



Ambienti costieri a dominio di moto  
ondoso e marea

# Le isole-barriera

# Perché le isole-barriera



Le isole-barriera del sistema lagunare di Marano e Grado (FVG)



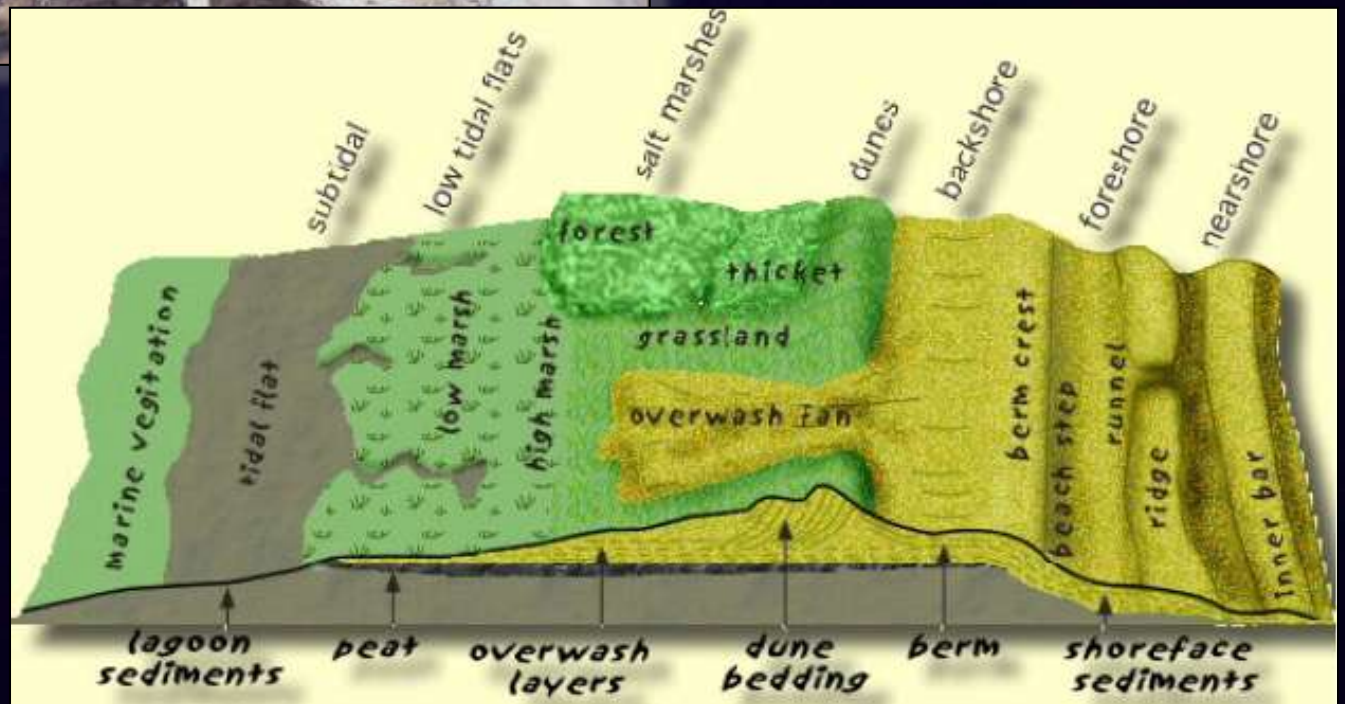
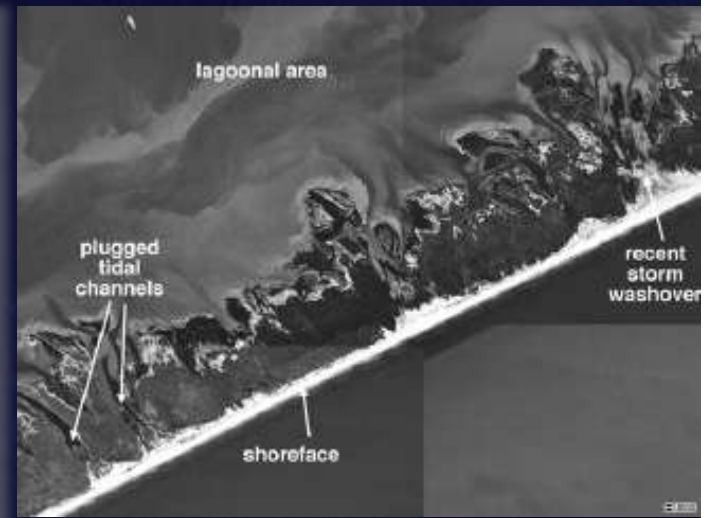
# Barriere

**BARRIERA:** accumulo di sedimenti subacqueo e subaereo parallelo alla costa formato dalle onde, dalla marea e dai processi eolici

Le barriere rappresentano un sistema integrale di spiaggia, incorporando una spiaggia sommersa ed emersa, le avandune, i washover, le bocche e i delta tidali

Le barriere possono presentare una **ampia variabilità di forme** e di tipologia (da *cheniers* a sistemi a dominio del moto ondoso), di posizione rispetto alle aree interne (da isole a sistemi attaccati) e di stabilità (stabili, progradazionali, retrogradazionali)







I soli prerequisiti essenziali per la formazione di una barriera sono un substrato favorevole, del sedimento disponibile e il moto ondoso.

- **IN ALTRE PAROLE**, uno spazio di accomodamento al di sopra del substrato, del sedimento per riempire lo spazio e delle onde che lo trasportino
- Tale combinazione produrrà una spiaggia (emersa e sommersa) senza dune e bocche tidali
- **Altri fattori** possono modificare questo modello di base, come:
  - la marea
  - il vento
  - gli organismi (vegetali ed animali)
  - l' eredità geologica
  - la tettonica



# Teorie sulla formazione

Qualsiasi teoria sulla formazione delle isole-barriera deve tener conto delle seguenti caratteristiche:

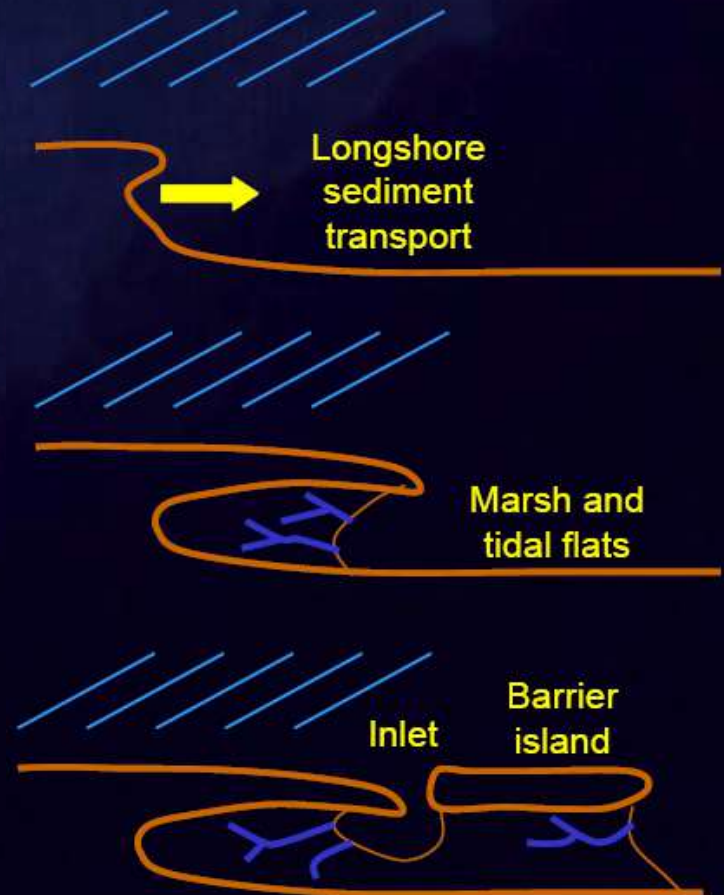
- **Morfologia:** depositi in forma allungata e parallela alla costa, di ridotta ampiezza
- **Litologia:** composti in prevalenza da materiale sabbioso
- **Sviluppo:** le isole tendono a formare catene insulari



## TEORIA DELLA PROGRADAZIONE DI SPIT

Secondo Gilbert (1885) le isole-barriera derivano dall'effetto dei processi di trasporto longshore, grazie ai quali si possono formare le forme distaccate come gli *spit*.

