



CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL MANEJO COSTERO

M. en Ing. Josué Quintanilla

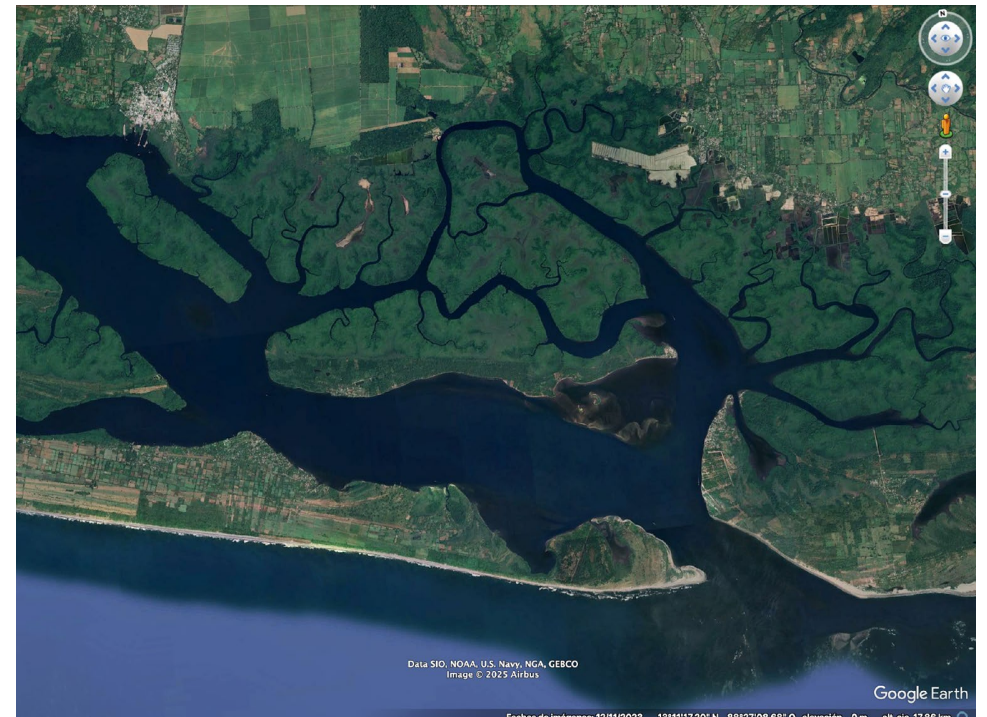
La costa se define como el espacio en el que los ambientes terrestres influyen las condiciones de los ecosistemas marinos y vice versa (Carter, 1988).



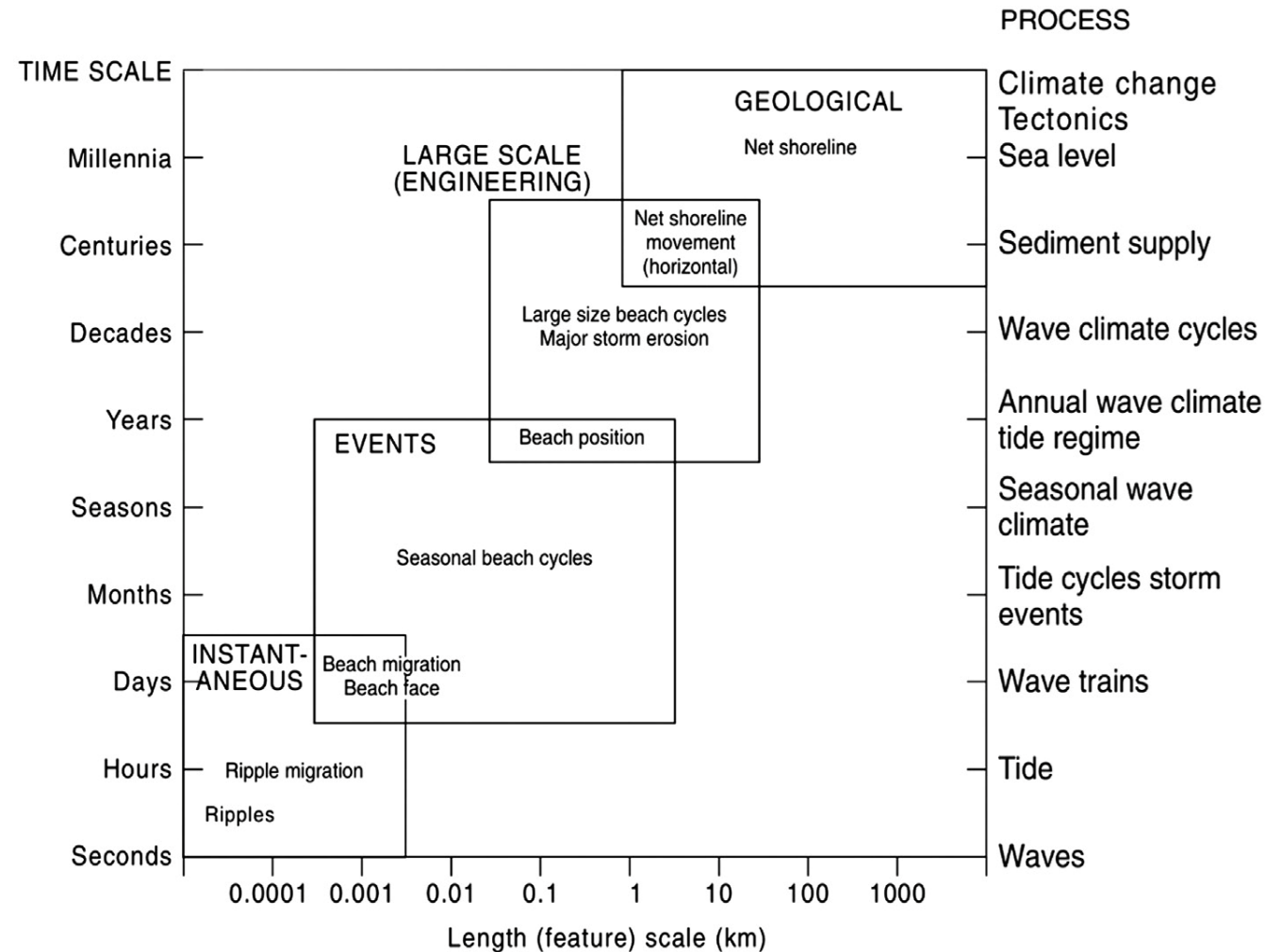
La delimitación de este espacio no es tan sencilla dado que no existen límites marcados entre los ambientes.

En cada sitio, la costa debe ser definida considerando condiciones físicas, biológicas e incluso culturales (Carter, 1988).

¿Cuál es el límite de la costa en las siguientes imágenes?



- Geológicos
- Oceánicos (olas, corrientes y mareas)
- Locales (viento, escurrimientos y actividad humana)
- Oscilaciones del nivel del mar (locales y globales).



Según origen geológico

Costas primarias

Formadas principalmente por procesos continentales (tectónica, vulcanismo, erosión fluvial, glaciación). Ejemplo: costas de fiordos en Noruega.

Costas secundarias

Modeladas principalmente por procesos marinos (oleaje, mareas, corrientes, sedimentación). Ejemplo: estuarios y playas arenosas.

Según la dinámica y energía dominante

Costas erosivas

Donde predomina el desgaste del relieve (acantilados, plataformas de abrasión).

Costas de acumulación

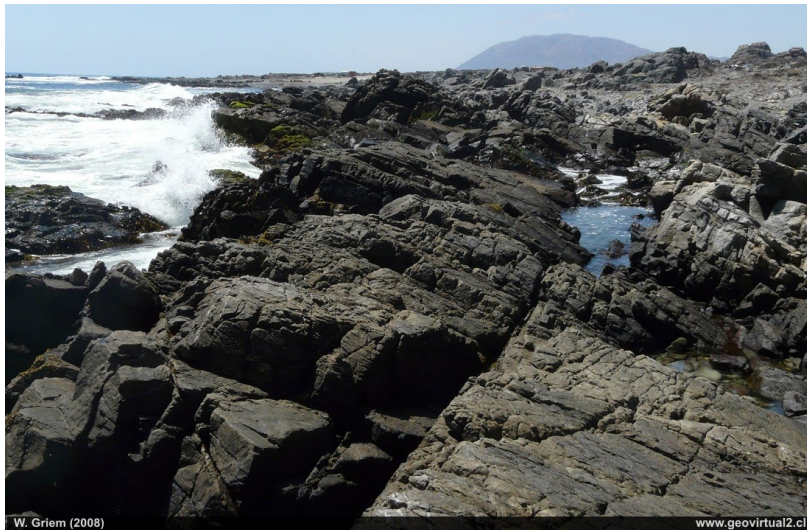
Donde predomina la deposición de sedimentos (playas, cordones litorales, deltas).

Costas de transición

Presentan procesos combinados de erosión y acumulación.

