

An aerial photograph of an estuary. A wide, brownish river flows from the top left towards the center, where it meets a larger body of dark water. The surrounding land is green and appears to be a marsh or wetland. The word "Estuarios" is written in large white letters across the top of the image.

# Estuarios

Teórico-Práctico – Matilde Rodríguez – Gustavo Nagy

# Objetivos del teórico-práctico

1. Familiarizarse con la definición de estuarios
2. Entender la circulación y los patrones de mezcla de agua que ocurren en los estuarios

# Definiciones de estuario:

- Cuerpo de agua semi-cerrado donde el agua marina se mezcla con el agua dulce.
- Cuerpo de agua parcialmente cerrado pero conectado a un cuerpo de agua mayor (océano costero, lago u otro estuario) donde se encuentran aguas con características químicas muy diferentes.
- Cuerpo de agua costero, semi-cerrado que se extiende del límite de influencia de marea, donde el agua oceánica es significativamente diluida por el agua dulce del drenaje desde la tierra.
- Transición entre los aportes de agua dulce y sedimentos continentales y la dinámica marina dominada por la marea y/o los vientos

# Movimiento del agua en estuarios

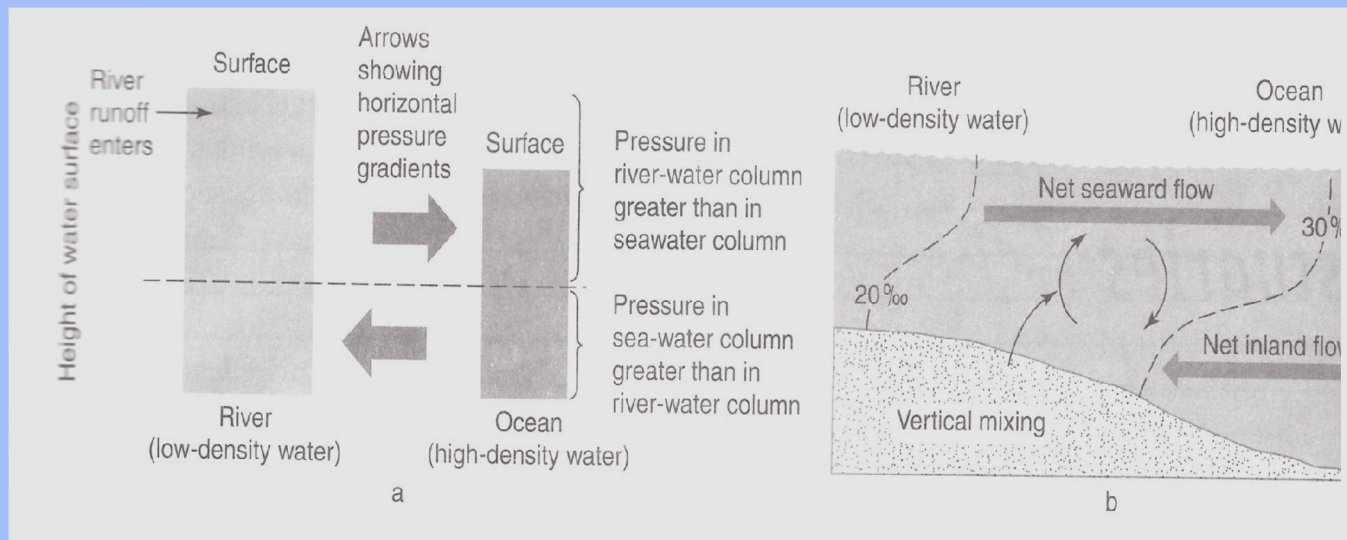
- El flujo del río es esencialmente unidireccional
- Pero cuando el agua de río se encuentra con la del océano las mareas inducen un flujo bidireccional (este flujo puede a su vez comportarse de maneras distintas)
  - circulación estuarial (entrada de agua salada por el fondo y salida de agua dulce en superficie)
  - estuarios bien mezclados (bidireccionalidad de la columna de agua)



