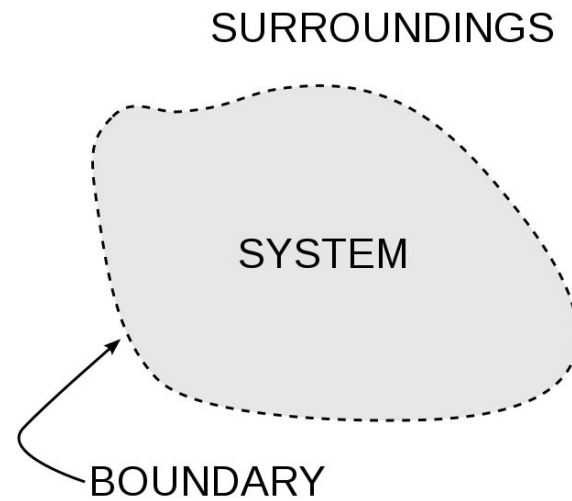


CI5103 ANÁLISIS DE SISTEMAS AMBIENTALES

**Profesor Marcelo Olivares A.
Semestre Otoño 2011**

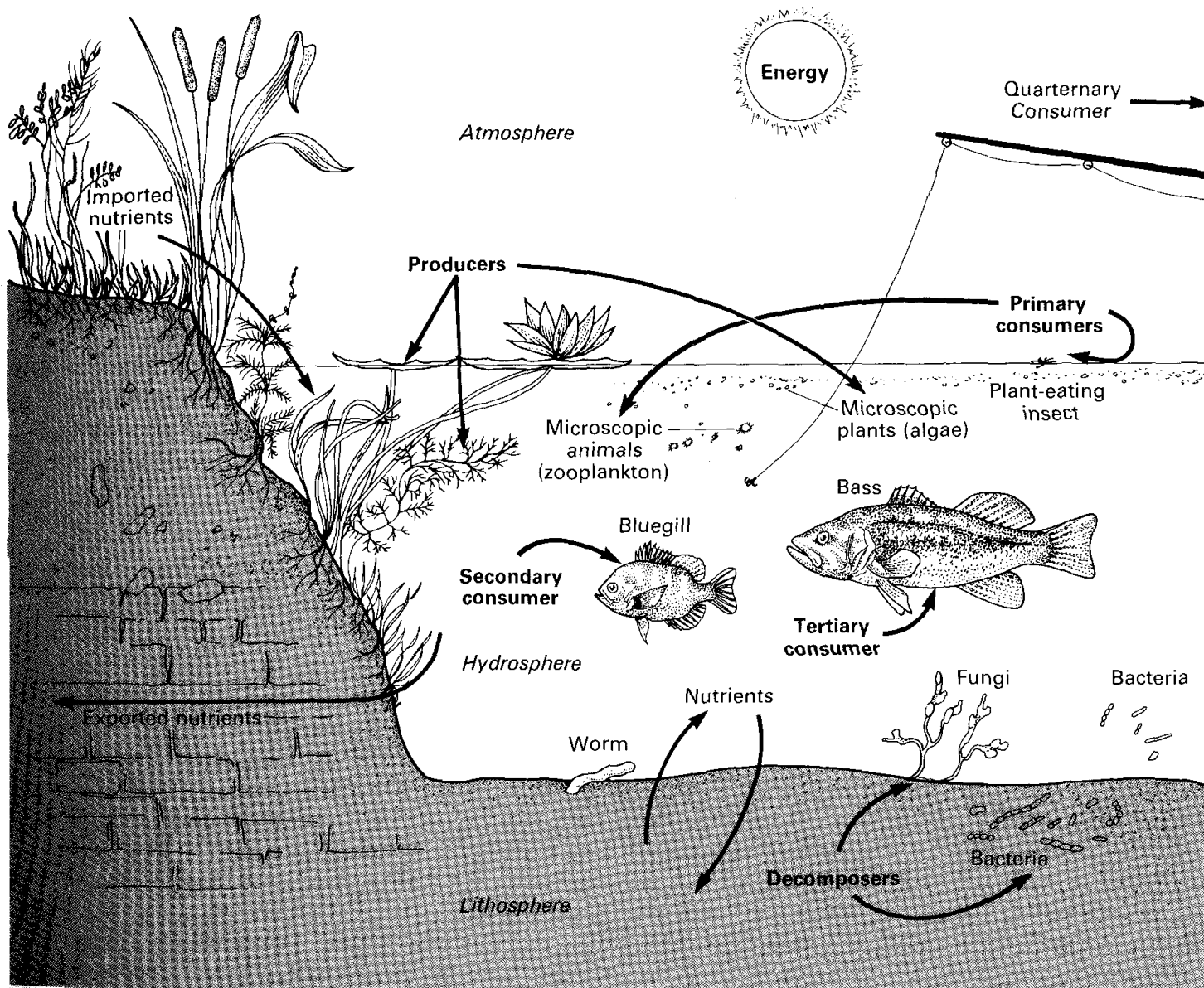
Un sistema es un conjunto de componentes interrelacionados cuya interacción define un comportamiento que no puede ser explicado mirando los componentes individuales