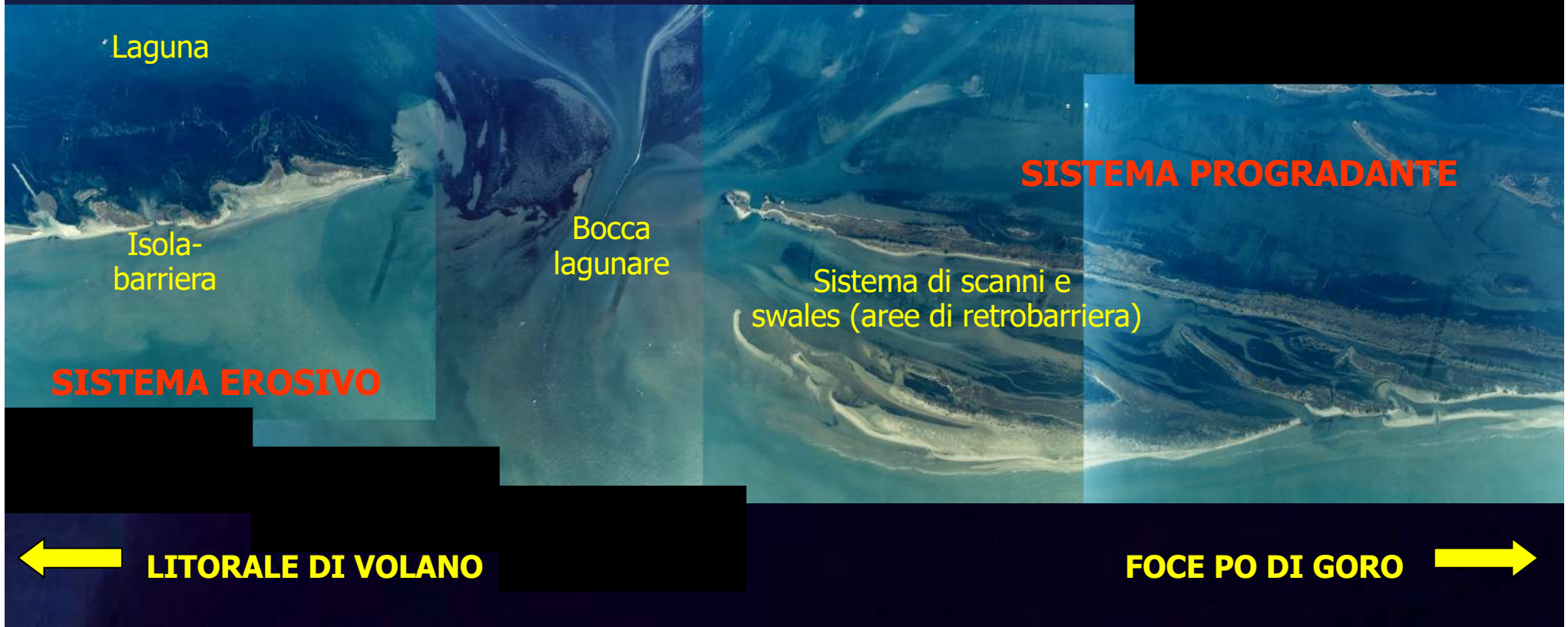
Uno *spit*, eccessivamente allungato, può quindi essere "rotto" durante una mareggiata, dando luogo ad una forma isolata insulare (isola-barriera)





# Esempi di forme progradanti generate da spit si ritrovano, ad esempio, lungo tutto il perimetro del delta del Po

In particolare, di recente formazione sono gli scanni sabbiosi in progradazione lungo l'estremità meridionale del delta







82051

1:24000

LNAD-RN1 N02

1263

**Tybee Island, Georgia  
1982**

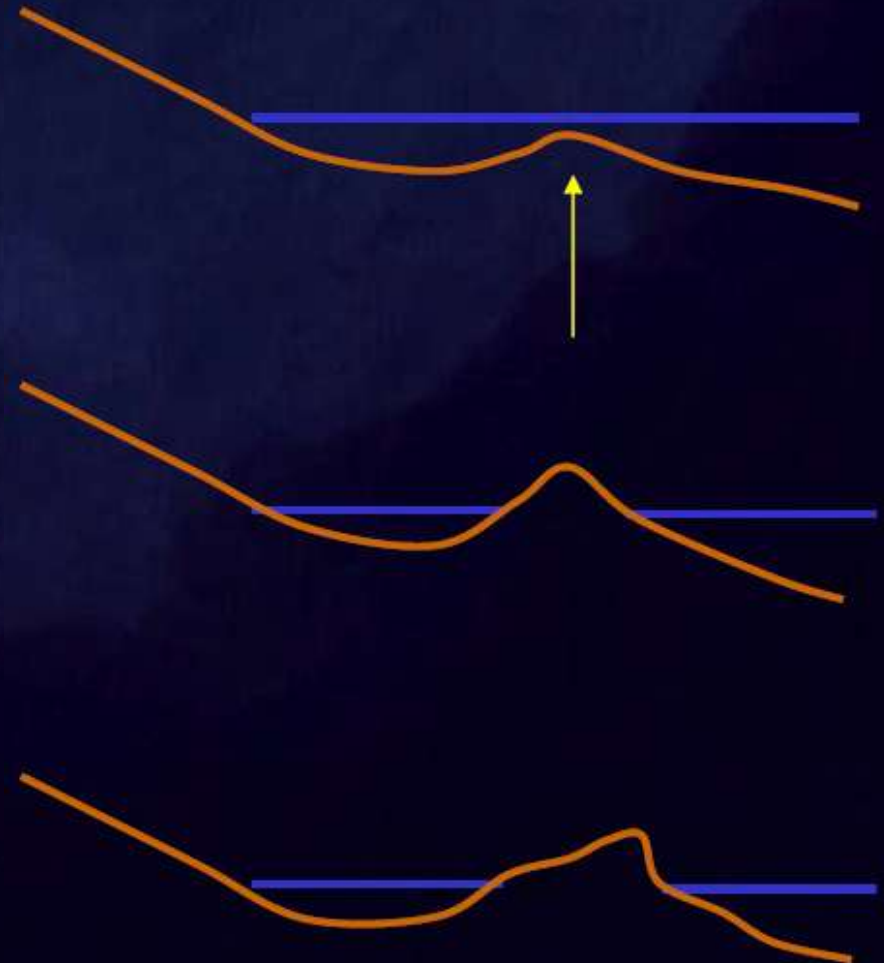


## TEORIA DELLA BARRA OFFSHORE

Secondo DeBeaumont (1845) una barra subtidale può divenire subaerea e inizia ad accrescere verticalmente per trasporto eolico, dando luogo alla formazione di un'isola-barriera.

### Problemi:

1. Una barra non può emergere poiché ad un certo punto il moto ondoso tenderà a rimuovere il sedimento sommitale verso terra.
2. Perché non si osservano casi di formazioni simili negli ambienti attuali?
3. Assenza di fauna e sedimenti sottocostieri nell'area di retrobarriera



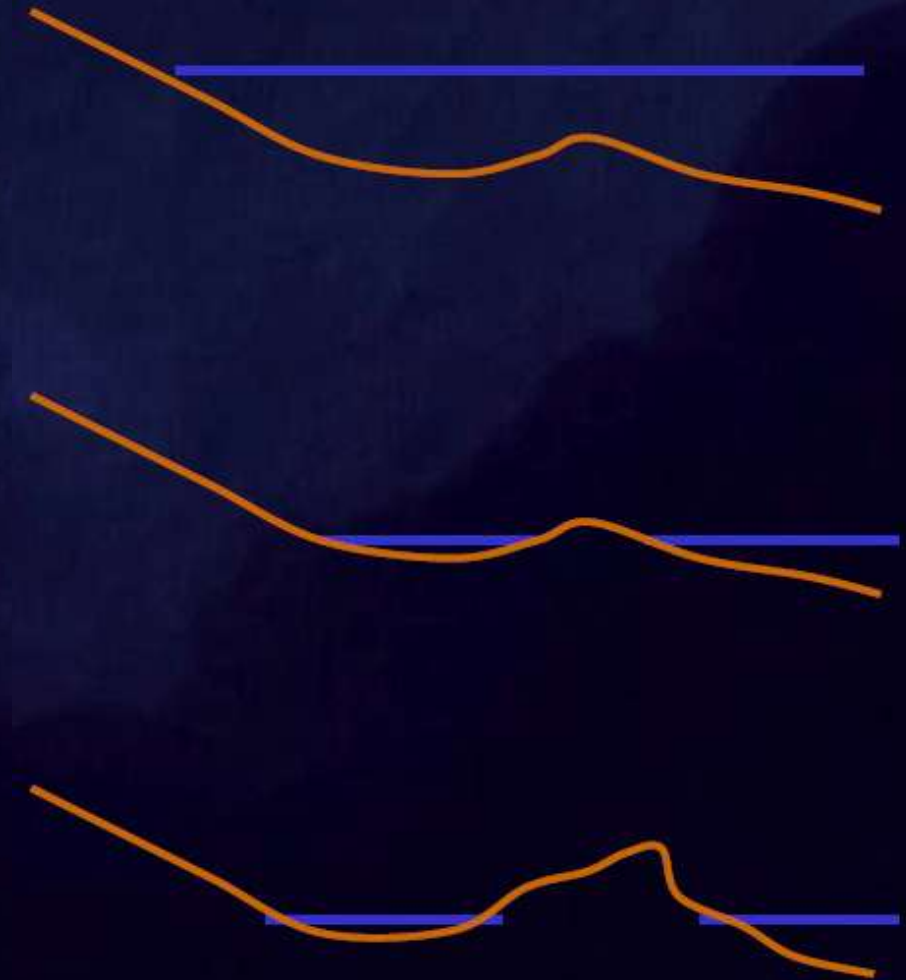
## TEORIA DELL' HIGHER STILL STAND (stazionamento elevato)

Secondo questa teoria la barriera si sarebbe formata a partire da una barra offshore, costruitasi durante una fase di stazionamento alto del livello del mare.

Il sollevamento tettonico può essere un meccanismo secondario di innalzamento della barra al di sopra del l.m.m.