## Circulación estuarial controlada por 2 factores principales:

- la densidad del agua (afectada por el flujo de agua de río)
- las mareas

# Circulación dirigida por la densidad en estuarios

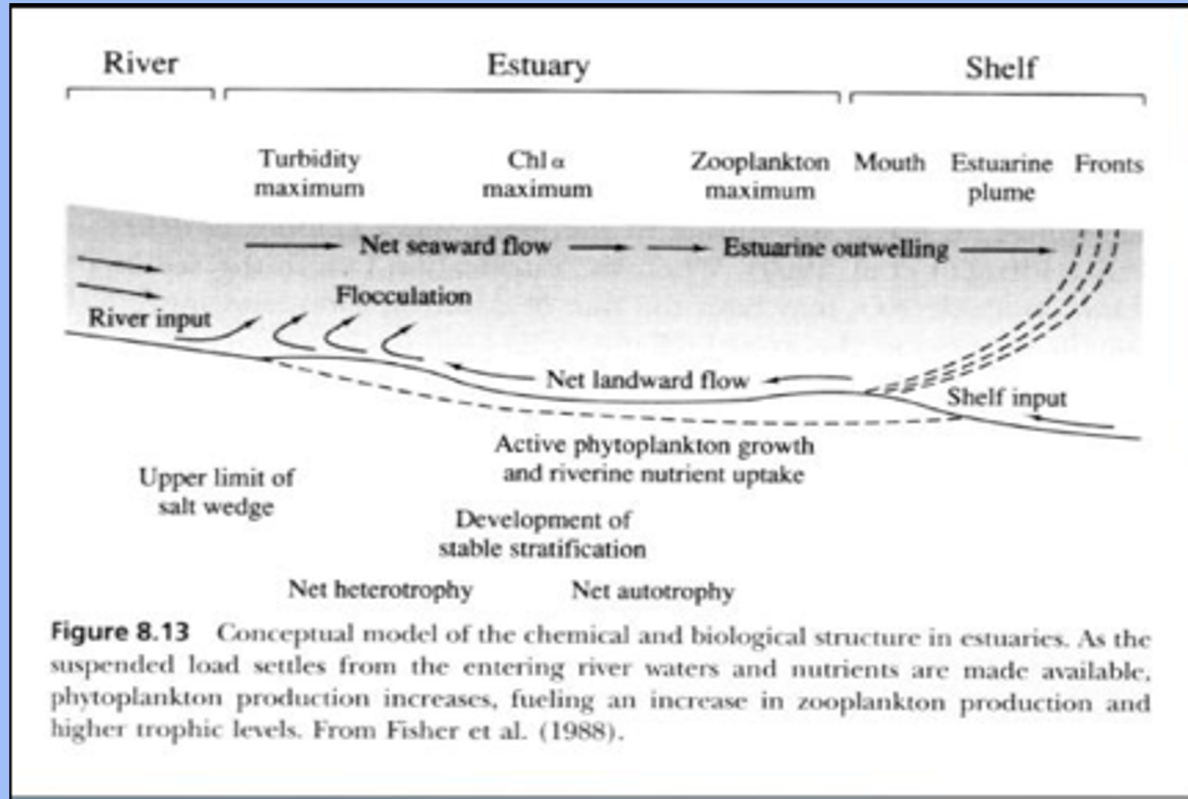


A) Modelo de dos extremos, columnas de agua de mar y de río y como cambia la dirección del gradiente horizontal de presión con la profundidad. B) Diagrama de flujo de la sección transversal que muestra los patrones de flujo neto, mezcla vertical entre agua dulce y salada, y variaciones generales de salinidad con isohalinas de 20‰ y un 30‰