Costas erosivas

Costas de lecho rocoso



Plataformas de abrasión



Acantilados



Costas deposicionales

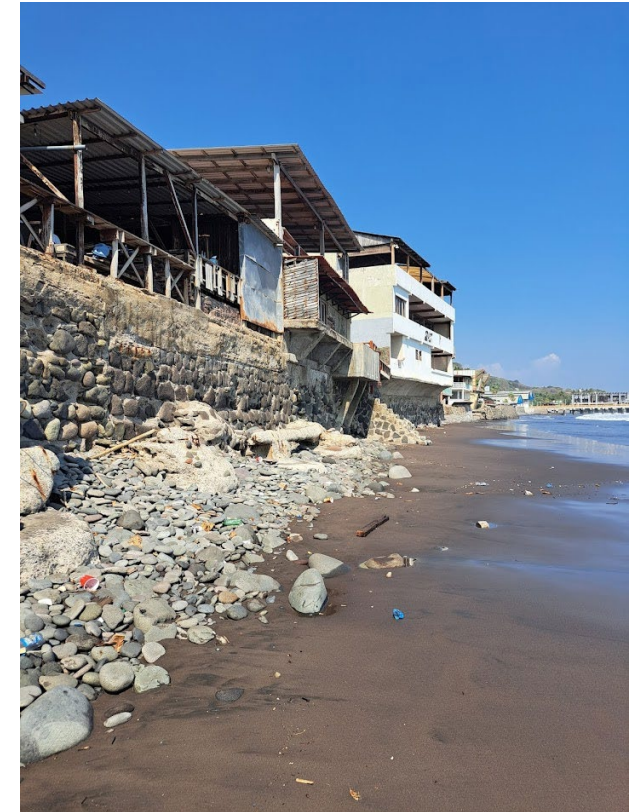
Playas de arena

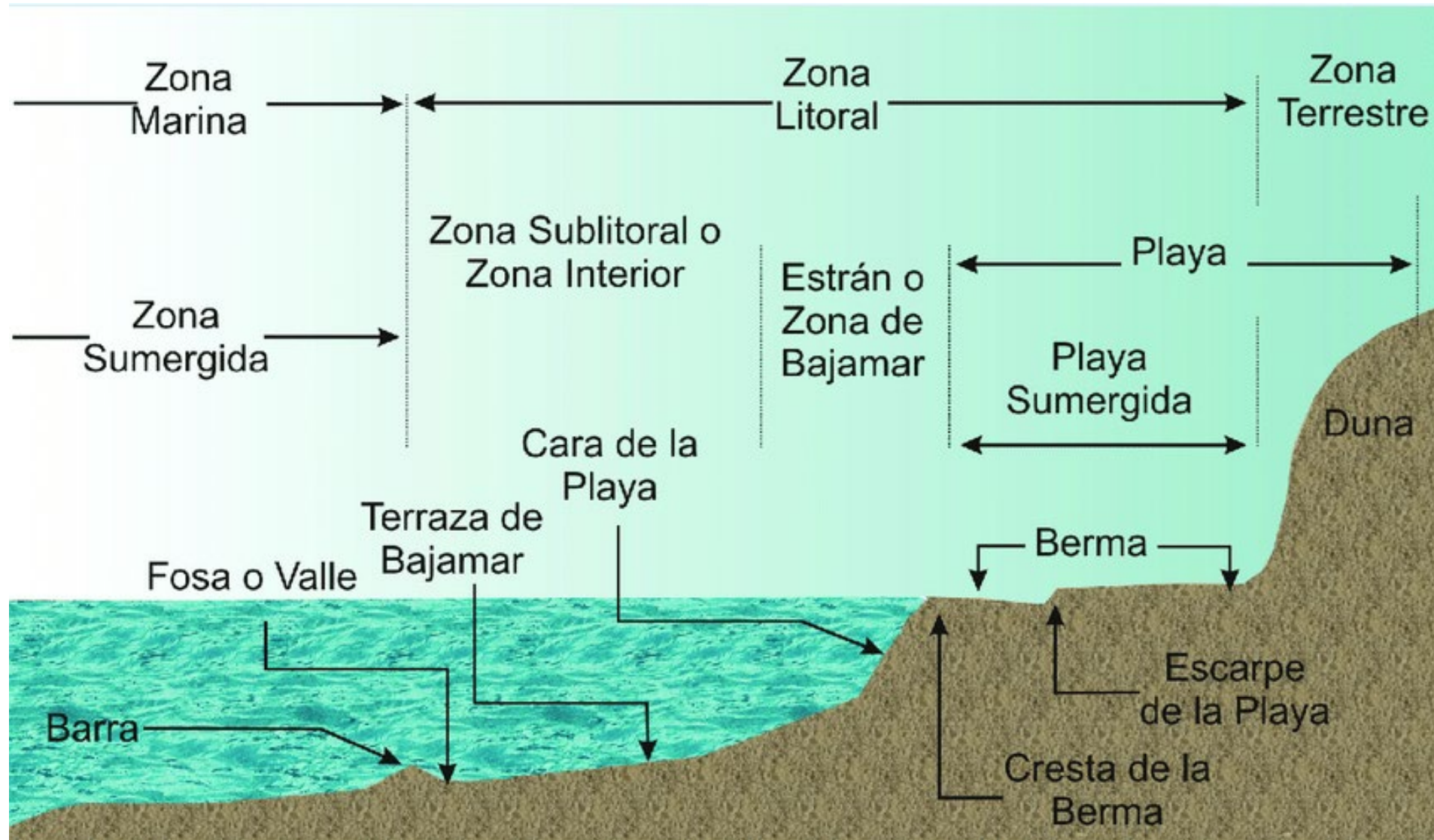


Playas de grava
(Canto rodado)



Playas mixtas





Dunas costeras

Ambientes de origen eólico que se forman al frente de las playas arenosas.



Estuarios

Ecosistemas costeros en los cuales los ríos se juntan con el mar, creando un ambiente de transición entre agua dulce y salada.



Humedales costeros

Zonas donde se mezcla el agua dulce continental y el agua marina, creando ecosistemas como estuarios, marismas y manglares, vitales para la biodiversidad y la protección del litoral.



Lagunas costeras

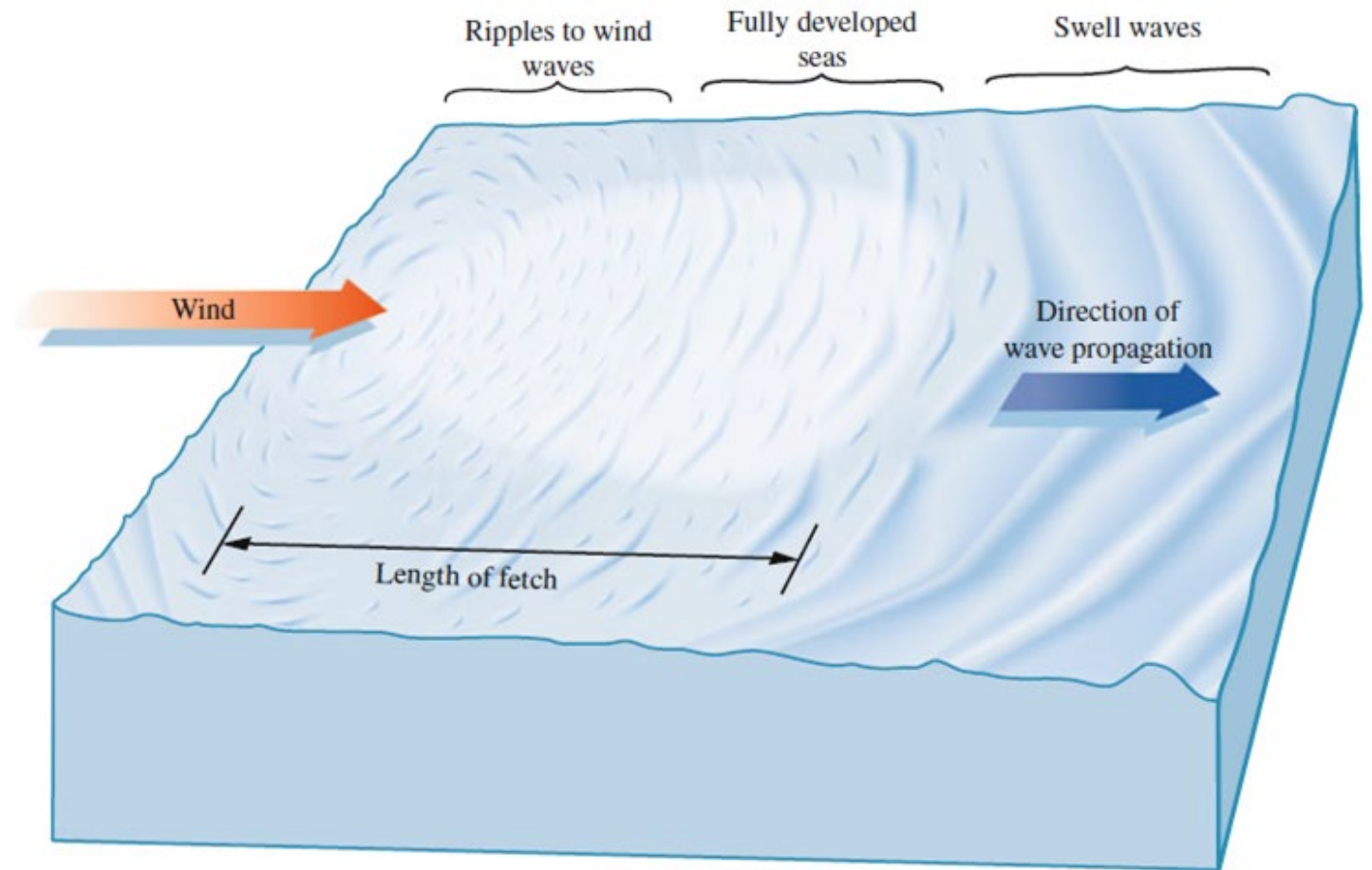
Cuerpos de agua salobres o dulces, de poca profundidad y parcialmente aislados del mar por una barrera natural como una barra de arena.



Oleaje

Movimiento oscilatorio de la superficie del mar generado principalmente por la acción del viento sobre el agua.

Este movimiento se transmite en forma de ondas que transportan energía.



Características del oleaje

Cresta: Punto más alto de la ola.

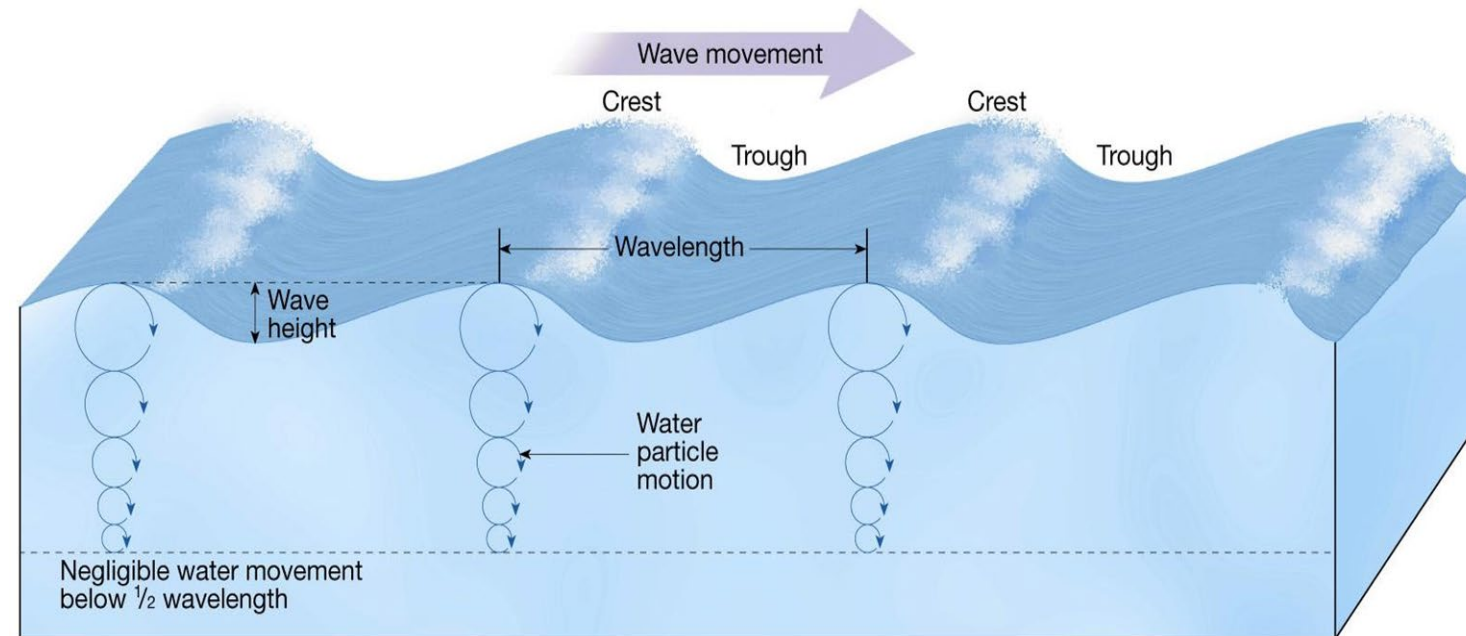
Valle: Punto más bajo entre dos crestas consecutivas.

Altura (H): Diferencia vertical entre la cresta y el valle.