Un sistema se caracteriza por:

- **Estructura**: definida por partes y su composición
- **Comportamiento**: Entradas, procesos y salidas de masa, energía o información
- **Interconectividad**: relaciones entre las partes del sistema

Ejemplo de sistema ambiental: Un lago



Análisis de sistemas ambientales

"The systems perspective is critical to solving today's complex environmental and water resources engineering problems." (Prof. Barbara Minsker, University of Illinois)

- Análisis de sistemas es una **ciencia interdisciplinaria**, cuyo objeto de estudio son conjuntos de entidades que interactúan entre sí (los sistemas). Apunta a ayudar a los **tomadores de decisiones** a identificar un mejor curso de acción y tomar una mejor decisión.
- Análisis de sistemas ambientales es un campo de investigación **cuantitativo y multidisciplinario**, orientado a **analizar, interpretar, simular y comunicar** problemas ambientales complejos desde distintas perspectivas. (*Environmental Systems Análisis Group. Wageningen University*)

“Essentially, all models are wrong, but some are useful.”

(Box, George E. P.; Norman R. Draper (1987). *Empirical Model-Building and Response Surfaces*. Wiley. pp. p. 424.)

¿QUE ES UN MODELO?

Una representación simplificada, aproximada y seleccionada de la realidad (un sistema real)

- Modelo **matemático** (basado en ecuaciones Ej. $F=m*a$)
- Modelo **físico** (modelos a escala, maquetas, etc)

Dentro de los modelos matemáticos, tenemos:

- **Modelos descriptivos** (simulación)
 - ¿**Qué pasaría si** tomo este curso de acción ?
(dados inputs y condiciones iniciales)
- **Modelos prescriptivos** (optimización)
 - ¿**Cuál es el mejor** curso de acción de podría tomar?

Clasificación de modelos matemáticos

- Modelos **mecanísticos** (basados en procesos)
 - Deben ser consistentes con la teoría
 - La incertidumbre predictiva del modelo debe ser informada (permite estimar el riesgo asociado a las opciones)
 - Aunque lo usual es utilizar modelos matemáticos para realizar predicciones, en ciertas situaciones la opinión de expertos y modelos más simples es aceptable (limitaciones de datos)
- Modelos **estadísticos** (basados en datos, empíricos)

Otra clasificación de los modelos matemáticos:

- Modelos determinísticos

Inputs (y resultados) toman valores relativamente fijos y predecibles con certeza.

- Modelos estocásticos

Modelos en que los inputs son variables aleatorias

Ejemplo: Dado un volúmen de agua en un embalse a principios de Septiembre, y dada una entrega desde el embalse ¿Cuánto es el volúmen de agua en el embalse a inicios de octubre?

Variables aleatorias: caudal afluente, evaporación, etc (derivadas de la incertidumbre asociada a los procesos hidrológicos)

¿Por qué usar modelos?