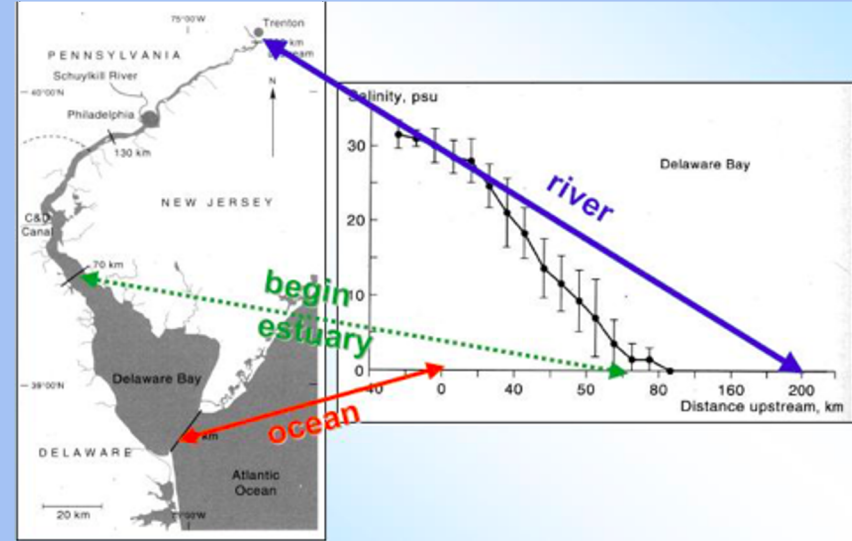
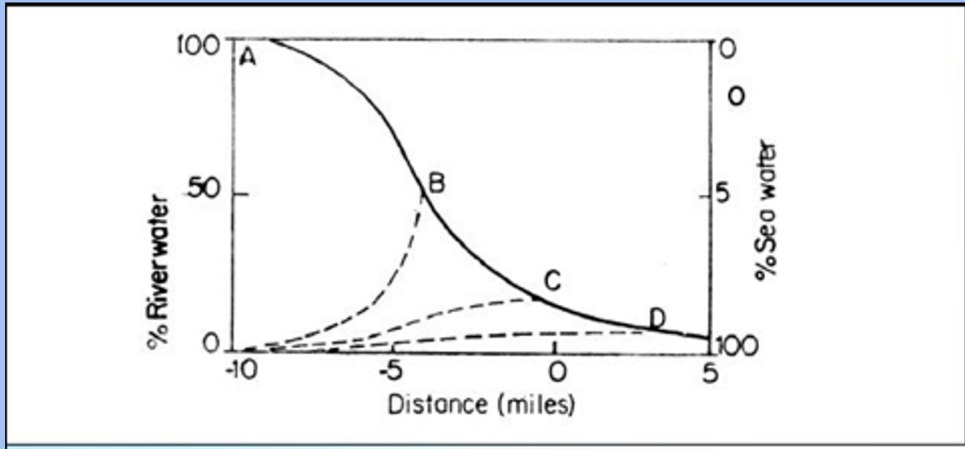
# Circulación dirigida por la marea

- Los gradientes horizontales de presión dentro del estuario cambian en respuesta a la subida y caída periódicas del mar impulsado por el forzamiento de las mareas
- El agua de mar fluirá hacia el mar durante la marea de reflujo y hacia tierra durante la pleamar
- Los flujos hacia el mar duran más tiempo y son de una velocidad ligeramente mayor que el flujo hacia tierra, dando como resultado un transporte neto hacia el mar para un ciclo de marea dado. Este vaivén de las aguas del estuario en respuesta a la marea efectivamente mezcla la columna de agua verticalmente y también produce la difusión de agua de mar en el estuario.

# Circulación del agua en estuarios



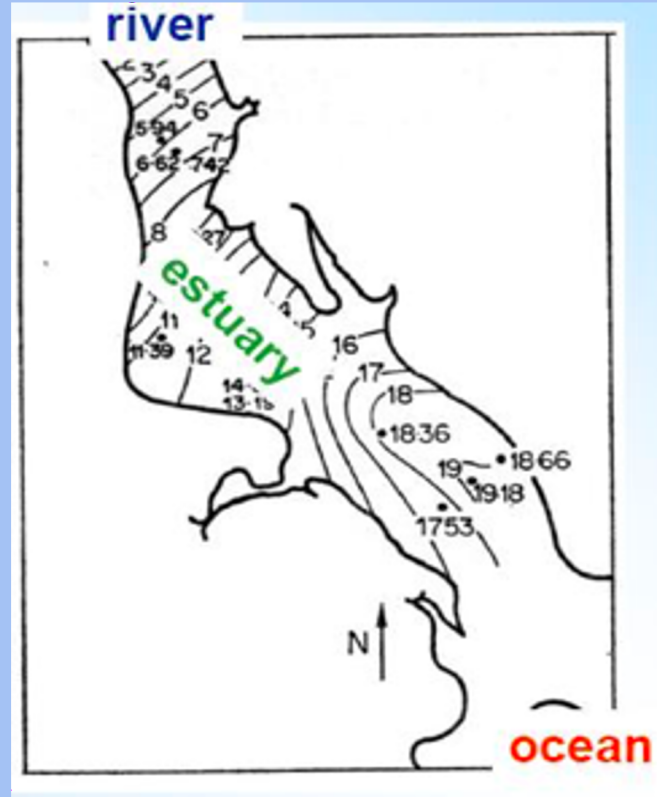
# Distribución de salinidad en estuarios bien mezclados