Longitud de onda (L): Distancia horizontal entre dos crestas consecutivas.

Período (T): Tiempo que tarda una cresta en pasar por un punto fijo.

Celeridad (C): Velocidad de propagación de la ola, calculada como $C=L/T$



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Tipos de oleaje

Oleaje de viento

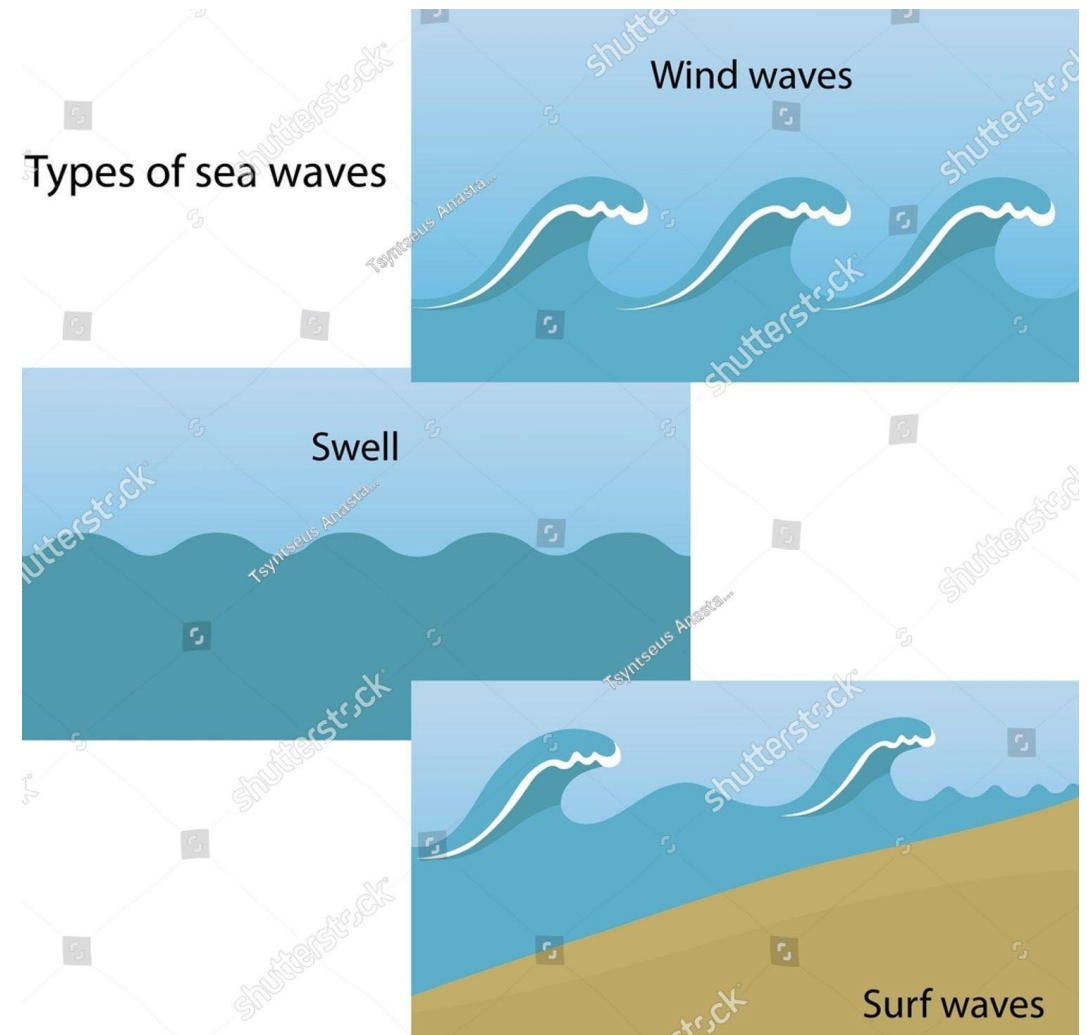
Generado localmente, suele ser irregular y de corta duración.

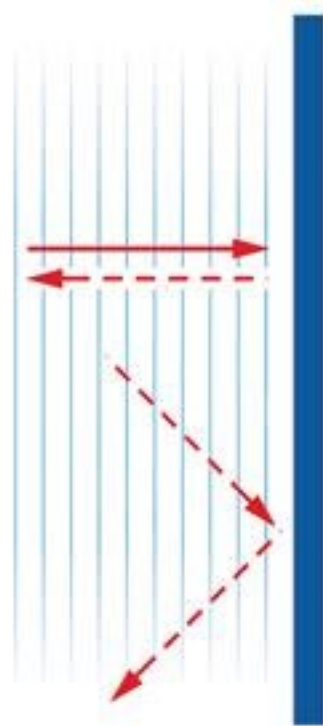
Mar de fondo (swell)

Oleaje que se ha propagado fuera de la zona de generación, caracterizado por mayor regularidad y largos periodos.

Marejadas ciclónicas o de tormenta

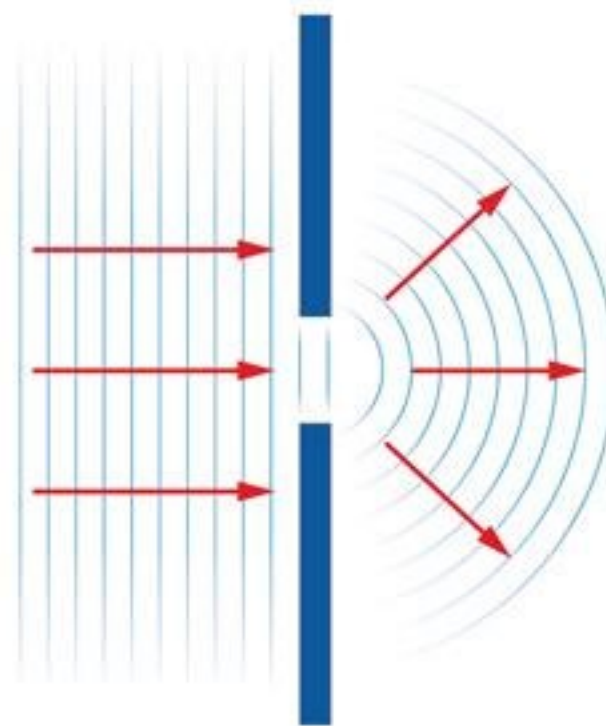
Producidas por sistemas meteorológicos intensos (huracanes, tormentas extratropicales).





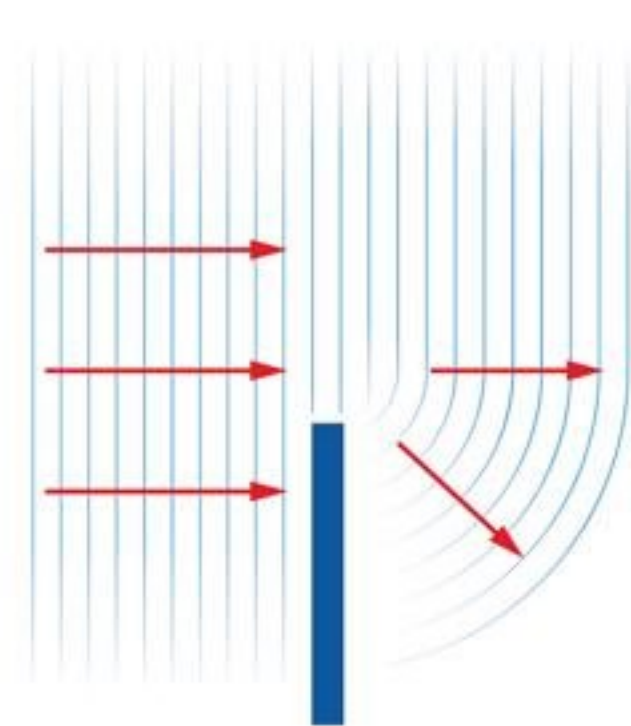
reflection

La reflexión se produce cuando el oleaje incide sobre una superficie rígida o abrupta.



diffraction

Ocurre cuando una ola encuentra un obstáculo y la energía del oleaje se redistribuye detrás de este.



refraction

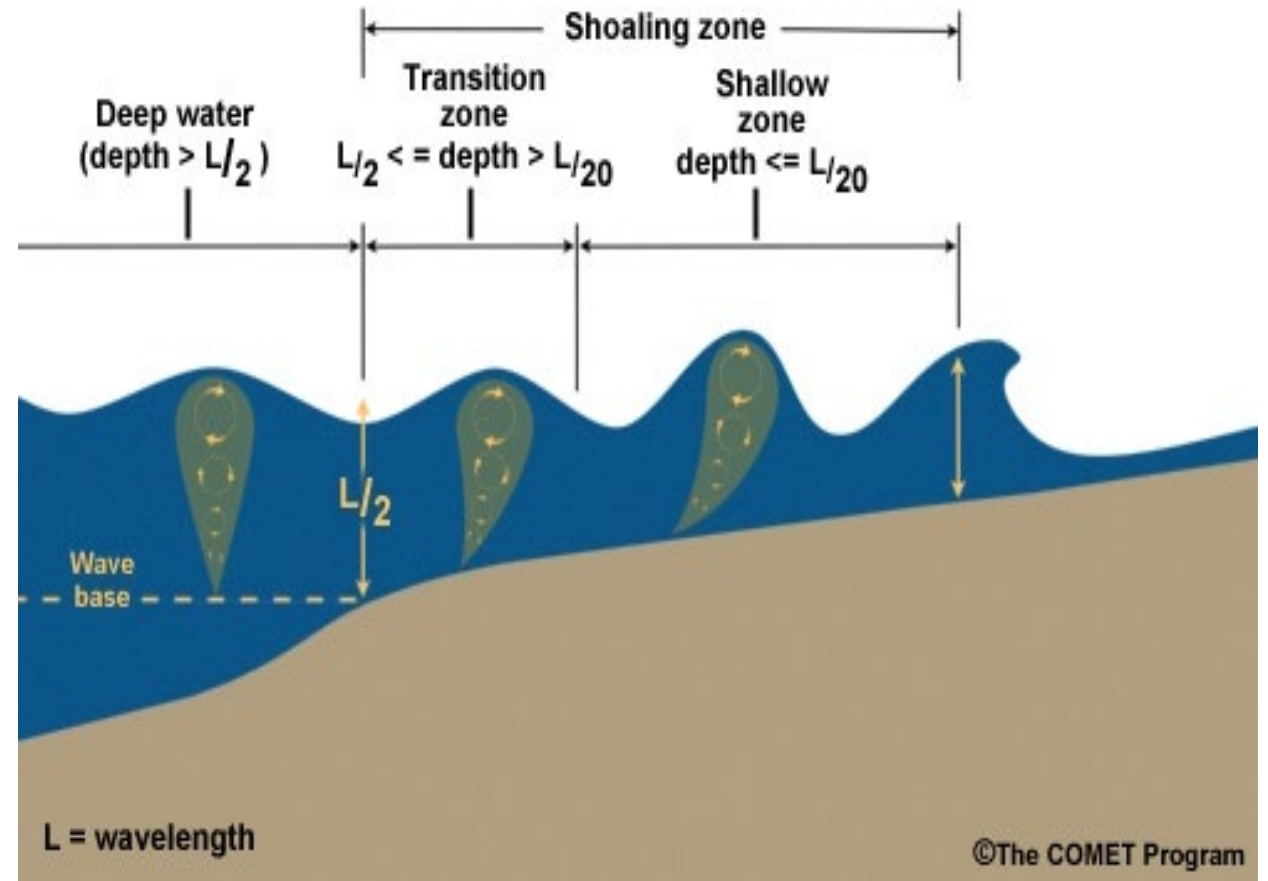
Cambio en la dirección de propagación de una ola debido a variaciones en la profundidad del agua.