### Problemi:

1. La teoria dipende dallo stazionamento alto, che può essere valido per le regioni di elevata latitudine, dove possono essere più marcati i fenomeni di emersione per rebound isostatico a seguito della deglaciazione.
2. Assenza di fauna e sedimenti di mare aperto nell' area di retrobarriera (obiezione simile al caso precedente)





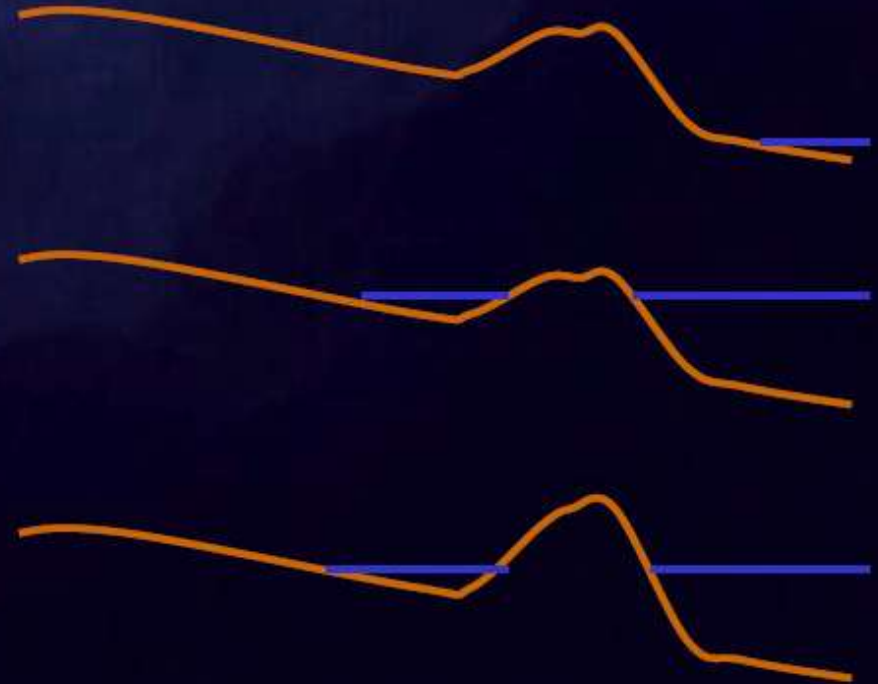
## TEORIA DELLA SOMMERSIONE DI BEACH RIDGE

Il vento può creare creste dunose molto elevate immediatamente alle spalle della spiaggia, ad esempio:

- Crane beach: 12-15 m
- Outer banks, NC; 15-35 m
- Barriere lungo la SC; 1-12 m
- Nord-Adriatico; 1-12 m

La coalescenza di queste dune può formare un *beach ridge*.

In caso di sommersione (innalzamento del livello del mare) l'area alle spalle del beach ridge (barriera) sarà inondato a formare una laguna o una baia.



Folly Beach, South Carolina  
Digital Orthophoto 1994





# Chesil Beach

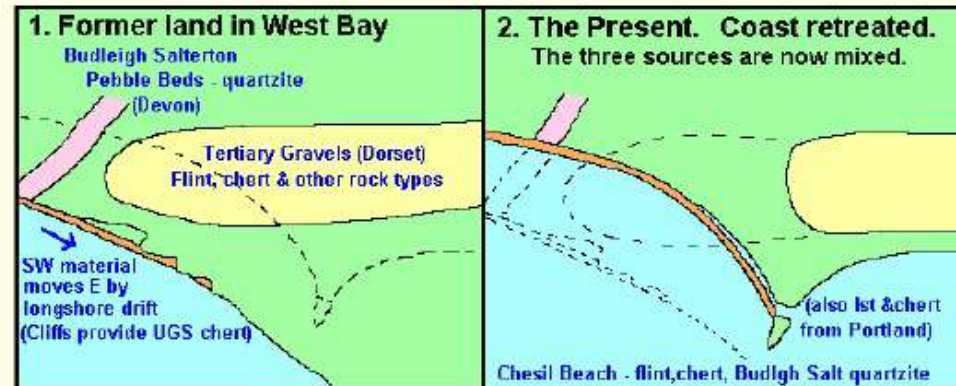


Chesil Beach and mouth of Fleet Lagoon at Ferry H. Old aerial photo - 15766 S. Am. 1/10c. 1962.



## Evolution of the Chesil Beach by Mixing of Source Materials

(Schematic and based on Perkins, 1977, with modifications)



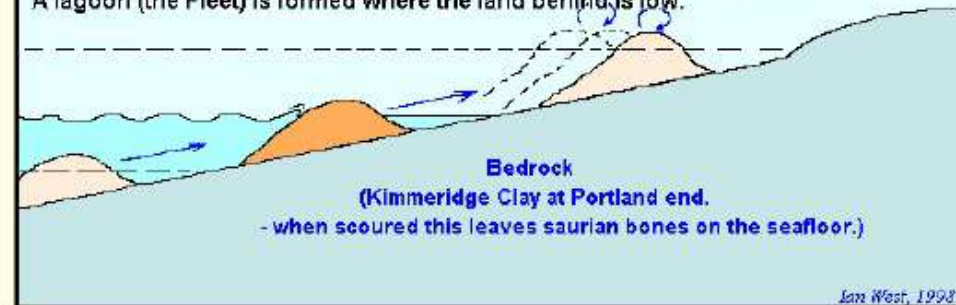
## Chesil Beach Moves Landward with Rising Sea-level

Sea-level was about minus 50 m. 20,000 years ago.

The ice of the Ice Age melted about 10,000 years ago.

Sea-level has progressively risen and the beach has moved up and landward.

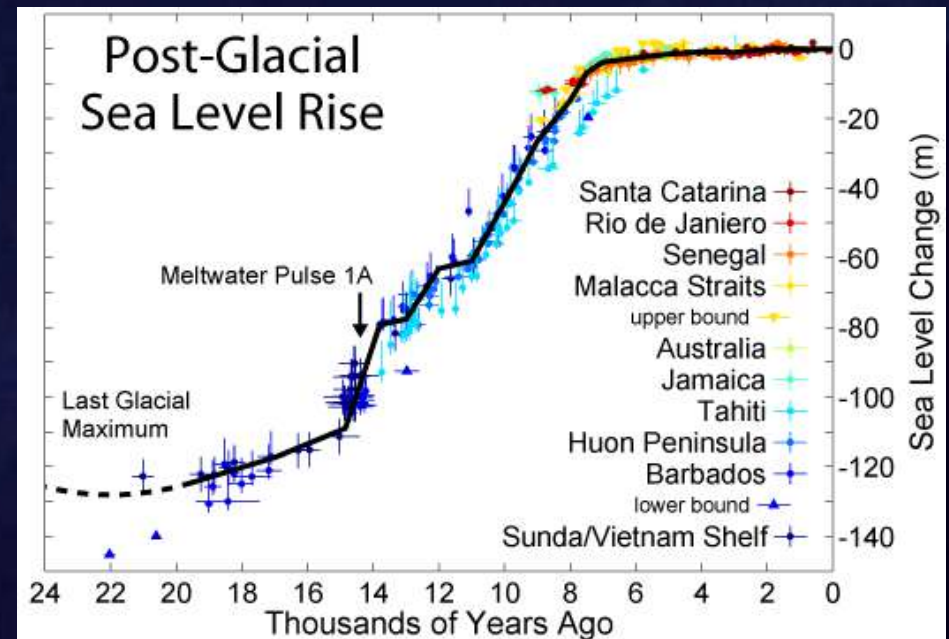
A lagoon (the Fleet) is formed where the land behind is low.



Jan West, 1993

# Lo sviluppo olocenico

- La maggior parte delle barriere ha conosciuto una fase trasgressiva durante l'Olocene, con l'innalzamento del livello del mare.
- Da ~6000-7000 BP il livello del mare è rimasto relativamente stabile
- Livello del mare stabile e grandi input sedimentari sia dalla piattaforma che dai fiumi portano all'accrescimento costiero, anche mediante **progradazione delle barriere** →
  - 1) Formazione delle pianure costiere
  - 2) Barriere progradanti: sviluppo estensivo di dune in un ambiente ad elevata esposizione eolica.



Compiled by R.A. Rohde (using data by Fleming et al. 1998, Fleming 2000, & Milne et al. 2005)

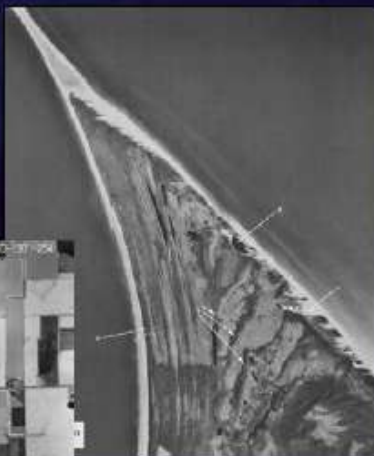
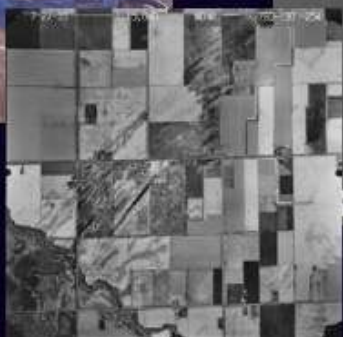




# Lo sviluppo olocenico

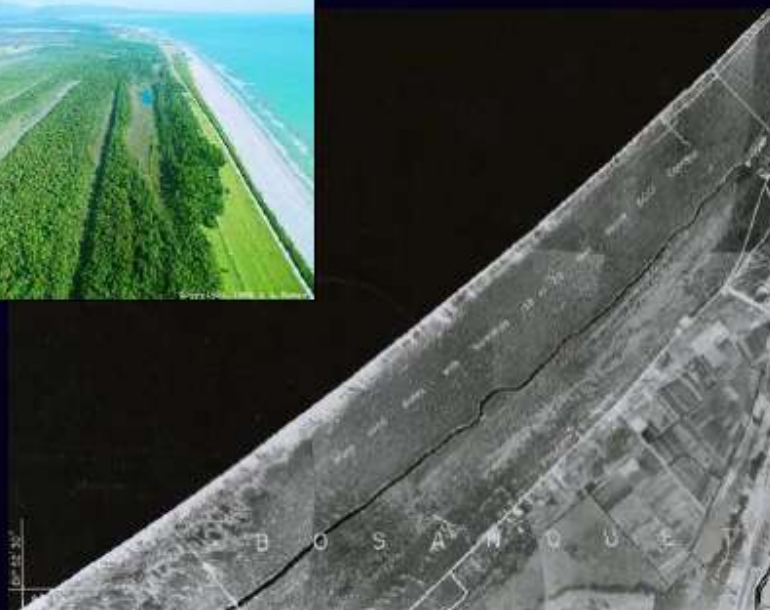
## Piane a Beach ridge

- Formate per processi di swash con clima ondosso moderatamente calmo durante la progradazione di spiaggia
- basso gradiente offshore e abbondante carico sedimentario
- basso regime dei venti o secondario rispetto ai processi di swash