- La modelación podría ser **factible** en situaciones donde no se puede monitorear (costo, tiempo, irreversibilidad)
- **Monitoreo integrado con modelación** de sistemas ambientales puede proveer mejor información que un solo enfoque, por el mismo costo.
 - Por ejemplo, una regresión entre la concentración de un contaminante y el caudal puede usarse para extender registros de monitoreo para análisis preliminares. Los modelos también pueden usarse en un marco Bayesiano para determinar distribuciones de probabilidad a priori (de concentraciones) que pueden complementar esfuerzos de monitoreo y reducir la cantidad de monitoreo.

Efecto de la construcción de plantas de tratamiento sobre la calidad del agua para riego



D



PLANTAS DE TRATAMIENTO DE SANTIAGO



PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LOCALIDADES

Algunas consideraciones sobre la complejidad de los modelos de sistemas ambientales

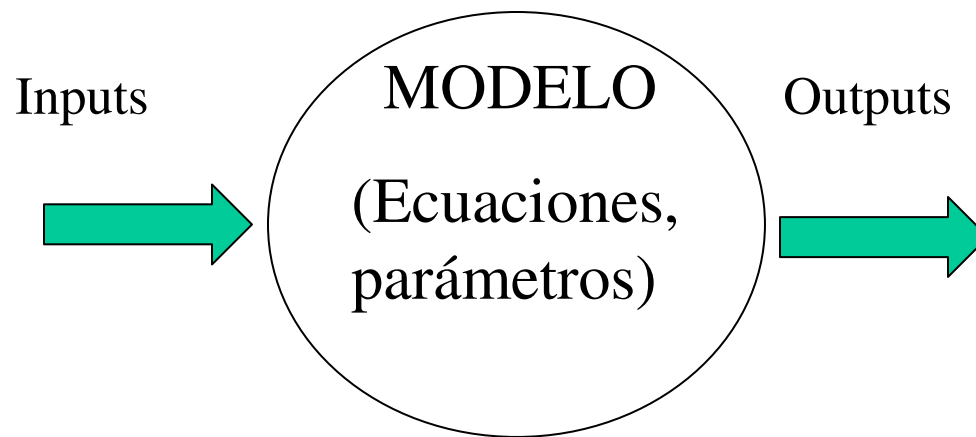
- Al poner la prioridad en la representación de los procesos usualmente se obtiene **complejos modelos mecanísticos**
- En algunos casos esto puede resultar en **análisis innecesariamente costosos**. Además, la complejidad de los procesos físicos, químicos y biológicos no puede ser reflejada en forma realista en ningún modelo
- En análisis de sistemas ambientales, el propósito del modelo debiera ser **apoyo a las decisiones**
- La incapacidad para representar todos los procesos relevantes contribuye a la **incertidumbre del modelo**

- La **disponibilidad y precisión** de datos son fuentes de preocupación en el desarrollo y uso de modelos el análisis de sistemas ambientales
- La complejidad de los modelos debe ser **compatible** con la cantidad y calidad de la información disponible (*garbage in, garbage out*)
- El uso de modelos mecanísticos complejos para predicción de calidad del agua en situaciones con insuficientes datos **NO COMPENSA la falta de información**
- Modelos complejos (sofisticados) no necesariamente son más confiables
- Se puede comenzar con modelos simples y agregar complejidad a medida que se obtienen datos adicionales

