

Procesamiento y Análisis de Series de Tiempo en Matlab

SEMANA 2
2025

Profesor: Diego Narváez
Departamento de Oceanografía
Email: diegonarvaez@udec.cl

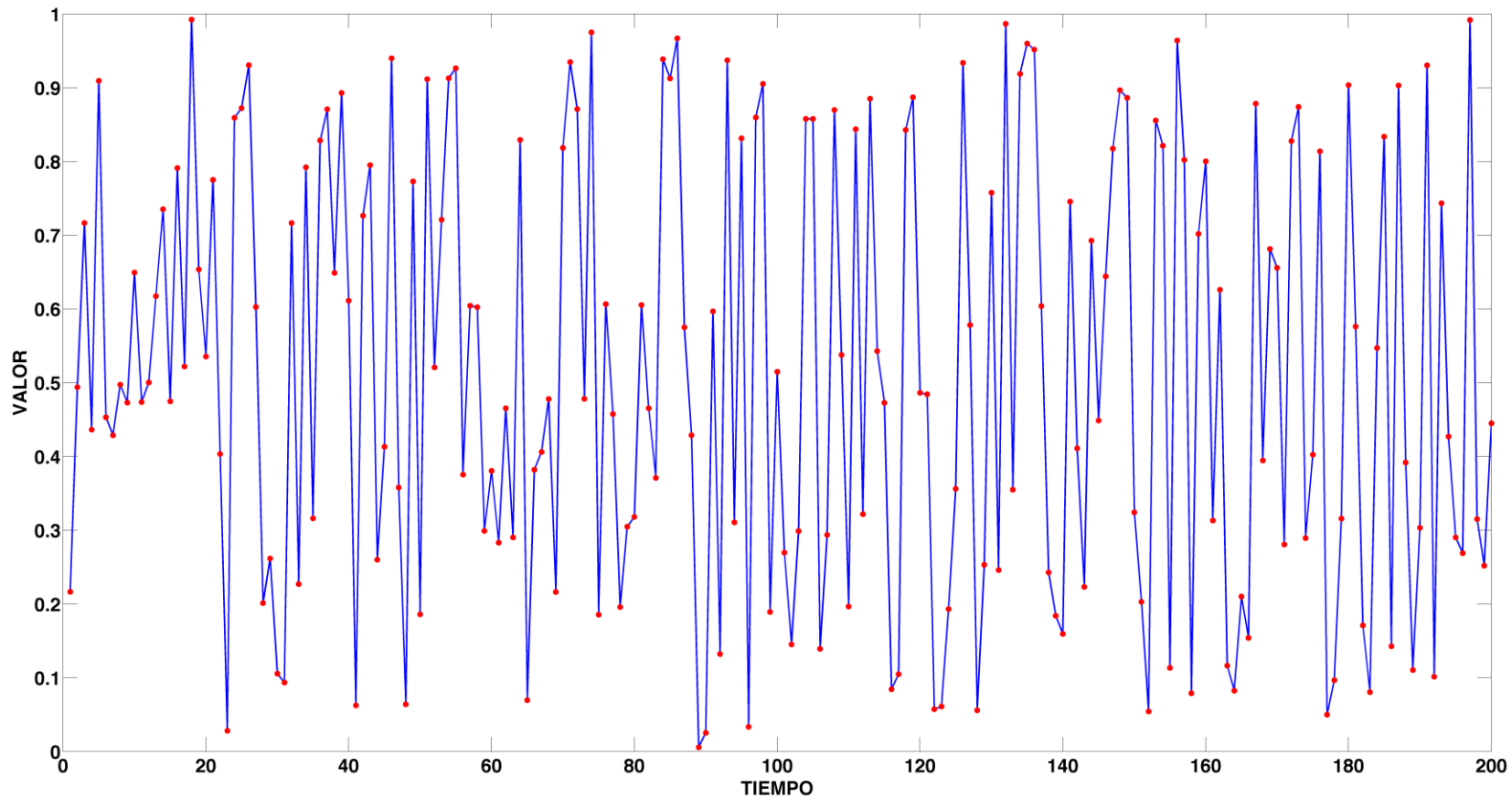
Semana 2: Contenidos

- Introducción a series de tiempo
 - Conceptos y terminología básica
- Componentes de una serie de tiempo
- Modelos estadísticos para representar, describir y analizar componentes de una serie de tiempo
- Trabajo practico1: Matlab

¿Qué es una Serie de Tiempo?

¿Qué es una Serie de Tiempo?