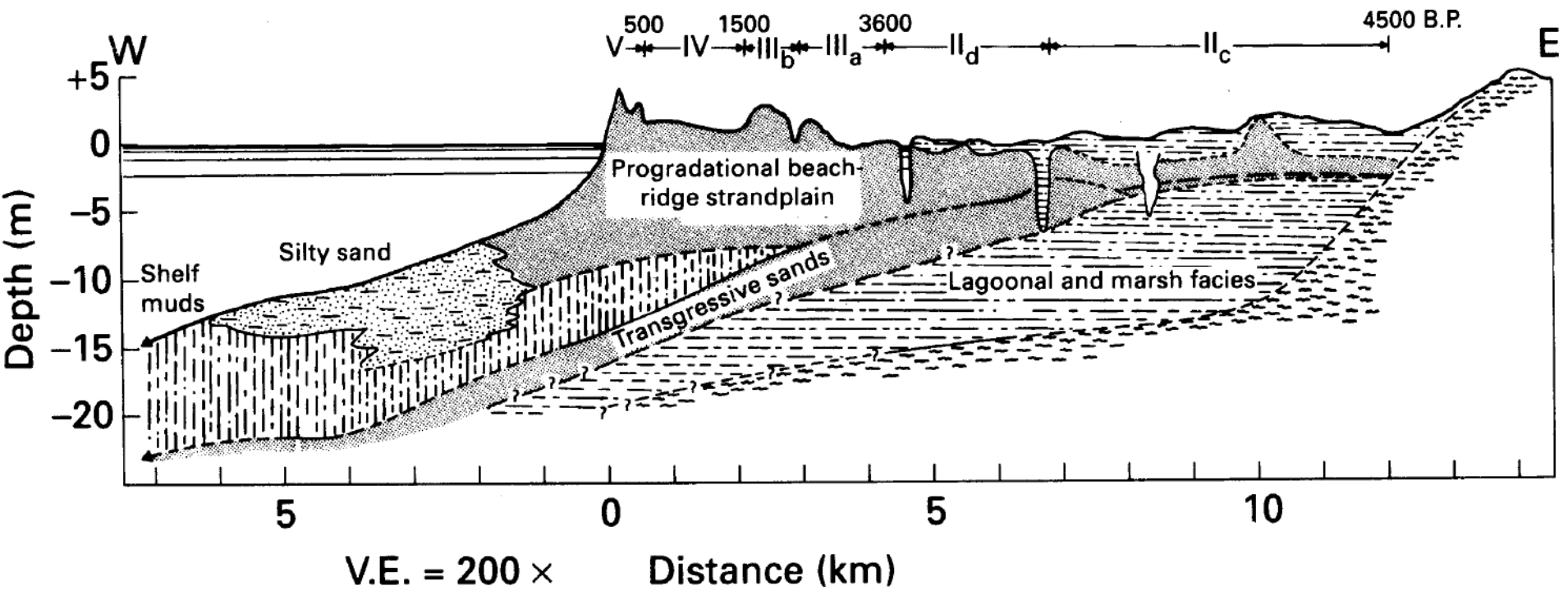


## Piane a foredune-ridge

- Sistemi di dune parallele alla linea di riva, formatesi nel retrospiaggia ed ancorate alla vegetazione
- Altezza e numero delle dune dipende dal tasso di progradazione



### Beach ridge complexes defined by discontinuities





NW

SE

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

Beach Pole 69

Leyduin

Groenendaal

Haarlemmer-  
meer Polder

Depth  
in m

+10

N.A.P.

-10

-20

-30

North Sea

2200

2400

2600

2800

3000

3200

3400

3600

3800

4000

4200

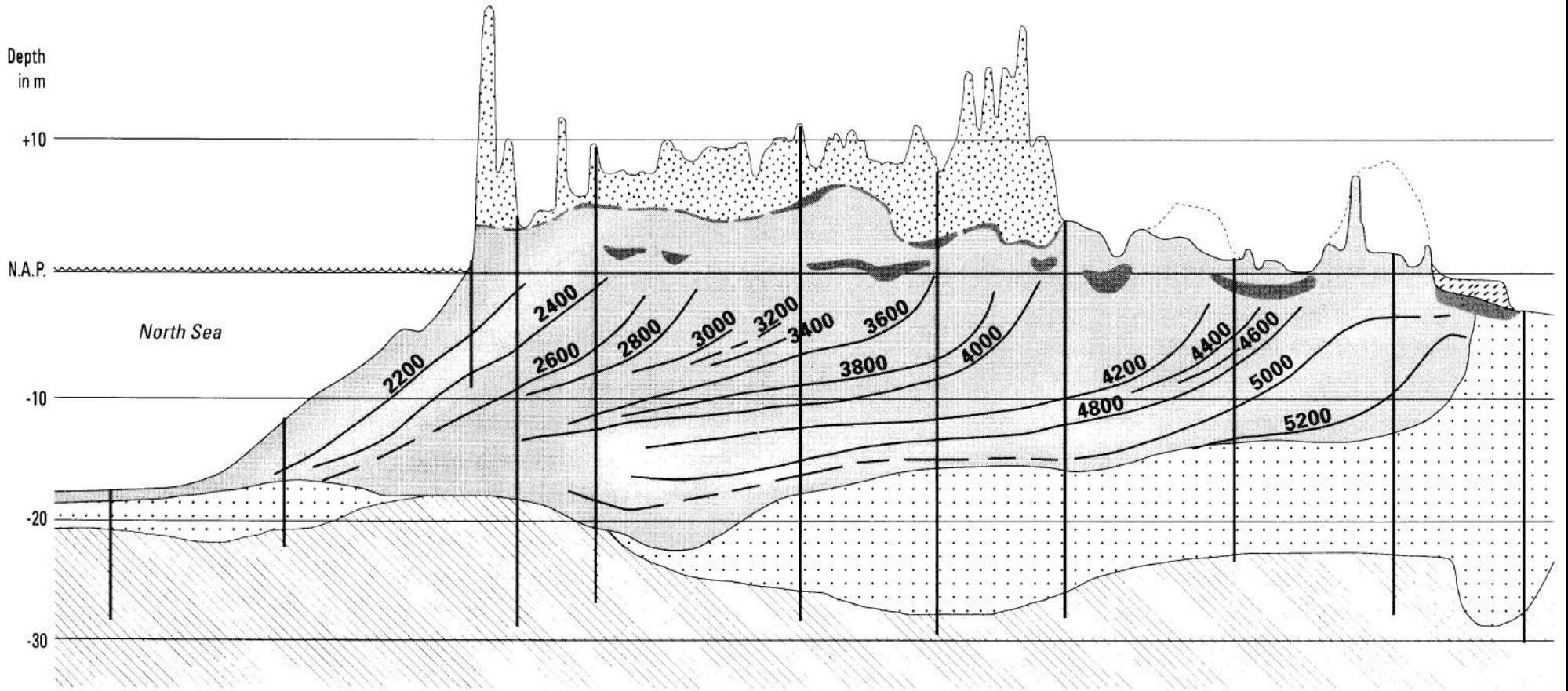
4400

4600

5000

5200

0 1 2 km



# La forma

La forma risultante, la composizione e la stabilità di un'isola barriera dipendono dall'influenza relativa dei seguenti fattori:

- Il carico sedimentario
- Le fluttuazioni del livello marino
- Pendenza della piattaforma continentale
- Escursione di marea

**Coste swash-aligned** sono orientate parallelamente alla cresta delle onde. Sono sistemi chiusi in termini di trasporto sedimentario

**Coste drift-aligned** sono orientate obliquamente alle creste delle onde. Sono sistemi aperti, a controllo primario da parte del trasporto longshore

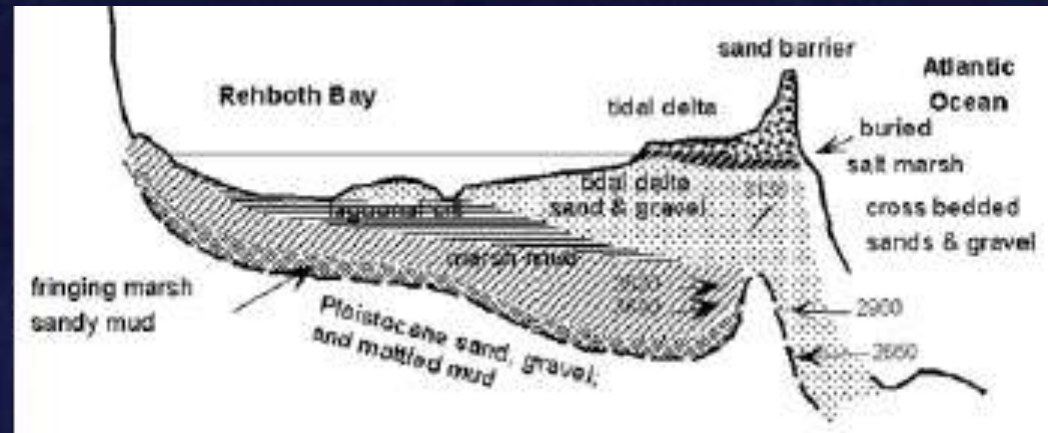




# Tipi di barriera

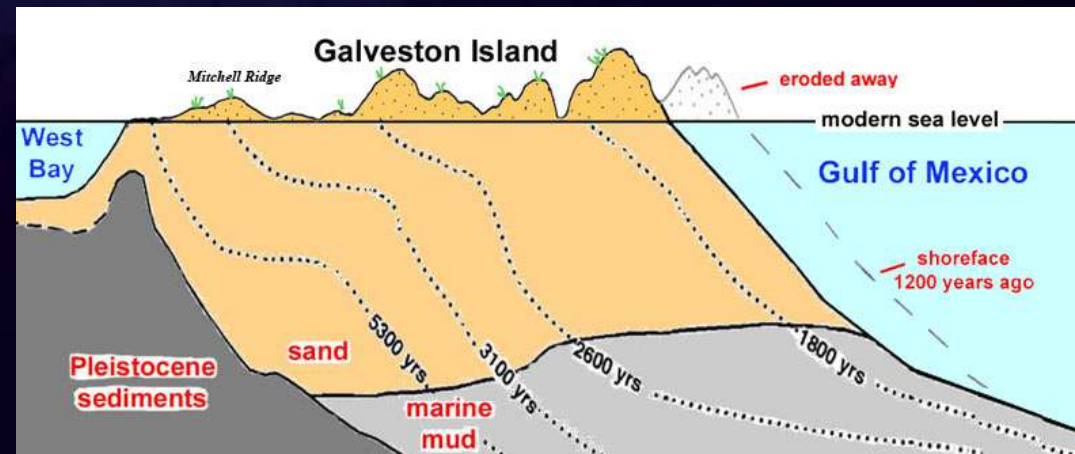
## • Barriere trasgressive

- ✓ migrano verso terra nel corso del tempo
- ✓ numero limitato di sistemi dunosi
- ✓ si rinvergono più facilmente lungo le coste dove il carico sedimentario è adeguato per la formazione della barriera, senza permetterne l'accrescimento
- ✓ innalzamento del livello del mare