Es un proceso progresivo que ocurre cuando la ola pasa de aguas profundas a aguas someras.

La celeridad disminuye, la longitud de onda se acorta y la altura aumenta debido a la conservación de la energía.

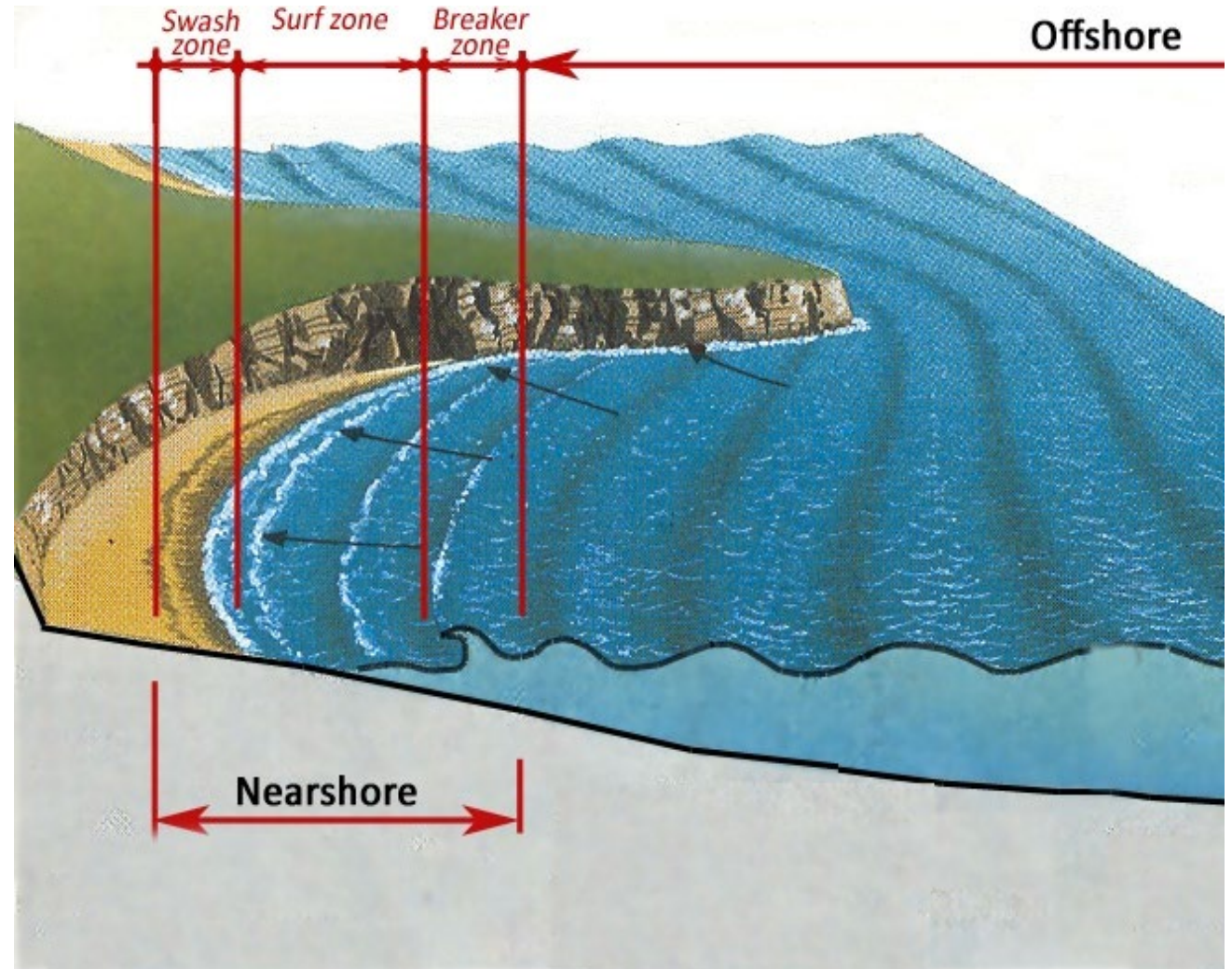
No implica pérdida significativa de energía, solo transformación geométrica de la ola.

Es el paso previo al rompimiento.



El rompimiento del oleaje es el proceso mediante el cual una ola se vuelve inestable y colapsa al llegar a profundidades donde ya no puede mantener su forma debido a la interacción con el fondo marino.

El perfil de la playa regula la disipación de la energía del oleaje. Mientras que playas con pendiente suave actúan como amortiguadores naturales, las de pendiente fuerte concentran energía en una franja reducida, aumentando riesgos de erosión y daños estructurales.

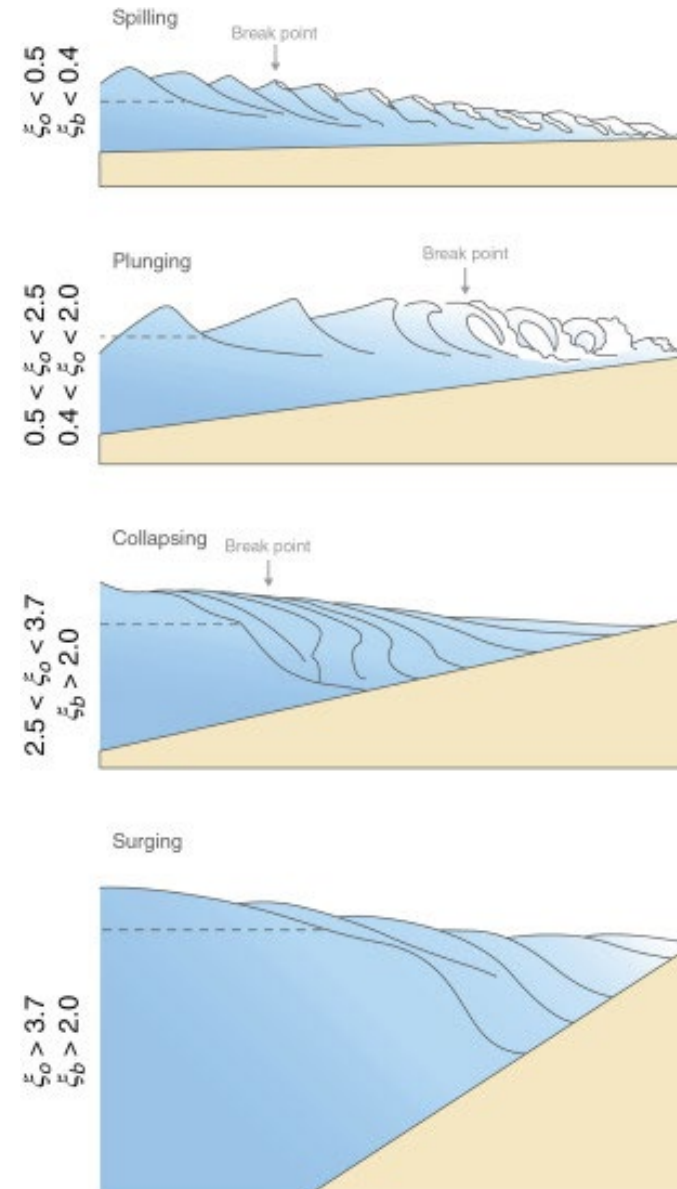


Spilling: Pendiente suave, la cresta se derrama lentamente y hay una disipación gradual de energía.

Plunging: Pendiente intermedia, la cresta forma un tubo y colapsa liberando alta energía y causando erosión.

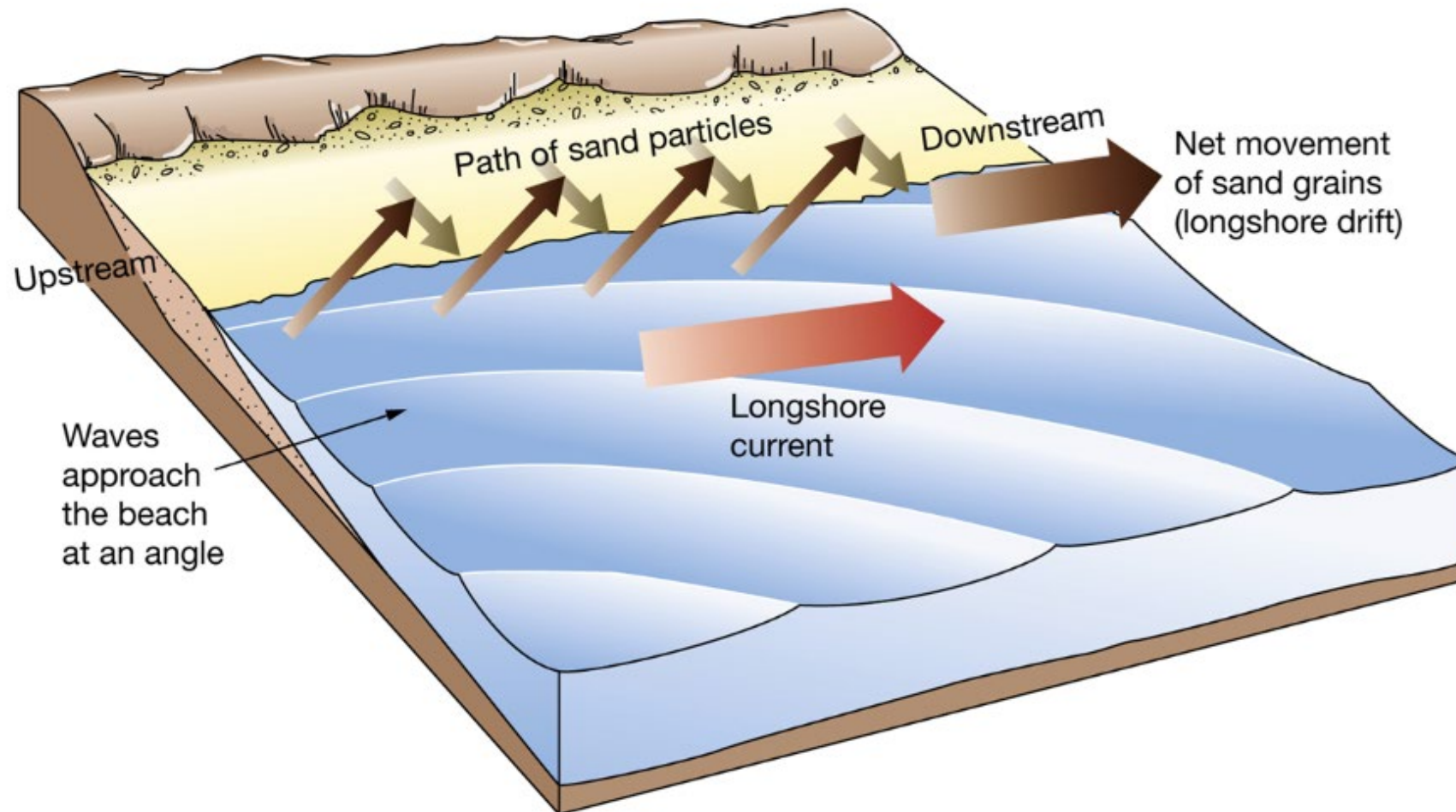
Collapsing: Pendiente intermedia, la ola colapsa en masa y se da una transición entre spilling y plunging.