Porcentaje de agua de río y de agua de océano a lo largo del estuario

# Distribución de salinidad en régimen de circulación estuarina

Salinidad horizontal



# Tipos de estuario:

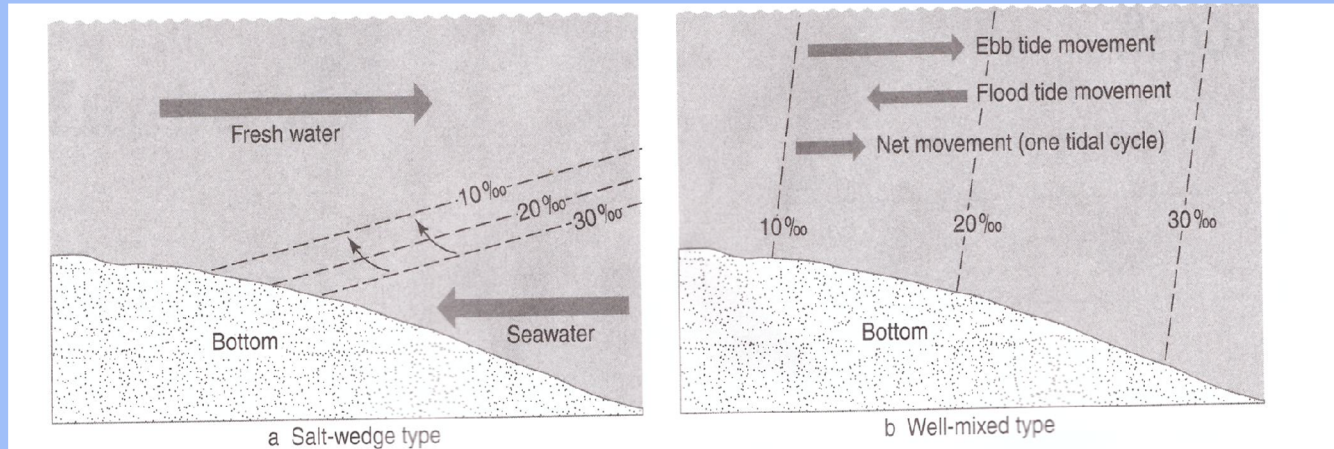
**Estuario de cuña salina:** Estuario en el cual la circulación impulsada por la **densidad domina**, y dos capas bien mezcladas están separadas por una aguda haloclina. El agua de mar que entra en el estuario aparece como una lengüeta o cuña inferior.