- Análisis de datos obtenidos secuencialmente en el tiempo



Análisis de Series de Tiempo

¿Para qué?

- Descripción (ej. Identificar patrones)
- Explicación
- Predicción

Análisis de Series de Tiempo

ST Determinística: Valores futuros pueden ser exactamente predichos por valores pasados.

ST Estocástica: Valores futuros no pueden ser exactamente predichos

- ¿Cómo empezamos?
 - Revisar de manera gráfica los datos registrados

Existen 2 tipos de análisis

Dominio del Tiempo

Estudia las variaciones de los datos con respecto al tiempo

Se pueden modelar valores futuros de una serie de tiempo como una función paramétrica de valores actuales y pasados (PREDICCIÓN)

Regresiones Lineales

Modelos Aditivos, Multiplicativos

Existen 2 tipos de análisis

Dominio de la Frecuencia

Se utiliza para estudiar variaciones periódicas o sinusoidales sistemáticas que ocurren naturalmente en la mayoría de los datos(CICLOS), generalmente causadas por fenómenos biológicos y físicos.

Ejemplo: Ciclos estacionales en temperatura superficial del mar o aire, Brisa marina

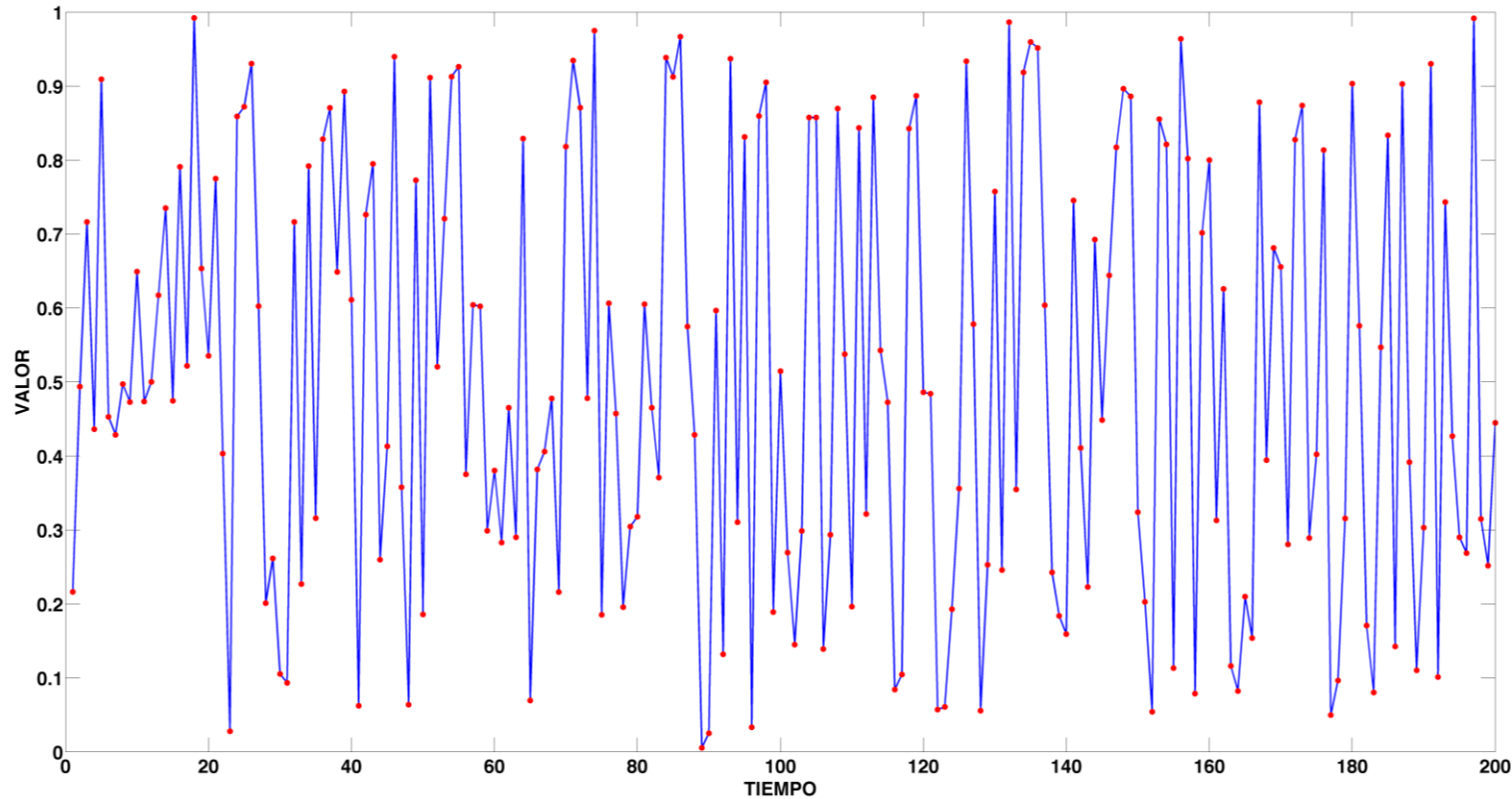
Mareas

Existen varios tipos de variaciones periódicas en una Serie de Tiempo, las cuales se particionan evaluando separadamente la varianza asociada con cada periodo de interés. El perfil de varianza por frecuencia (1/periodo) es llamado **ESPECTRO DE PODER**

¿Cuál usar?

Depende de la pregunta estadística que se quiera responder, pero generalmente se aplican herramientas de los dos análisis .

Tasas de muestreo de Series de Tiempo (ST)



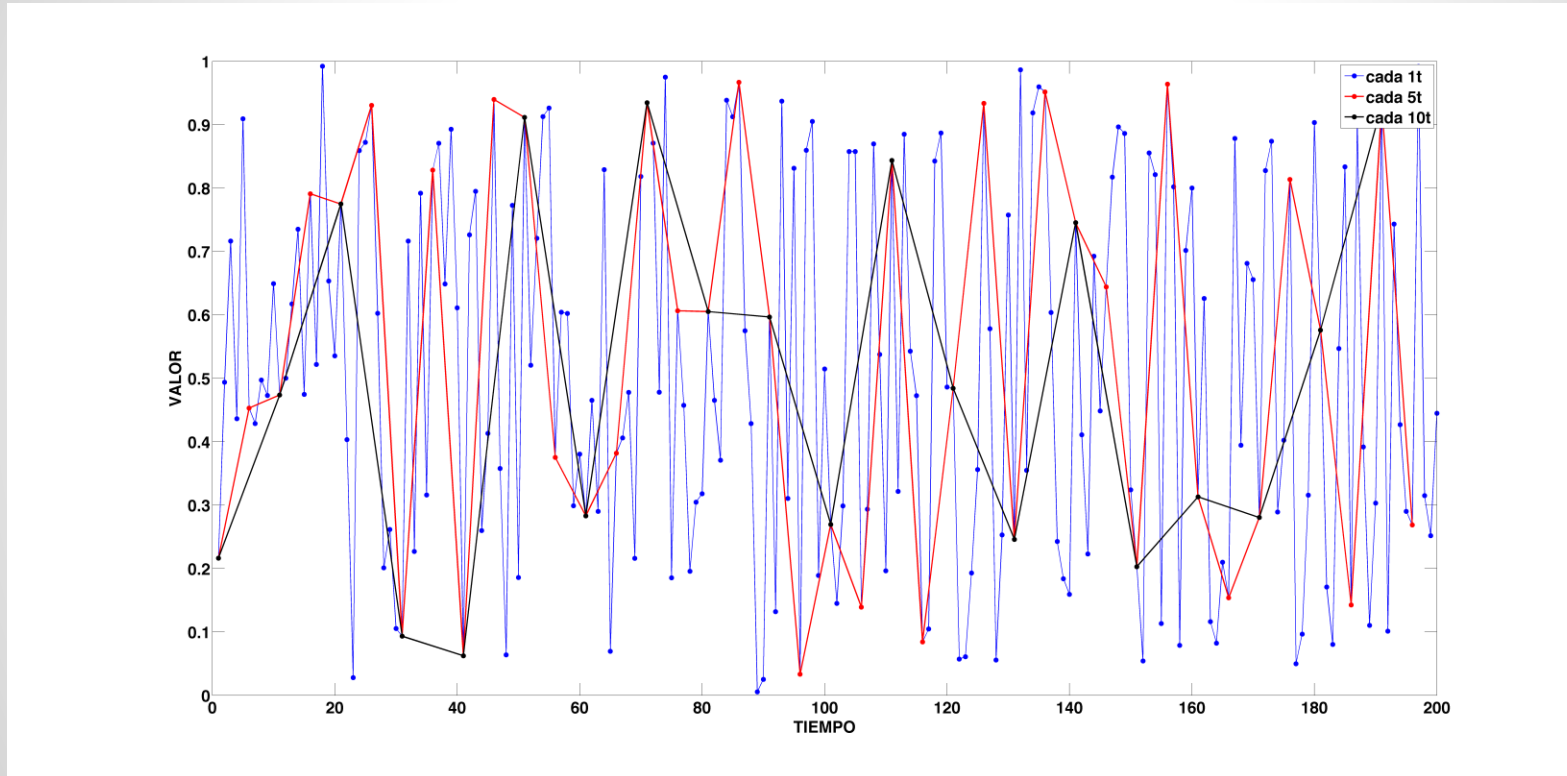
Usualmente es conveniente conectar los valores (línea azul) para reconstruir visualmente la serie.

