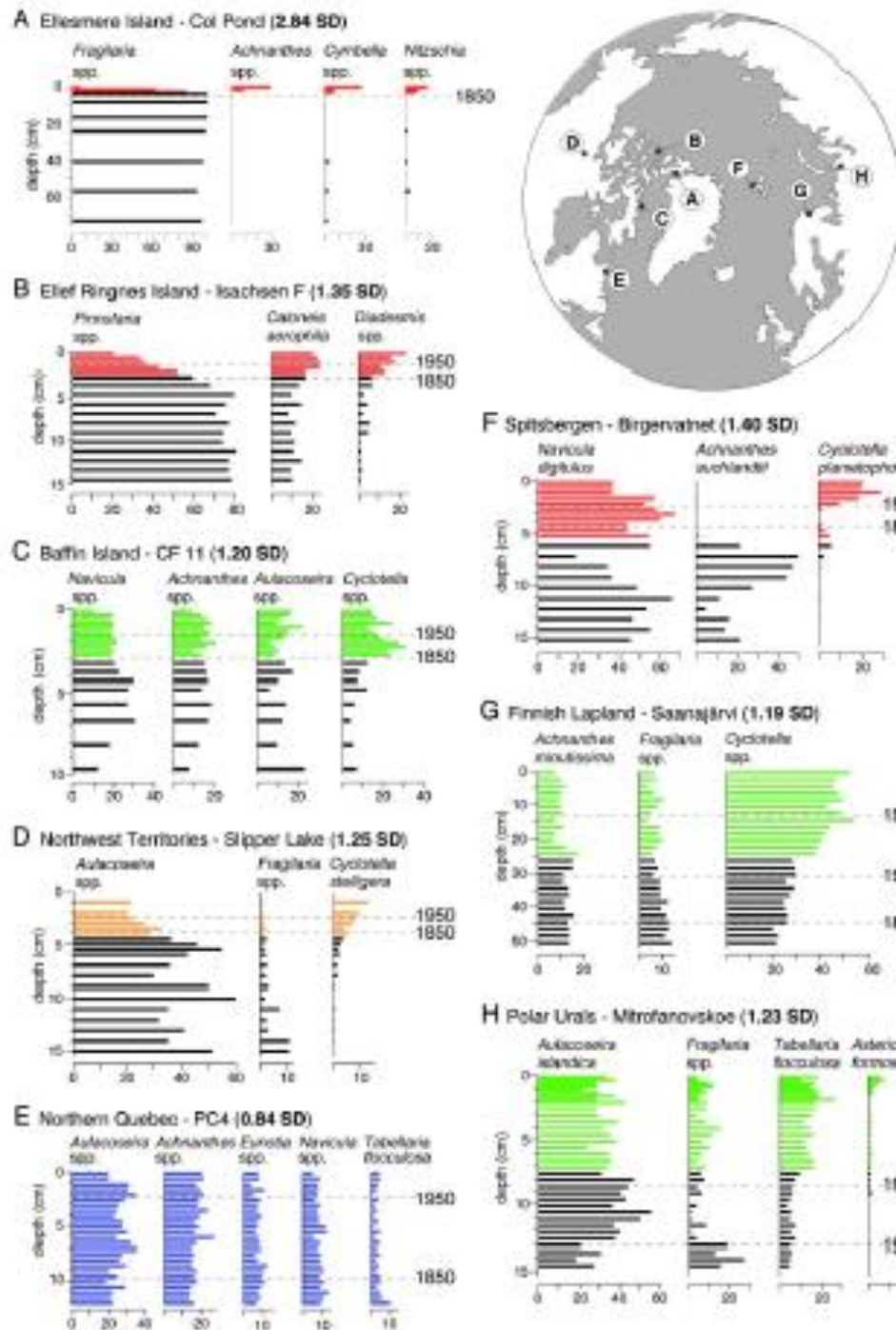
10,000 yr BP – contemporary times

Pleistocene

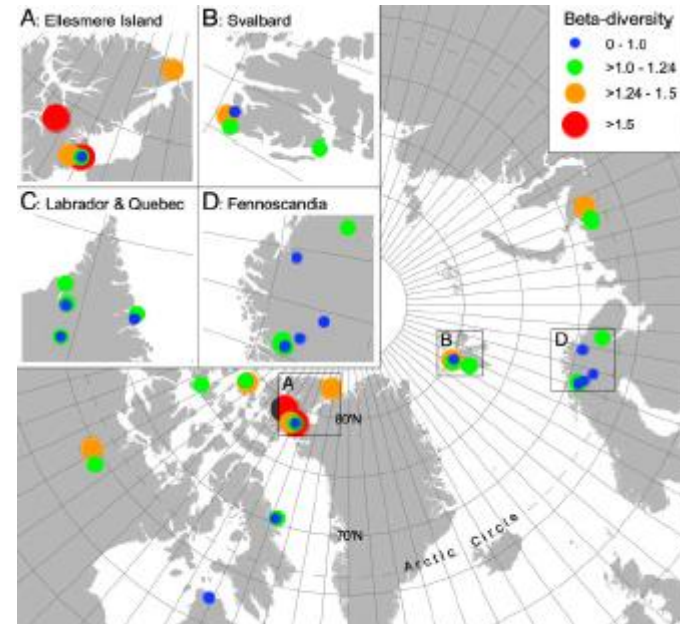
500,000 – 10,000 yr BP

Global Warming or Cooling is nothing new. It's happened already.