Surging: Pendiente fuerte, la ola no rompe con espuma y retrocede violentamente ante el gran impacto.



- **Modelan la costa:** determinan erosión, acreción y morfología de playas y dunas.
- **Transporte de sedimentos:** controlan el movimiento litoral y la estabilidad costera.
- **Diseño de infraestructura:** base para puertos, rompeolas, espigones y defensas costeras.
- **Seguridad marítima:** influyen en navegación, pesca y actividades recreativas.
- **Gestión del riesgo:** claves en la predicción de tormentas, marejadas y tsunamis.
- **Recursos energéticos:** potencial para energía undimotriz.
- **Turismo:** en El Salvador las olas impulsan el turismo de surf.

El oleaje es el principal agente de **acreción** y **erosión** costera, regulando la forma y estabilidad de las playas.



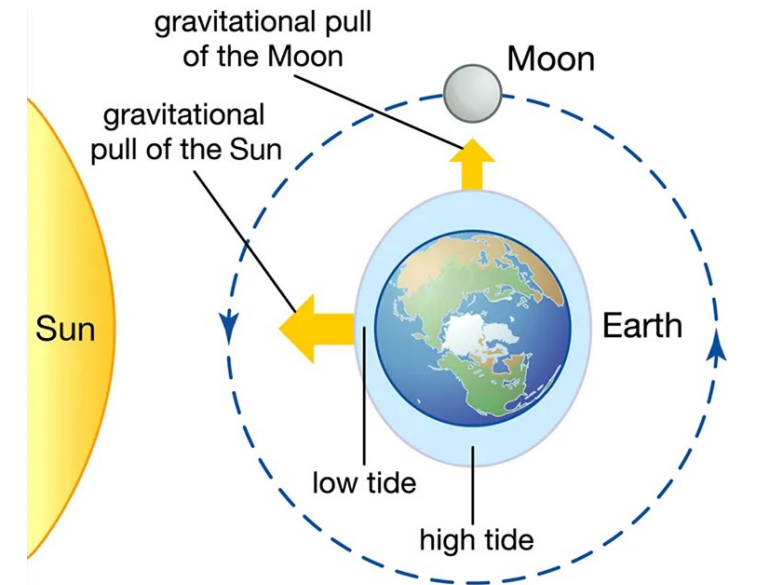
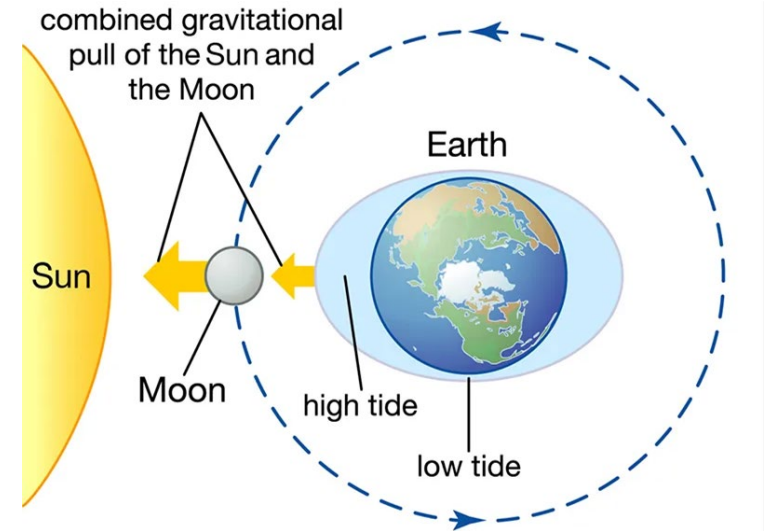
Astronómicas

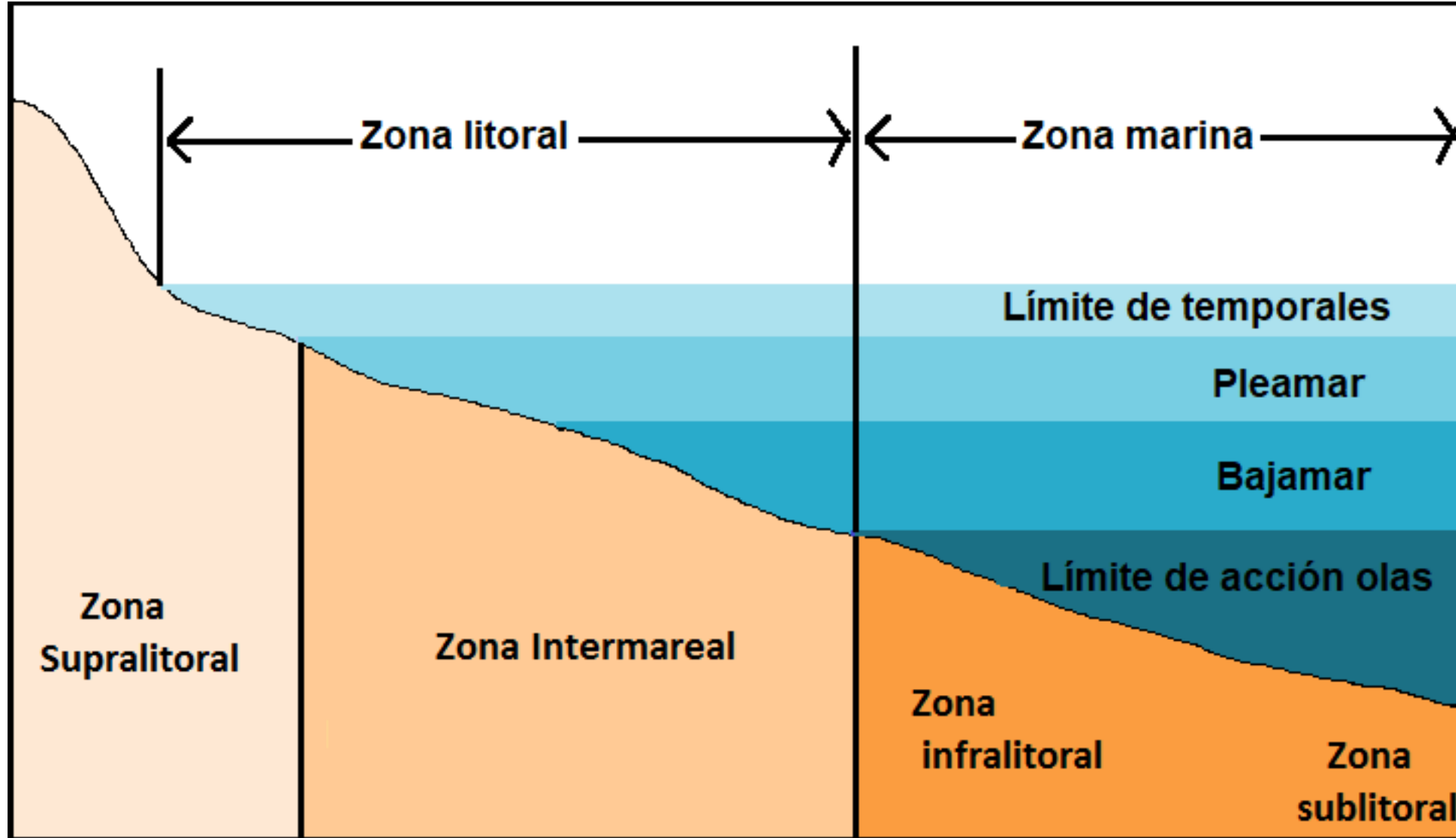
Oscilaciones periódicas del nivel del mar causadas por la atracción gravitacional de la Luna y el Sol, y la rotación terrestre.

Componentes principales:

- **Marea alta (pleamar):** nivel máximo.
- **Marea baja (bajamar):** nivel mínimo.
- **Rango de marea:** diferencia vertical entre pleamar y bajamar.

Importancia: Controlan procesos costeros, navegación y ecosistemas intermareales.