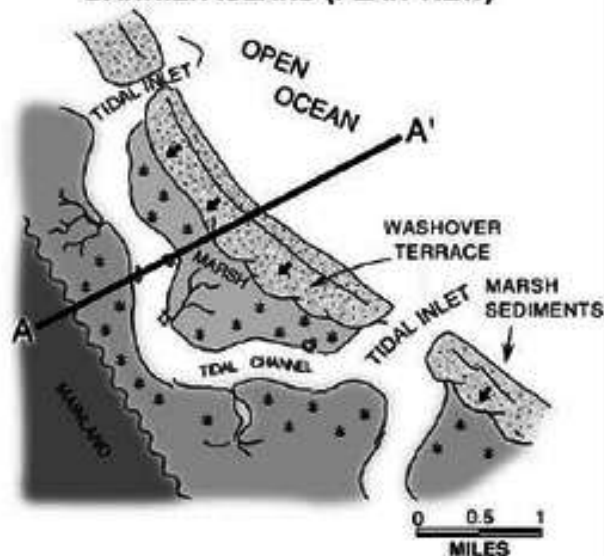


## • Barriere regressive

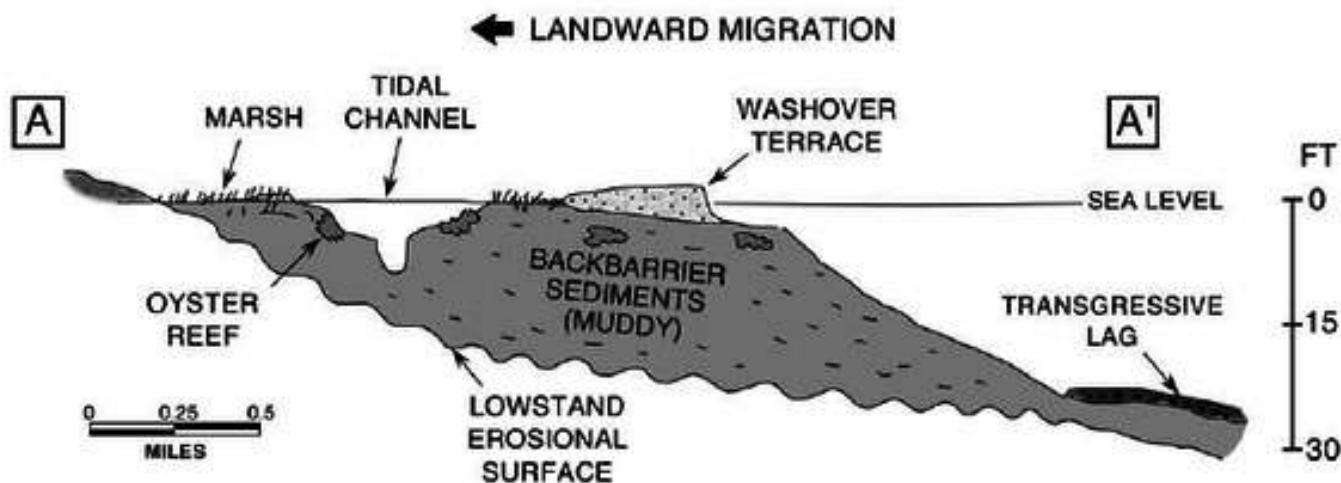
- ✓ ambiente progradante
- ✓ molti sistemi dunosi
- ✓ alto carico sedimentario (sabbia)
- ✓ abbassamento del livello del mare



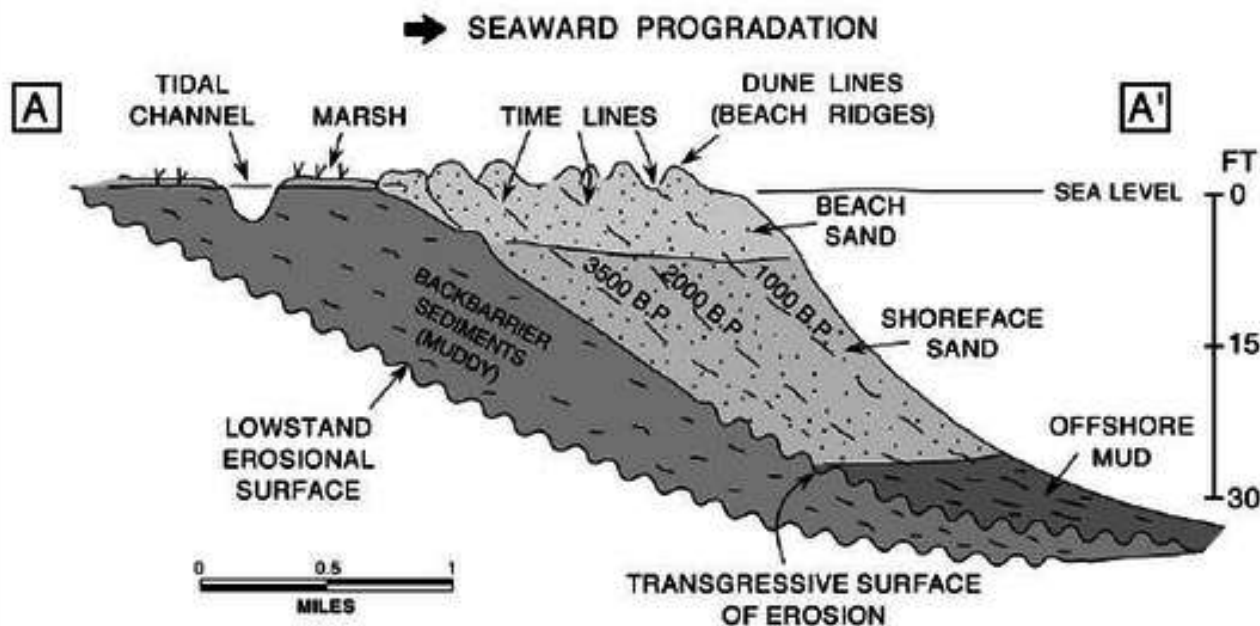
**LANDWARD-MIGRATING (TRANSGRESSIVE) BARRIER ISLAND (PLAN VIEW)**



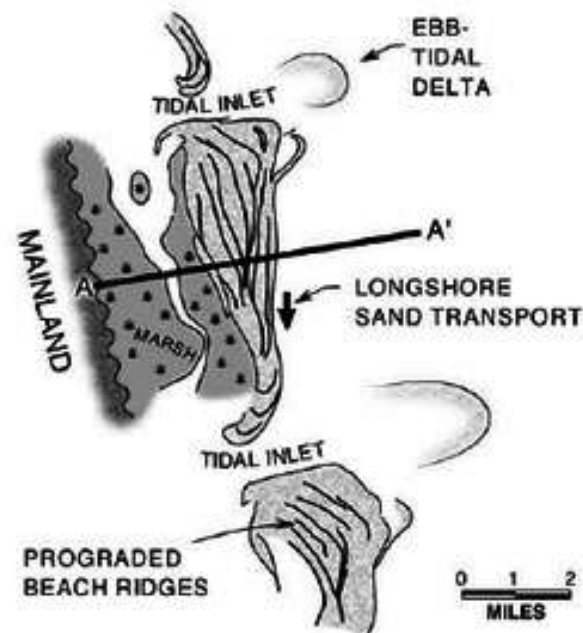
**LANDWARD-MIGRATING (TRANSGRESSIVE) BARRIER ISLAND (CROSS-SECTION)**



**PROGRADING (REGRESSIVE) BARRIER ISLAND (CROSS-SECTION)**



**PROGRADING (REGRESSIVE) BARRIER ISLAND (PLAN VIEW)**





**Bull Island, SC**  
Digital Orthophoto 1994

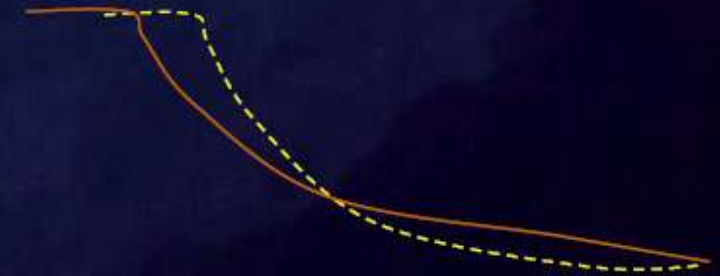


# Modelli trasgressivi

Se il livello marino incrementa la barriera può subire tre diverse risposte:

- **Erosione della barriera**

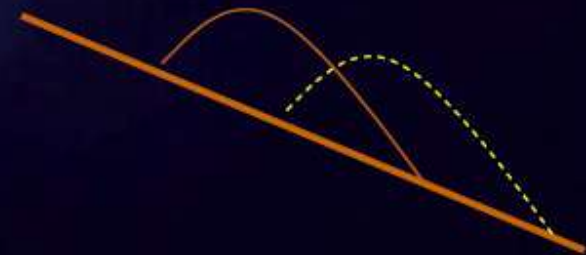
La geometria trasversale della spiaggia si mantiene, ma l'intero profilo trasla verso l'alto dello stesso rateo dell'innalzamento del l.m. (REGOLA DI BRUUN)



- **Traslazione della barriera (rollover)**

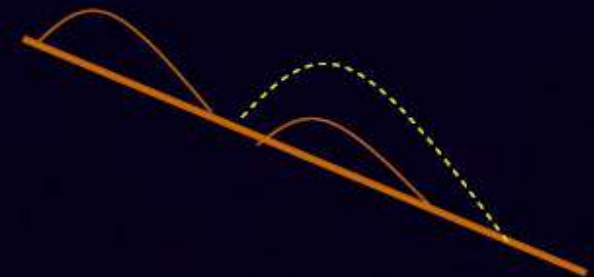
L'intera barriera migra verso terra seguendo il gradiente morfologico senza alcuna perdita

Si può accompagnare ad erosione della shoreface e a deposizione nel retrobarriera per washover



- **Sommersione (overstepping) della barriera**

L'innalzamento del livello marino è troppo elevato perché la barriera possa fornire un'adeguata risposta. In questo caso viene sommersa e può conservarsi come forma relitta sul fondo marino.





# Modelli trasgressivi: traslazione della barriera (rollover)

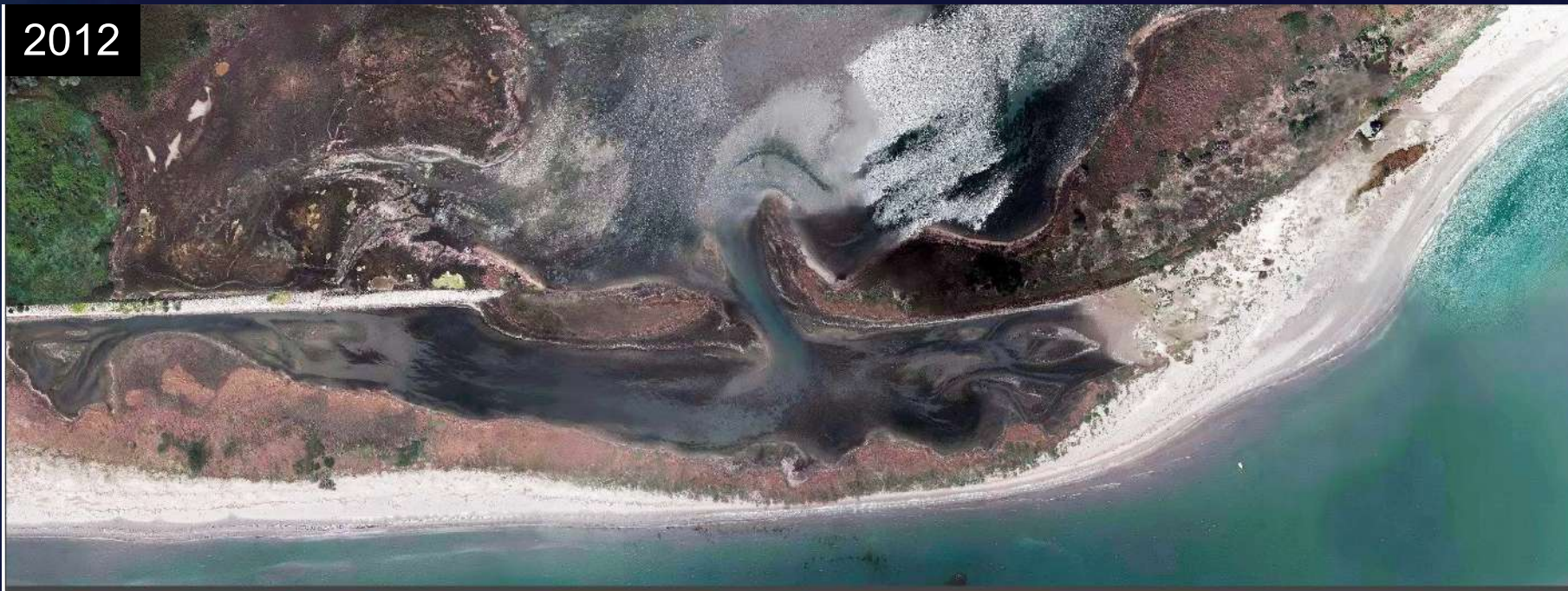
Processo di assottigliamento ed arretramento dei banchi d' Orio e Tratauri (Laguna di Grado) avvenuto tra il 1954 (in alto) e il 1998 (in basso).





# Processi trasgressivi (washover)

2012



2014



Salvador et al. (2022) Diversity, 14, 788.

Adriatic Sea



# Processi trasgressivi (washover)



Fire Island National seashore (USA)



# Processi trasgressivi (washover)



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Google Earth

28°00'21.23"N 96°57'46.58"O elev 0 m alt 25.65 km

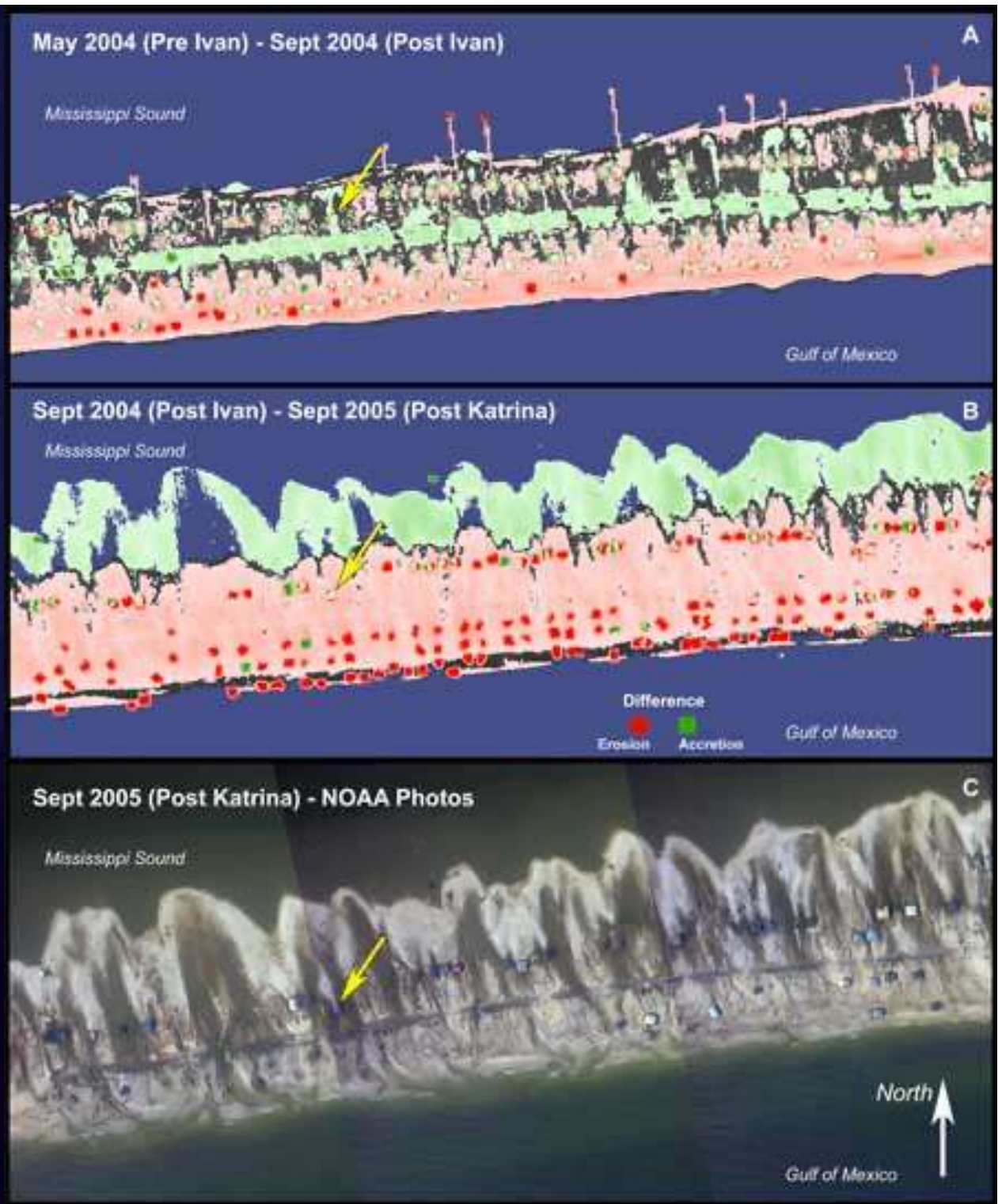
San José Island, Aransas Bay, Golfo del Messico, TEXAS



## Processi trasgressivi (washover)

Evidenza della migrazione del corpo di barriera a seguito degli eventi trasgressivi associati agli uragani (Dauphin Island, AL).

Mappe della differenza topografica dopo Ivan e Katrina. In verde i guadagni di elevazione, in rosso le perdite.



# Evidenze della trasgressione



Torbe e fanghi di vecchia piana tidale (marsh) possono venir esposte sul lato a mare della barriera in occasione di forti mareggiate.