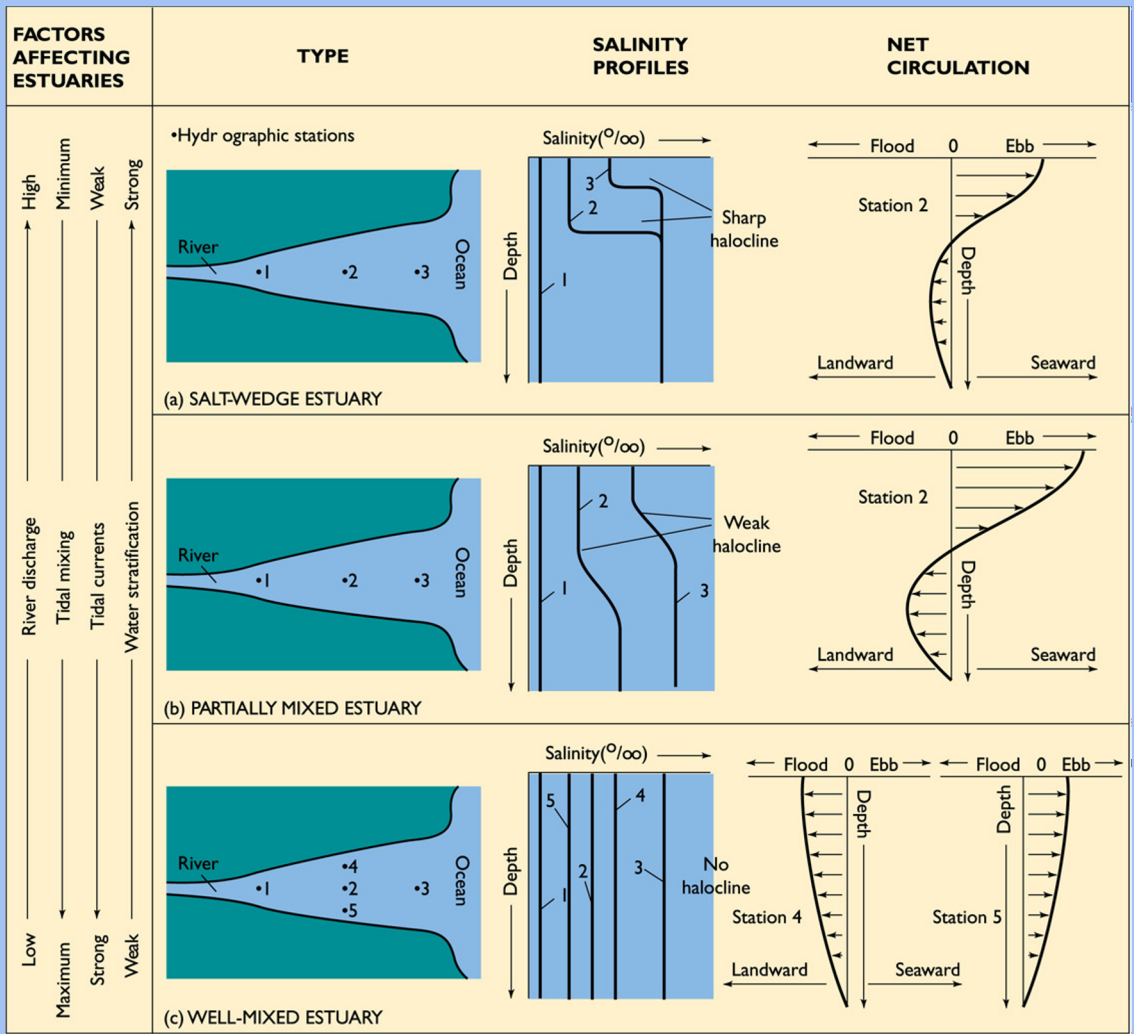
**Estuario bien mezclado:** Es un estuario en el cual la fluctuación de la **marea domina**, produciendo una columna de agua vertical bien mezclada desde la superficie al fondo.

**Estuario parcialmente mezclado:** Estuario que muestra poco a moderado cambio de salinidad con la profundidad, donde ambos factores (la densidad y la marea) influyen. (mayoría de los casos)