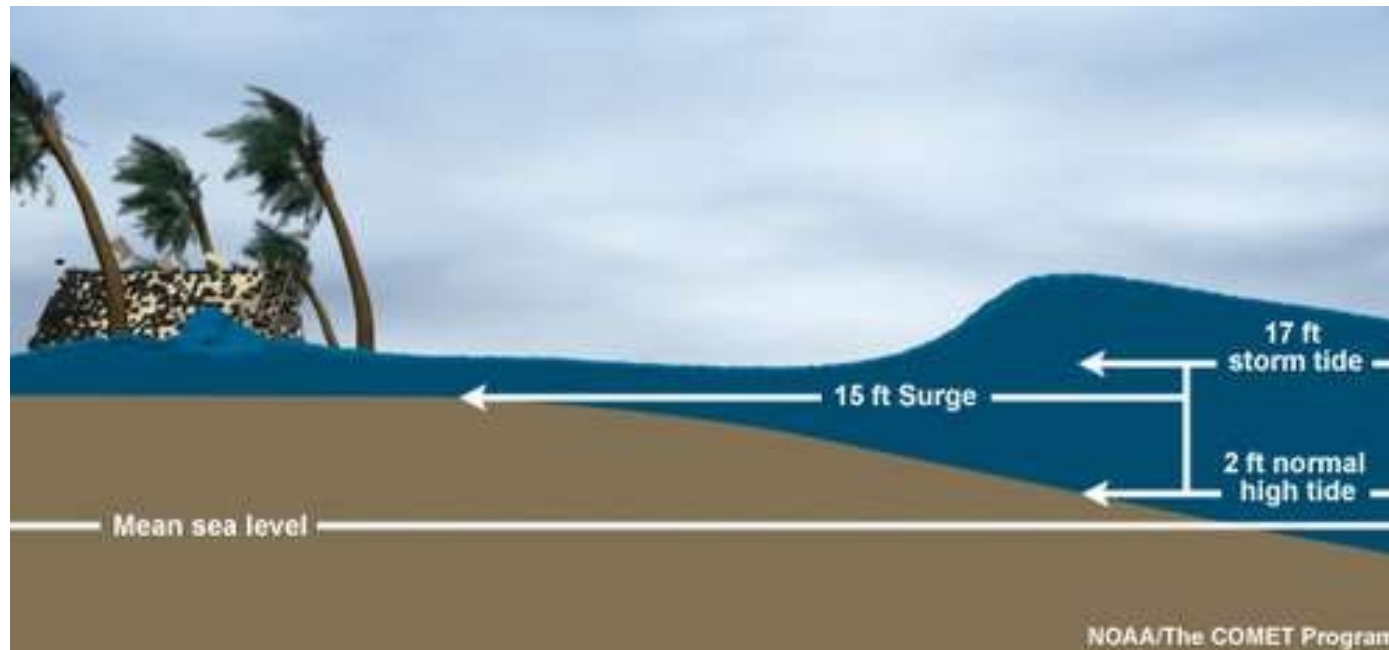


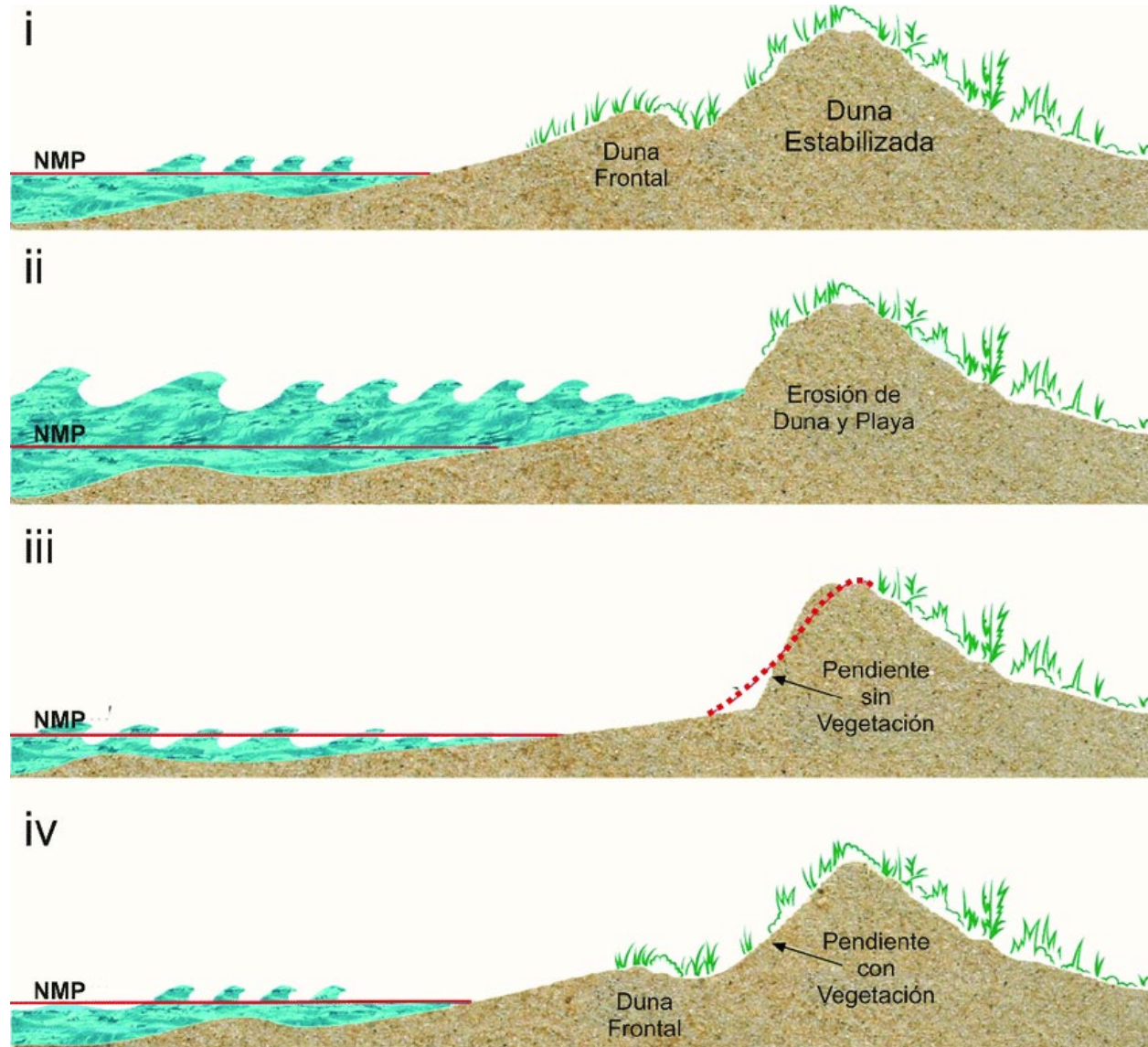
Marea meteorológica

Elevación o descenso temporal del nivel del mar producido por condiciones atmosféricas extremas, principalmente bajas presiones y vientos intensos.

Importancia

- Factor clave en inundaciones costeras.
- Se suma a la marea astronómica, pudiendo generar niveles extremos de agua.





Durante tormentas, el oleaje intenso y las marejadas generan erosión costera, removiendo arena de la parte emergida de la playa y transportándola mar adentro.

Esta arena puede formar barras sumergidas, que ayudan a disipar la energía del oleaje.

Tras el evento, en condiciones más tranquilas, las olas devuelven progresivamente el sedimento hacia la costa, favoreciendo la acreción y la recuperación del perfil de playa.

La erosión normal es un proceso natural y reversible, ligado a tormentas o cambios estacionales, donde la playa suele recuperarse.

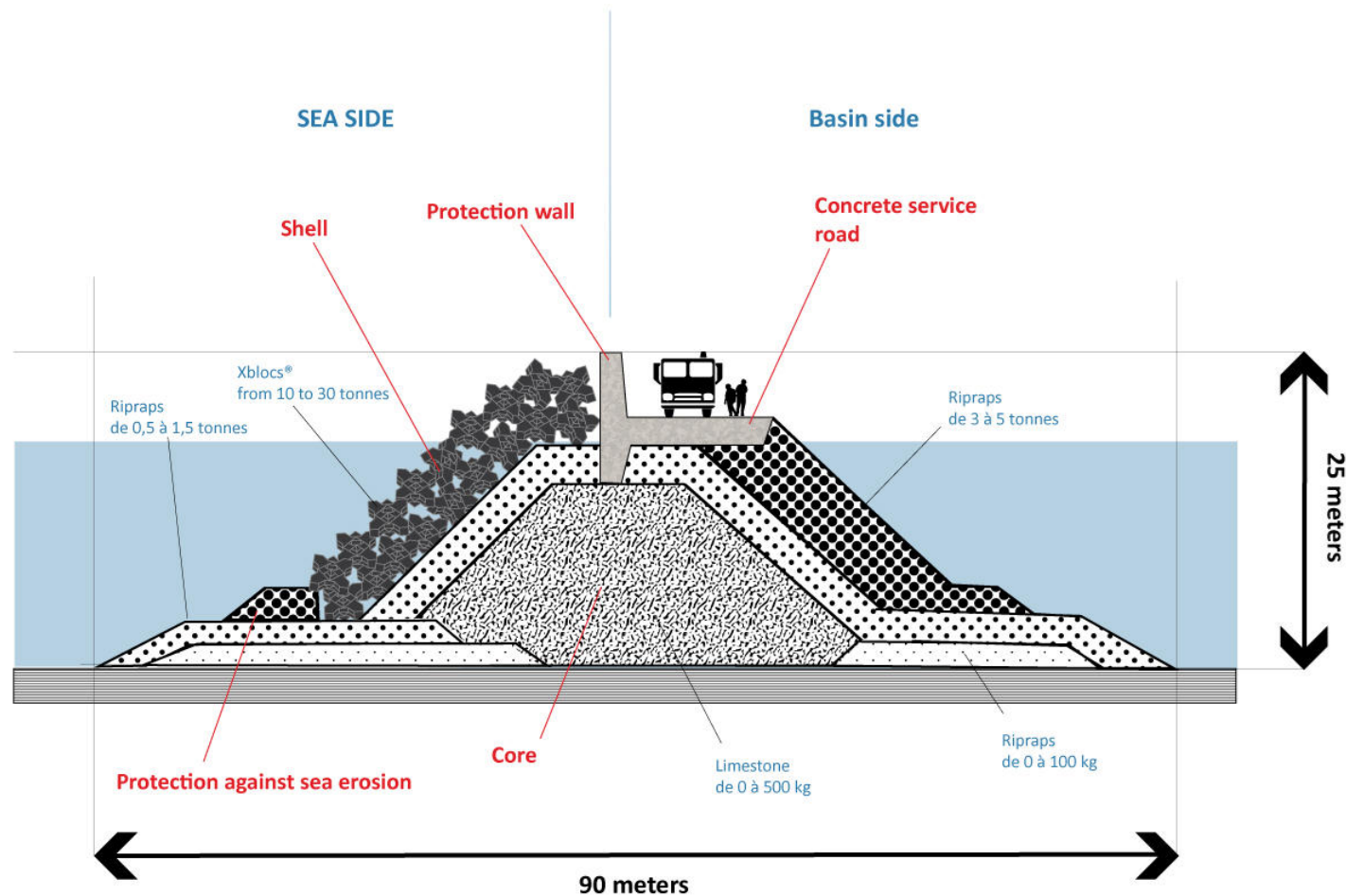
La erosión crónica, en cambio, es progresiva y permanente, asociada a factores como el aumento del nivel del mar o construcciones costeras, donde el sedimento perdido no regresa.



La ingeniería costera es fundamental para comprender y gestionar los procesos del litoral, proteger a las comunidades costeras frente a la erosión e inundaciones, garantizar el diseño seguro de infraestructuras y promover un uso sostenible de las playas y ecosistemas marinos.