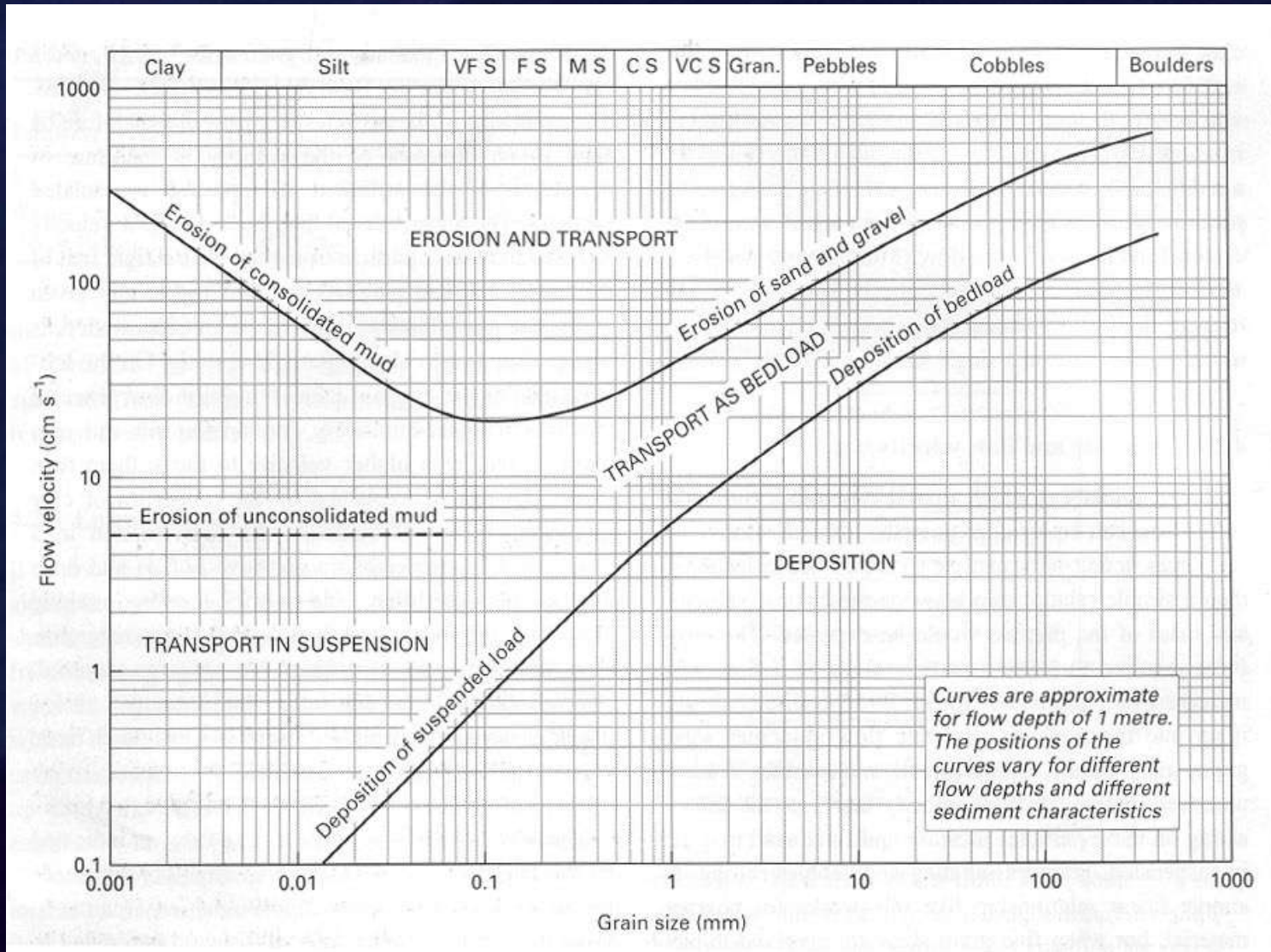


# Evidenze della trasgressione

Sulle spiagge di isole barriera possono essere rinvenuti depositi di fango o livelli torbosi, ricchi di resti vegetali .....

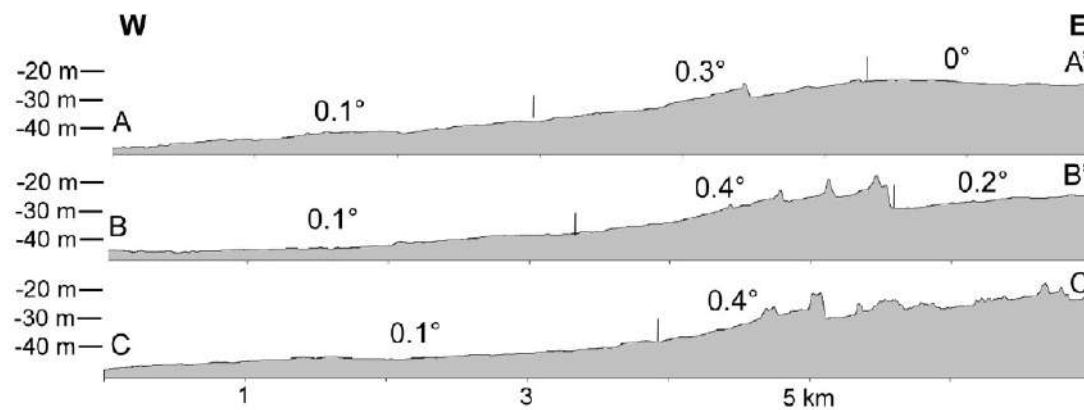
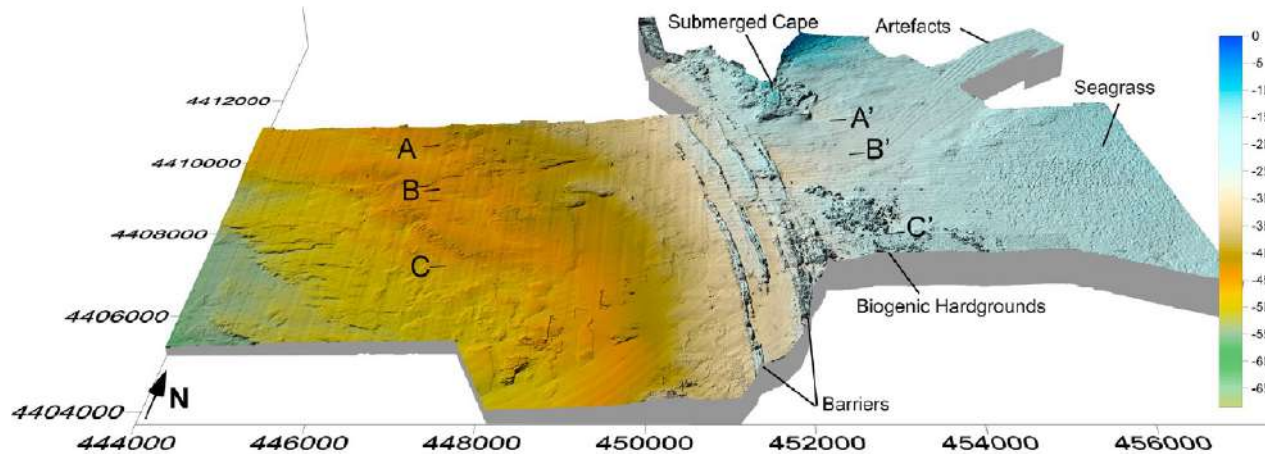
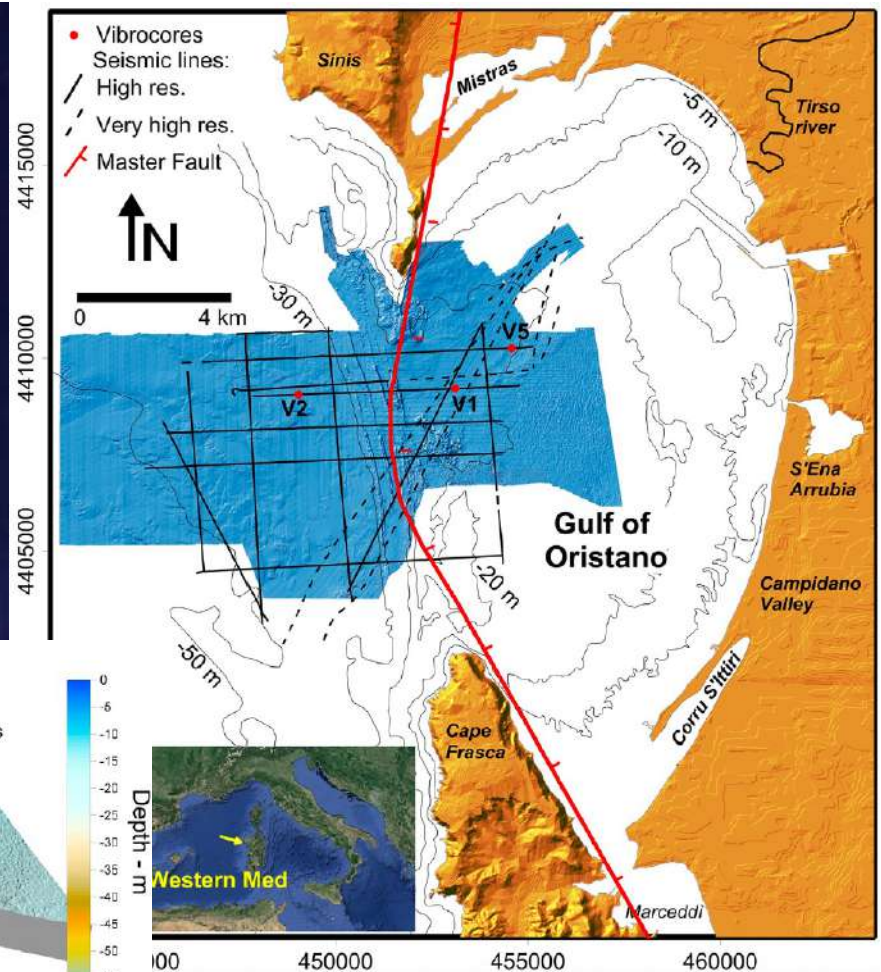