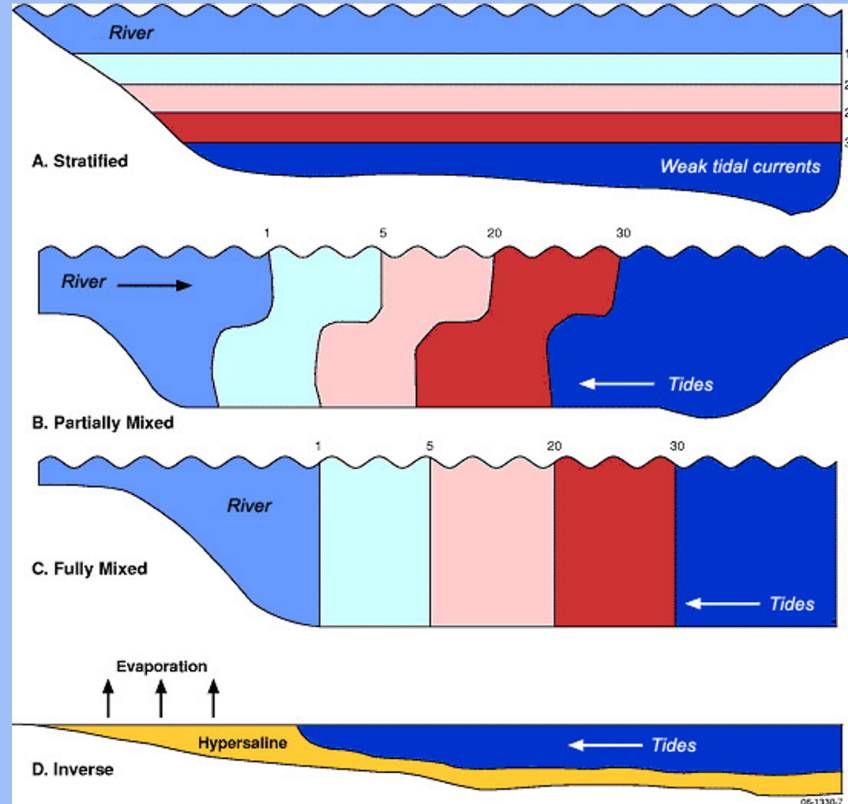


# Cuña salina vs. Bien mezclado



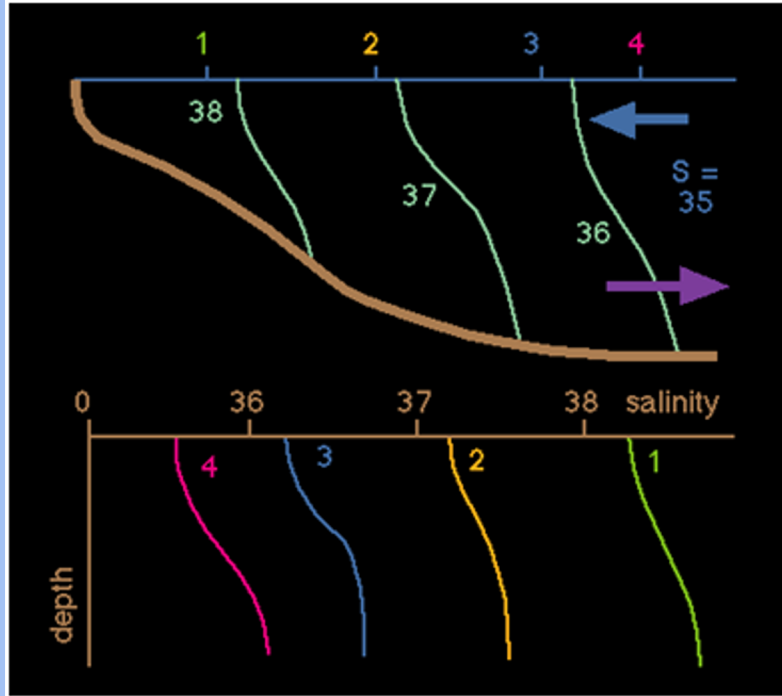


# Secciones de estuarios con cuatro regímenes de salinidad diferentes



Estuario inverso





Estuario inverso: la capa superior presenta salinidad que disminuye hacia el mar, y la capa de salinidad inferior aumenta hacia la cabecera. Los perfiles verticales de salinidad muestran un aumento gradual de la superficie a la parte inferior.

# Los cambios en la salinidad de un estuario se deben:

- influjo relativo de agua dulce desde los ríos y de agua marina por intercambio con el océano (inducido por vientos y mareas)
- descarga fluvial (constante o variable) la cual es controlada por las precipitaciones, la vegetación, topografía del área, geología de la cuenca hidrográfica
- factores climáticos que actúan a nivel de escalas estacional e interanual (eventos ENSO)
- tamaño y tipo de entrada marina (y su posible cierre), nivel del mar

# Importancia y usos de los estuarios

- Proveen de servicios ecosistémicos (alimento, reciclado de nutrientes, regulación de crecidas, turismo)
- Recursos vivos
- Navegación
- Comercio e ingreso al continente