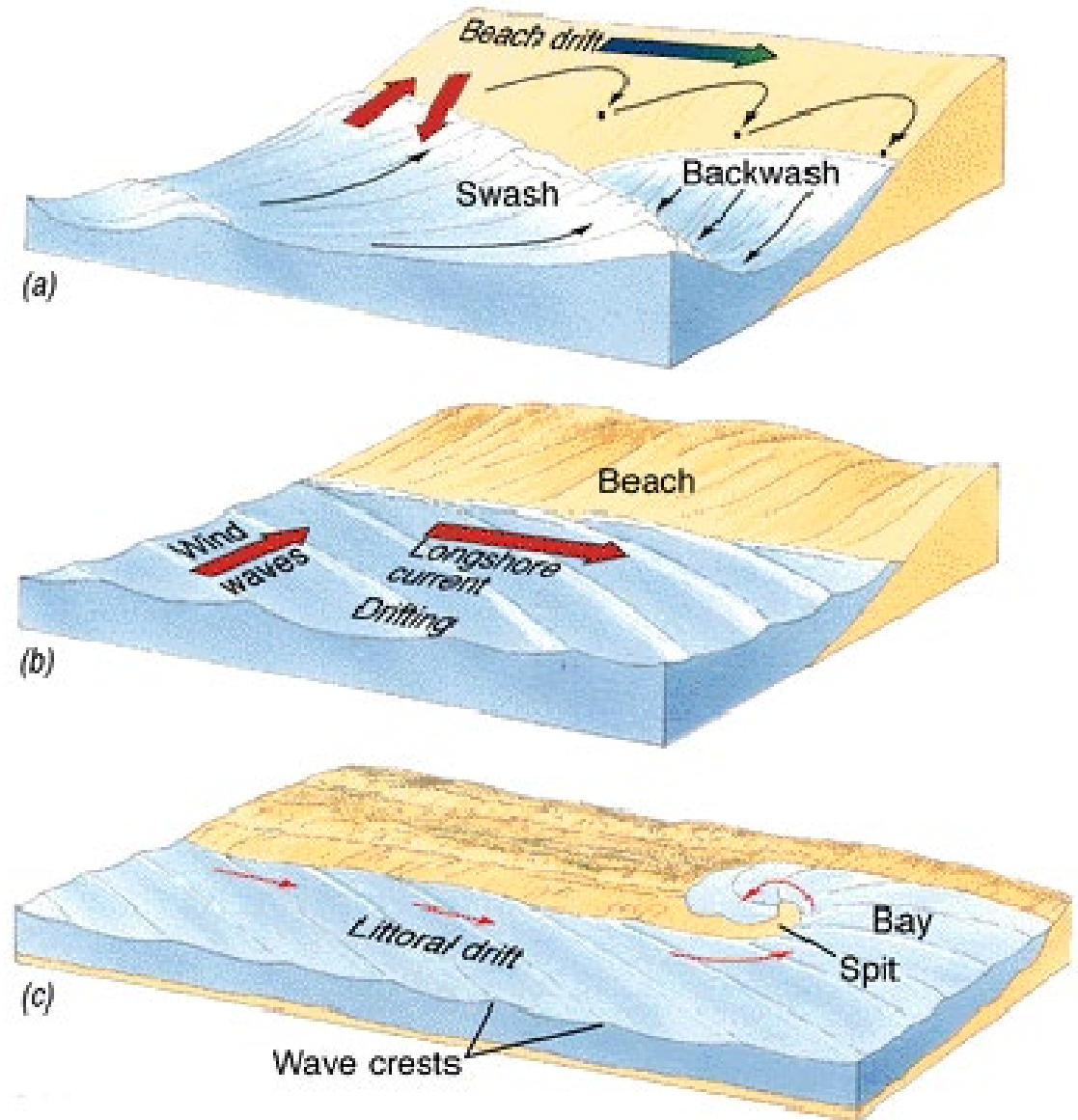
Planificar obras en el litoral es esencial para reducir riesgos de erosión e inundación, evitar impactos negativos en playas y ecosistemas, optimizar la inversión en infraestructura y asegurar un desarrollo costero sostenible.



Planificar obras en el litoral requiere un diagnóstico adecuado y considerar la conectividad de los sistemas costeros.

Esto puede explorarse a partir del análisis del oleaje y el transporte de sedimentos, lo que permite reducir riesgos de erosión e inundación, evitar impactos negativos en playas y ecosistemas, optimizar la inversión y asegurar un desarrollo sostenible.

Para obtener este diagnóstico es esencial realizar los siguientes estudios.

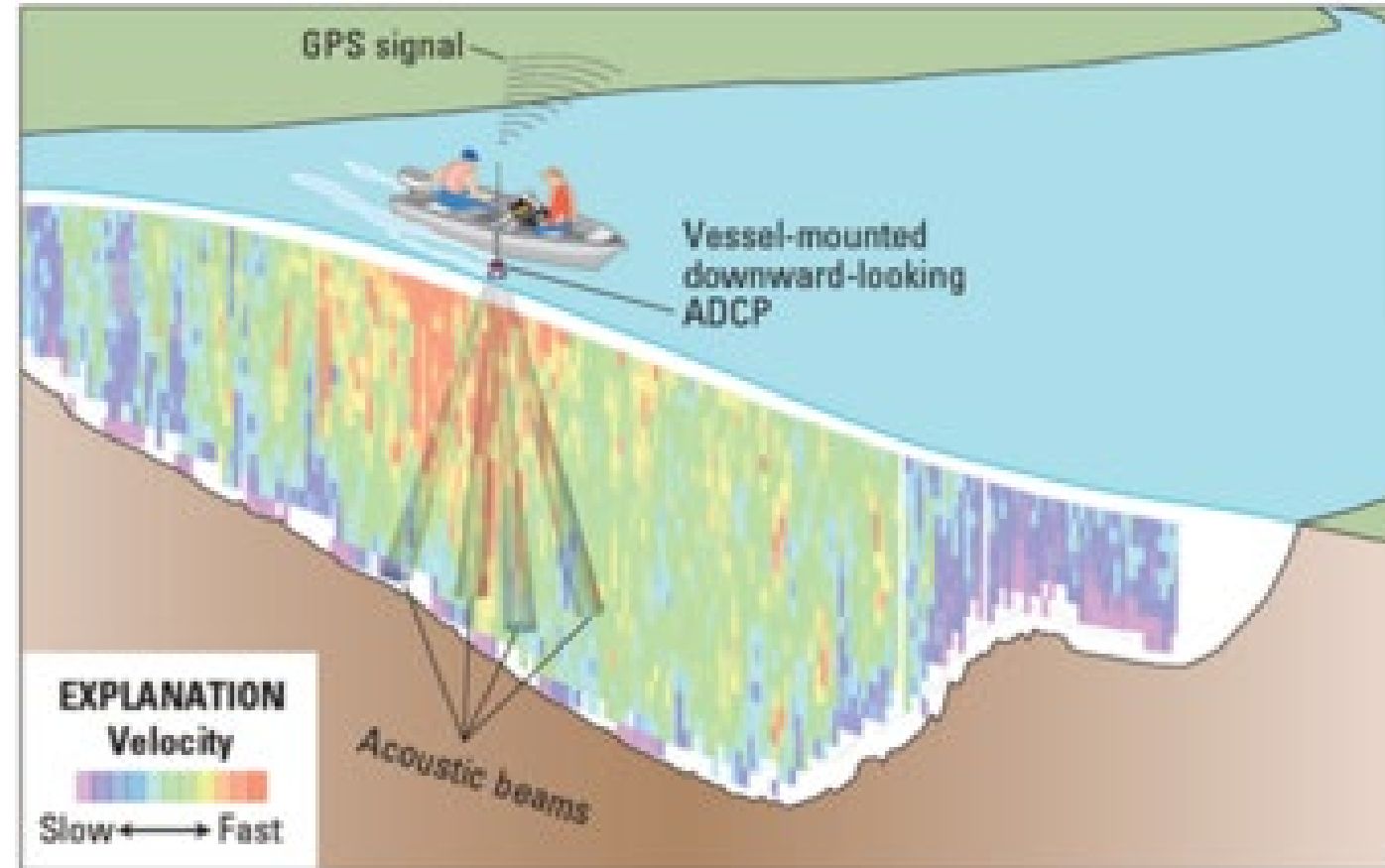




Batimetría

Es la ciencia que estudia y representa las profundidades del fondo marino, describiendo su relieve y formas.

- Es el equivalente submarino de la topografía terrestre.
- Se representa mediante cartas batimétricas, que muestran curvas de nivel (isóbatas).
- Es fundamental para la navegación, el diseño de obras costeras, los modelos numéricos y la comprensión de procesos como el oleaje y las corrientes.



Topografía

La topografía de playas es la descripción y medición del relieve superficial de la zona costera emergida, incluyendo la forma, pendiente y elevación de la arena desde la duna hasta la zona de rompientes.

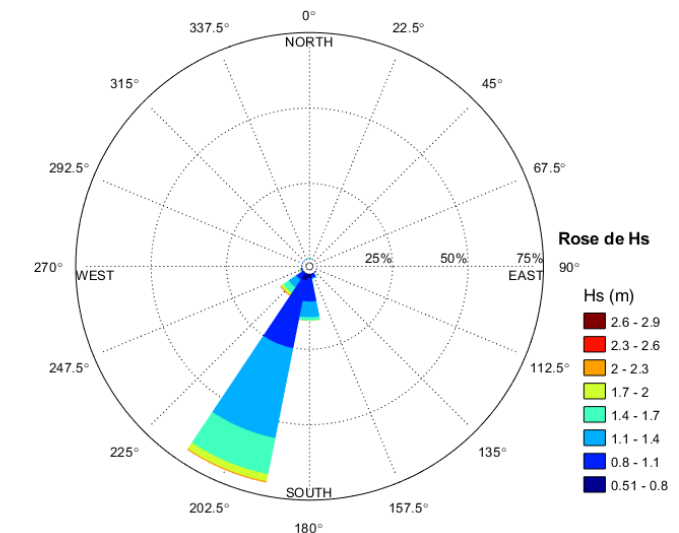
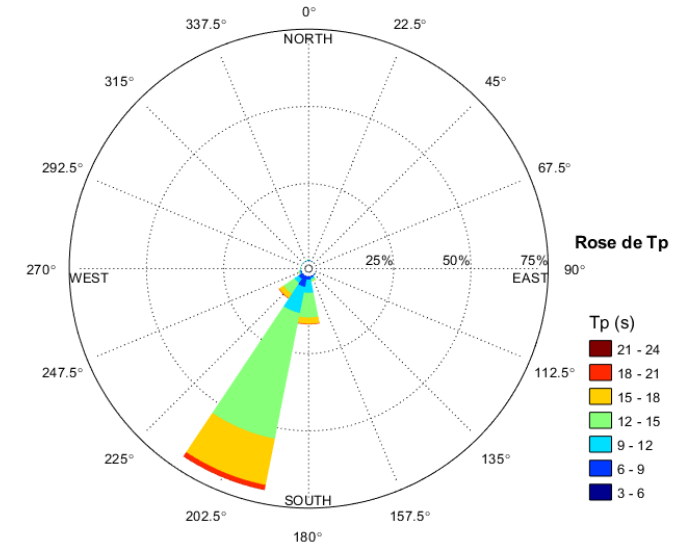
Permite identificar cambios en la morfología por erosión y acreción.