450 Million yr BP

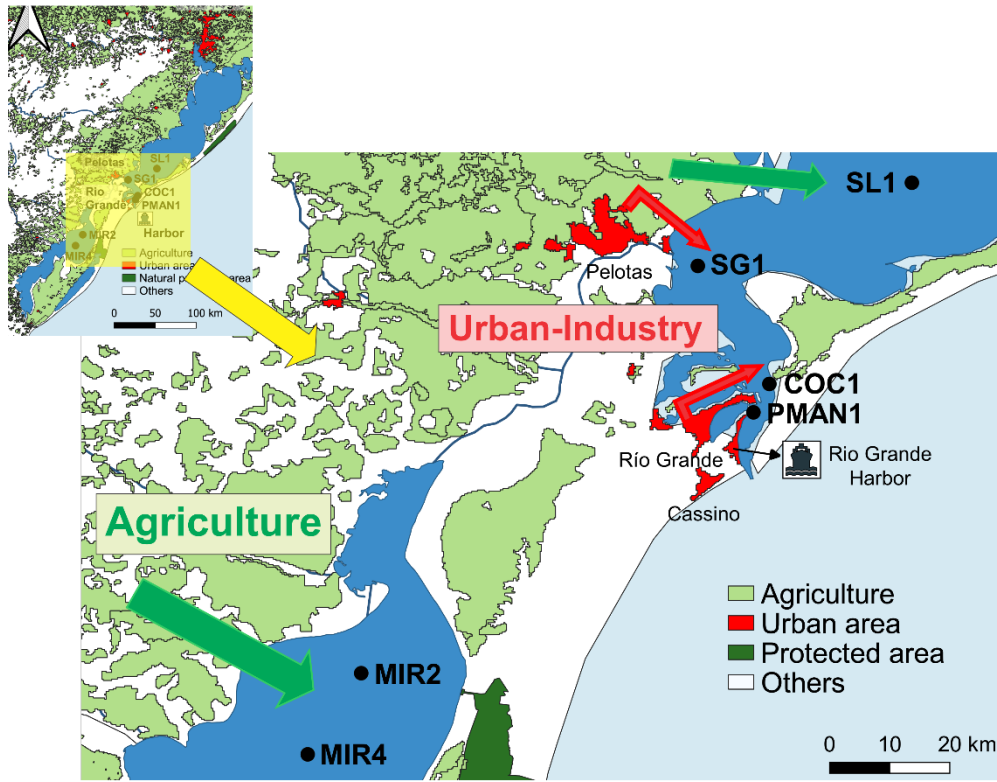


## HOLOCENO-ANTROPOCENO (Smol et al., 2005)

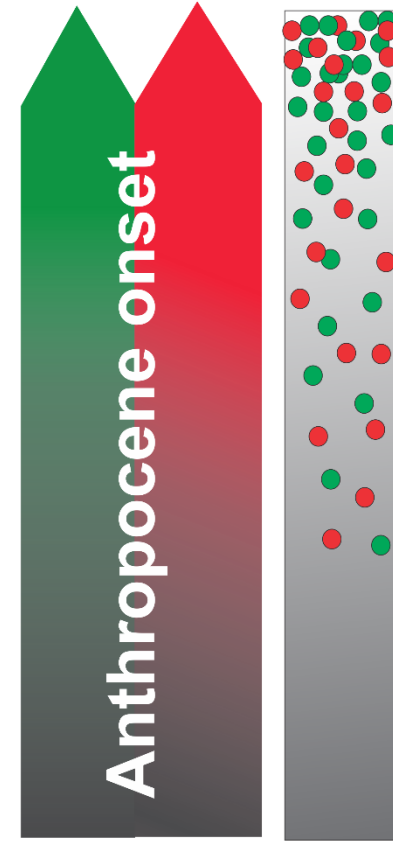
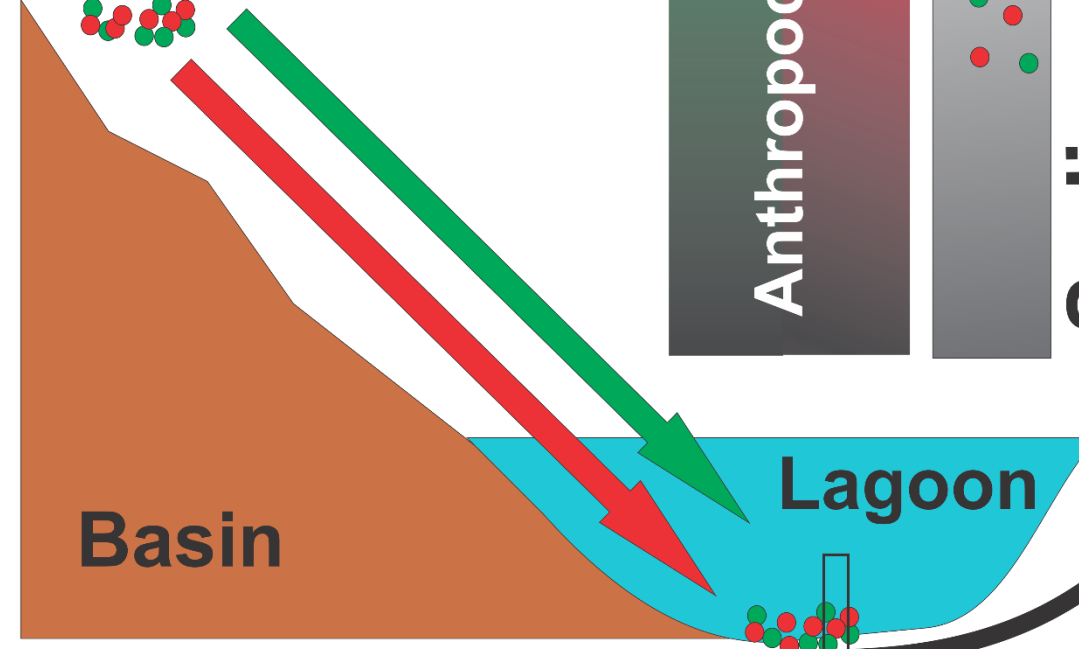


Fifty-five paleolimnological records from lakes in the circumpolar Arctic reveal widespread species changes and ecological reorganizations in algae and invertebrate communities since approximately *anno Domini* 1850. The remoteness of these sites, coupled with the ecological characteristics of taxa involved, indicate that changes are primarily driven by climate warming through lengthening of the summer growing season and related limnological changes. The widespread distribution and similar character of these changes indicate that the opportunity to study arctic ecosystems unaffected by human influences may have disappeared.

# Source-to-sink process



Source



Sink