# Il diagramma di Hjulstrom: *Erosione differenziale sabbie-fanghi*



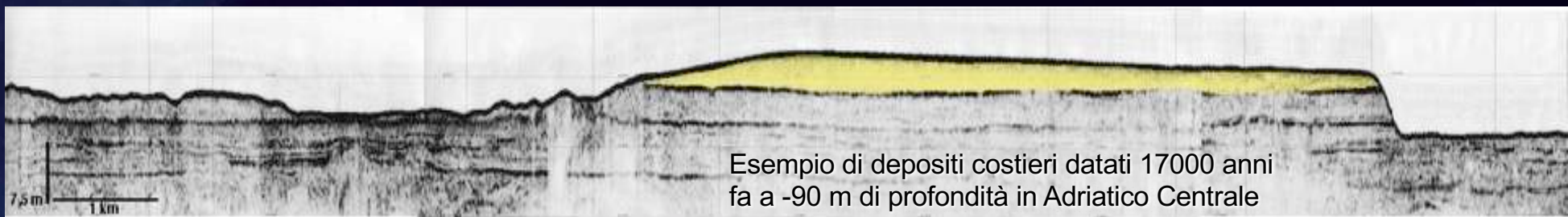
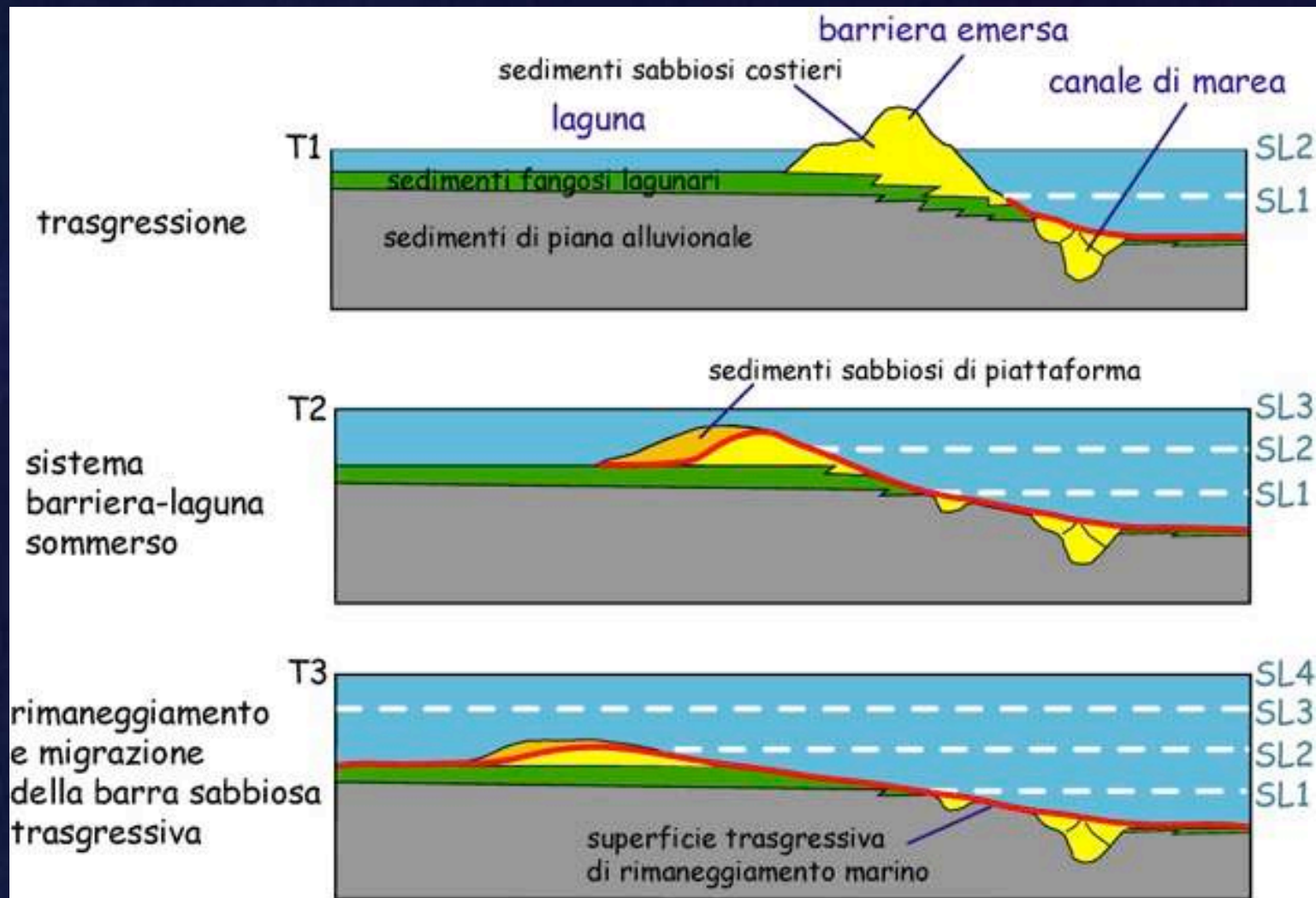


# Modelli trasgressivi: barrier overstepping



5 sistemi di barriere sub-  
parallele conservate tra le  
profondità di 18 e 37 m nel  
Golfo di Oristano,  
Sardegna occidentale.

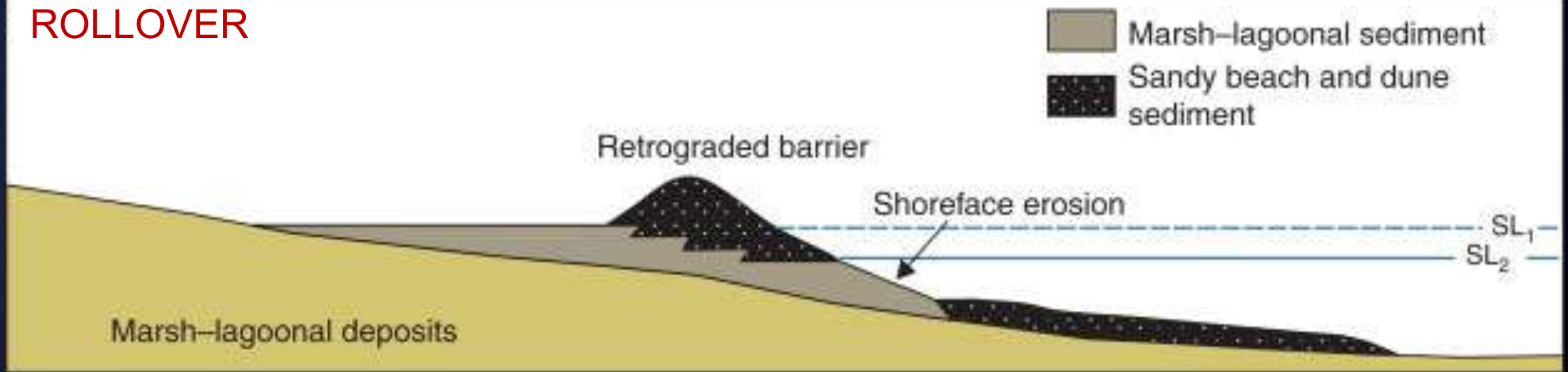
# Modelli trasgressivi: barrier overstepping



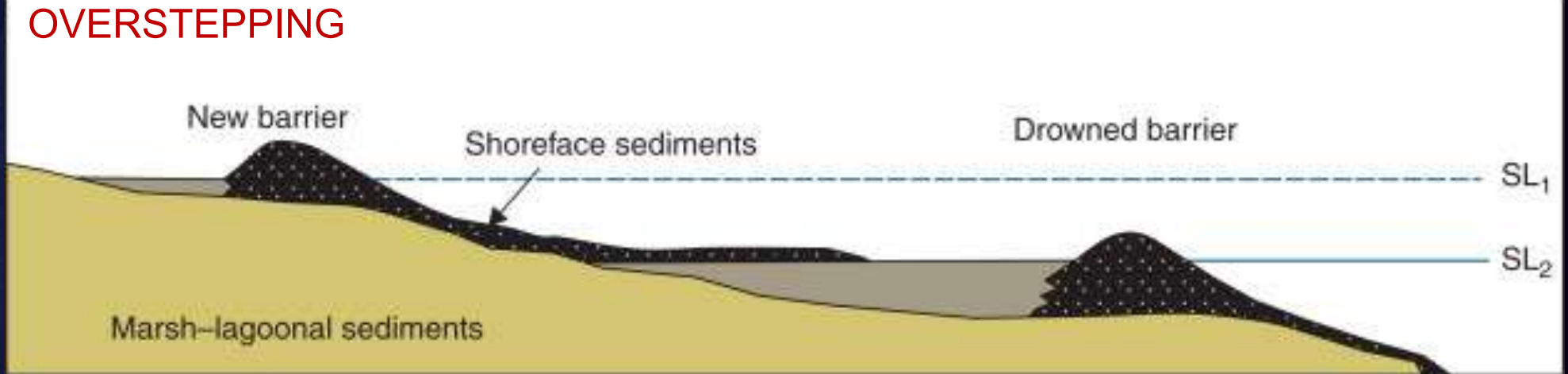


# In sintesi:

## ROLLOVER



## OVERSTEPPING



# Sediment Budget

	Falling Sea Level	Stationary Sea Level	Rising Sea Level
Positive Sediment Budget	Prograding	Prograding	Indeterminate
Neutral Sediment Budget	Prograding	Stationary	Retrograding
Negative Sediment Budget	Indeterminate	Retrograding	Retrograding

Barrier translation    Overstepping    Erosional response





# Gli ambienti tidali (segue)