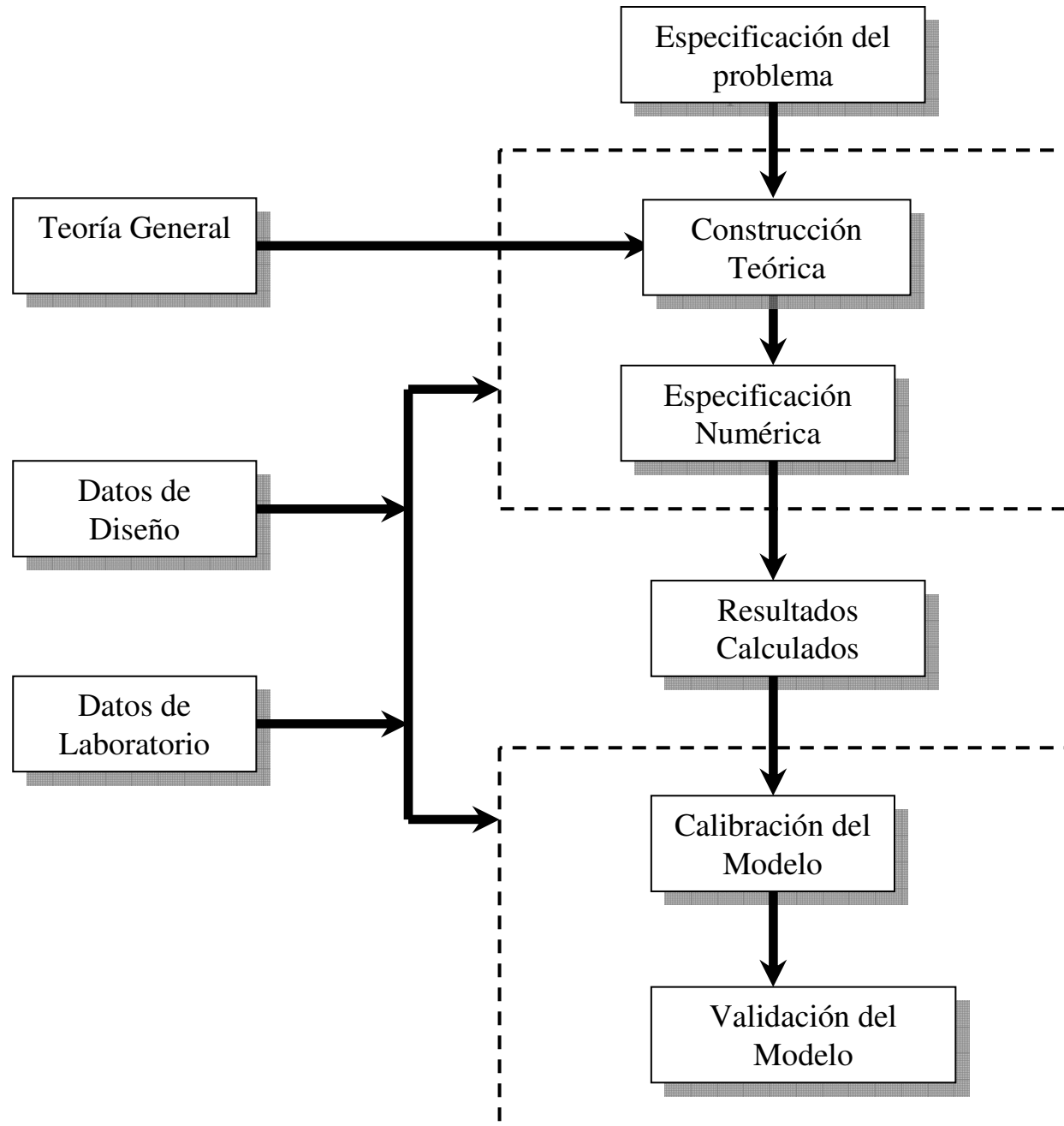
Formulación de un modelo matemático

Las ecuaciones de un modelo contienen:

- Variables de salida (**outputs**): su valor se obtiene como resultado del modelo
- Variables de entrada (**inputs**): su valor es un dato de entrada al modelo (forzante de procesos. Ej: caudales)
- **Parámetros**: permiten representar matemáticamente las relaciones entre variables (Ej: tasa de decaimiento de la materia orgánica)



Proceso de modelación (mecánica)



Modelos mecánicos: Modelo de DBO y OD en el río Mapocho



Modelos mecánicos: Modelo de DBO y OD en el río Mapocho

Diagrama Unifilar del Sistema