Es clave para evaluar la dinámica costera, el riesgo ante tormentas y el diseño de medidas de protección



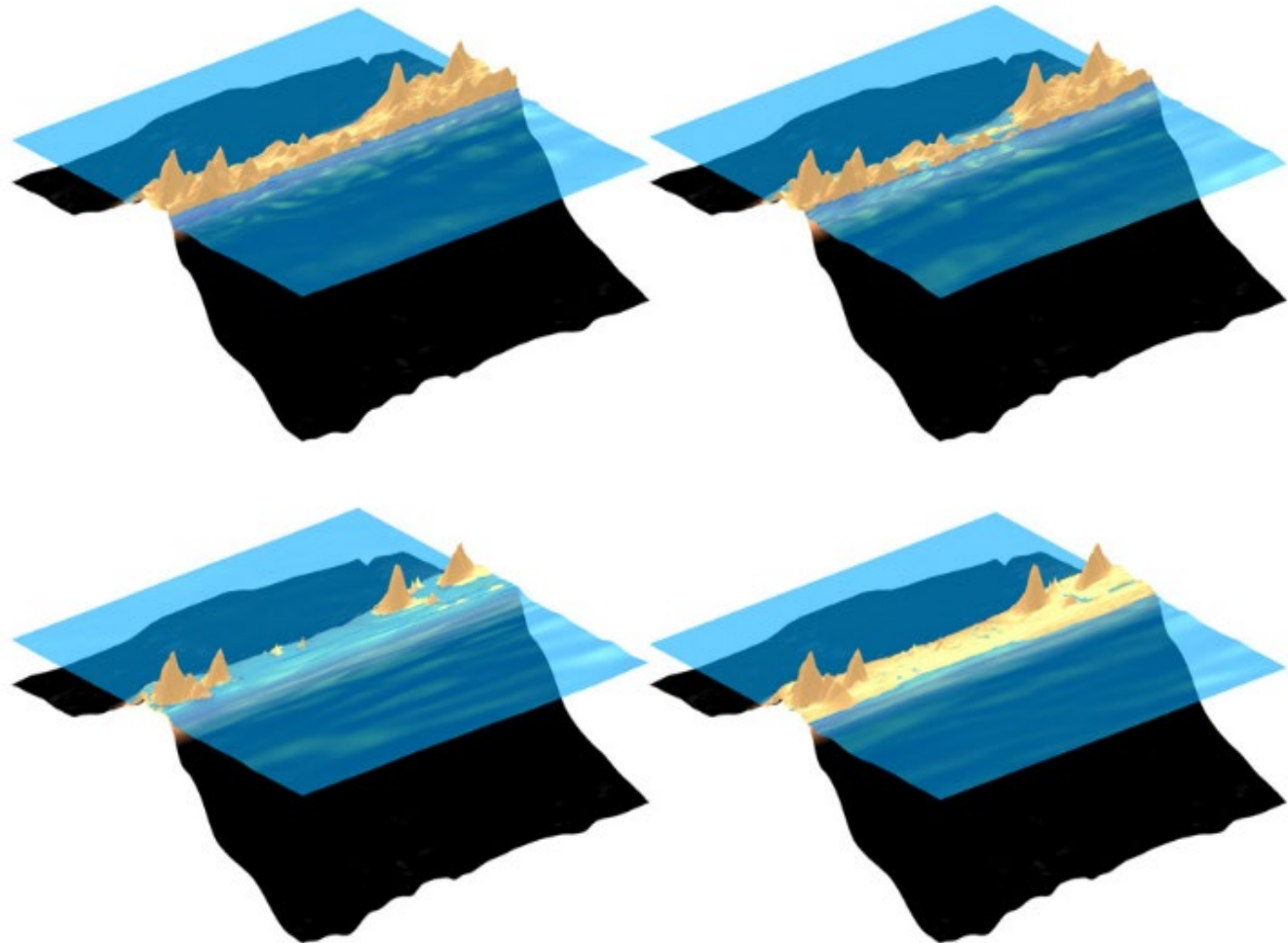
Clima de oleaje: conjunto de características estadísticas del oleaje (altura, período, dirección) en una región durante un tiempo prolongado.

Propagación del oleaje: procesos que modifican las olas desde aguas profundas hasta la costa, incluyendo shoaling (empotramiento), refracción, difracción, reflexión y rompimiento.



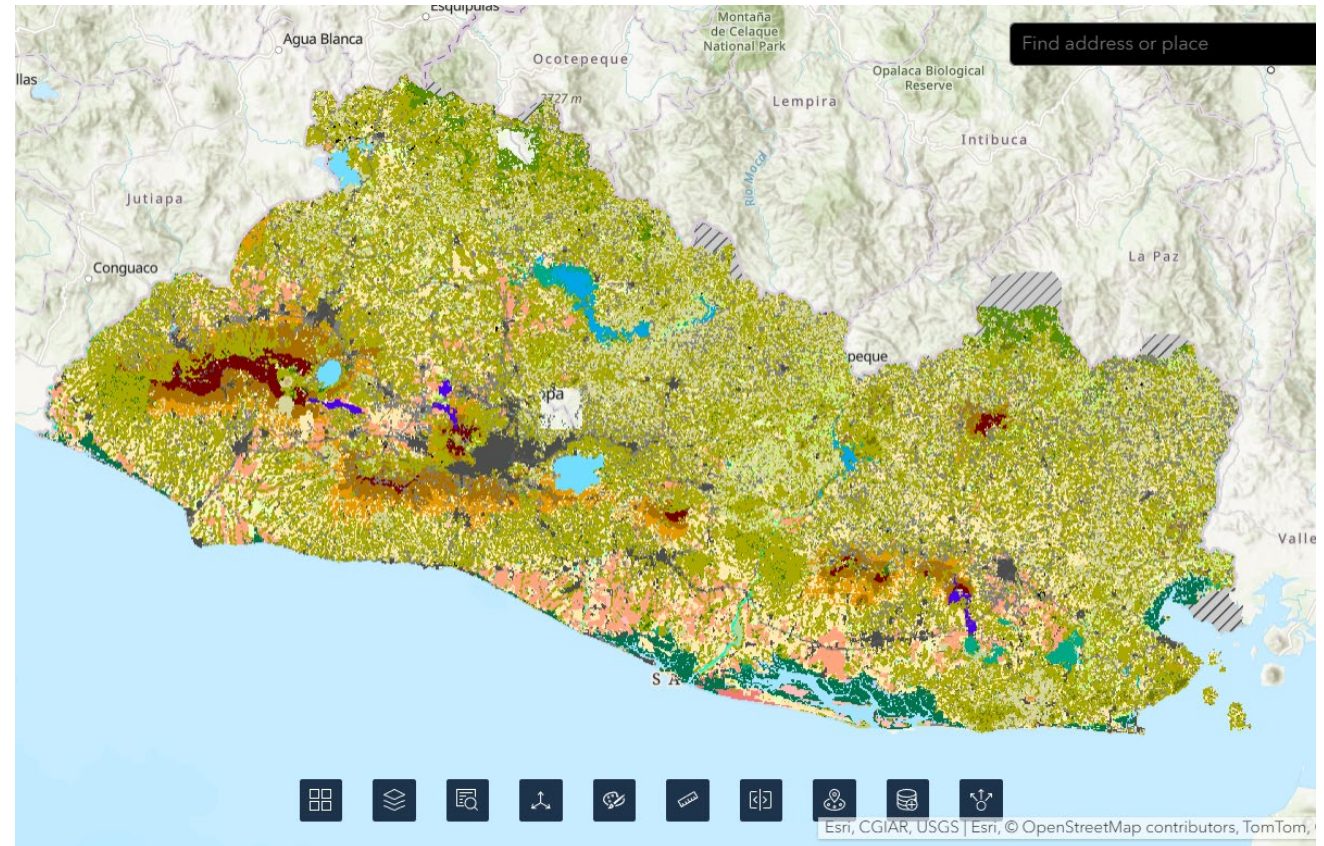
Modelos de erosión

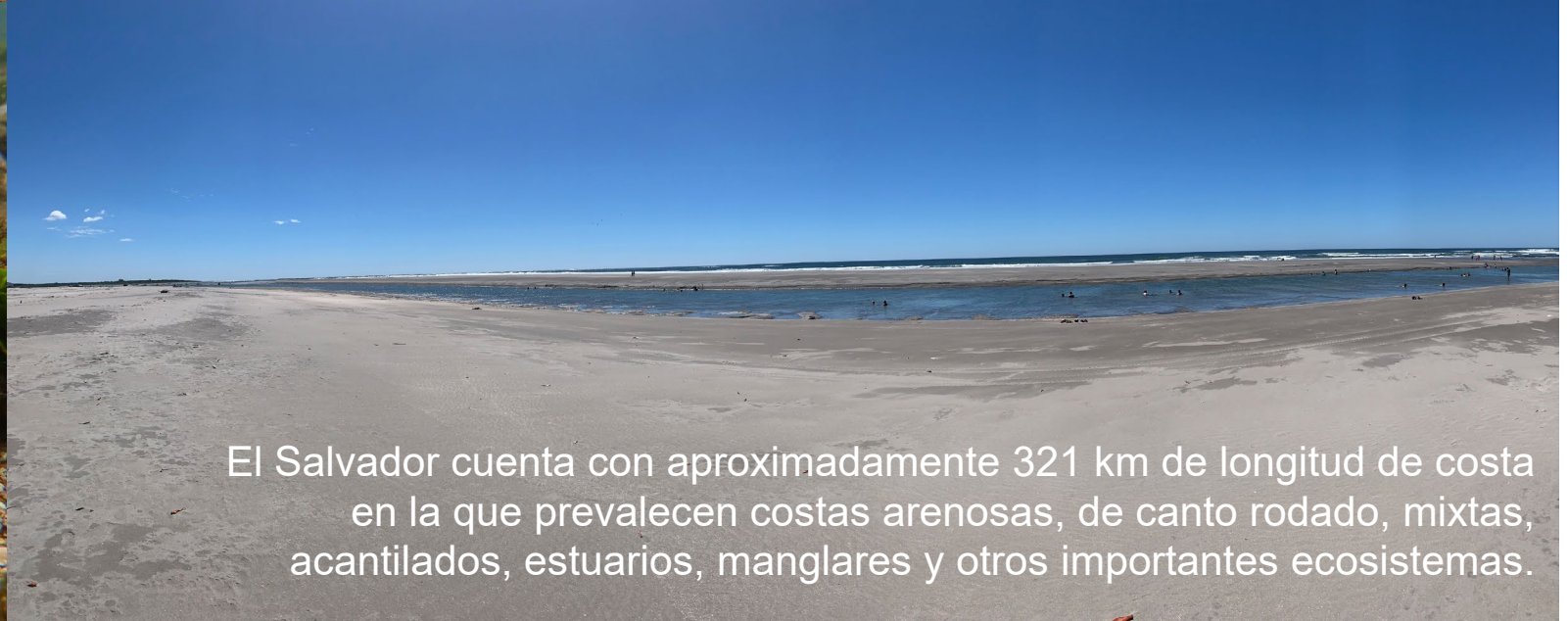
Los modelos de erosión son herramientas clave para predecir cambios costeros y planificar medidas de protección.



Uso de suelo y ecosistemas

- Permite identificar zonas vulnerables a erosión, inundación y pérdida de hábitat.
- Ayuda a conservar la conectividad ecológica entre dunas, manglares, playas y arrecifes.
- Orienta el ordenamiento territorial para reducir conflictos entre infraestructura y ambiente.
- Proporciona bases para un desarrollo sostenible, equilibrando actividades humanas y protección de ecosistemas.





El Salvador cuenta con aproximadamente 321 km de longitud de costa en la que prevalecen costas arenosas, de canto rodado, mixtas, acantilados, estuarios, manglares y otros importantes ecosistemas.



Alta vulnerabilidad: El Salvador posee una costa expuesta a tormentas, marejadas y tsunamis que afectan comunidades y economía.

Gestión del riesgo: Los estudios permiten identificar zonas de erosión, inundación y deslizamientos, clave para proteger vidas e infraestructura.

Planificación territorial: Orientan el desarrollo urbano y turístico evitando impactos negativos en playas, manglares y ecosistemas.

Infraestructura segura: Fundamentan el diseño de puertos, malecones y defensas costeras adaptadas al cambio climático.

Sostenibilidad: Apoyan estrategias que equilibran el uso productivo de la costa con la conservación ambiental.

El Salvador es reconocido mundialmente por sus olas consistentes y de alta calidad para el surf.

Playas como El Tunco, El Zonte, El Sunzal y Punta Roca (considerada una de las mejores derechas del mundo) han posicionado al país como un destino clave para el turismo deportivo, generando empleos y promoviendo la conservación de playas.



Muchas Gracias!!