ST Continua: Observaciones continuas (línea azul)

ST Discreta: Observaciones a tiempos específicos (puntos rojos)

Tasas de muestreo de Series de Tiempo (ST)

Serie de números aleatorios



La apariencia de los datos puede cambiar si la tasa de muestreo es insuficiente.

Ejemplo: Ruedas del tren/auto pareciesen girar en la dirección opuesta a la dirección del tren/auto.

ALIASING

Componentes de una Serie de Tiempo

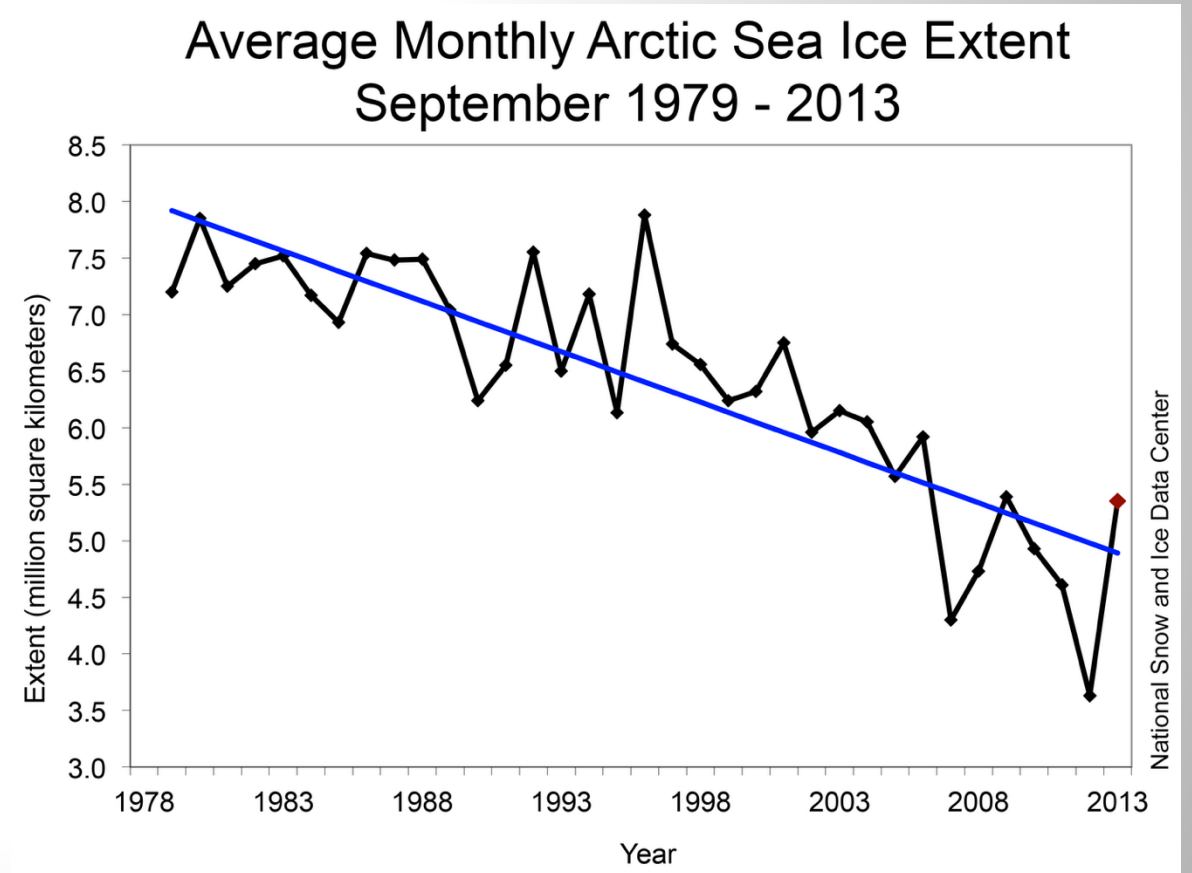
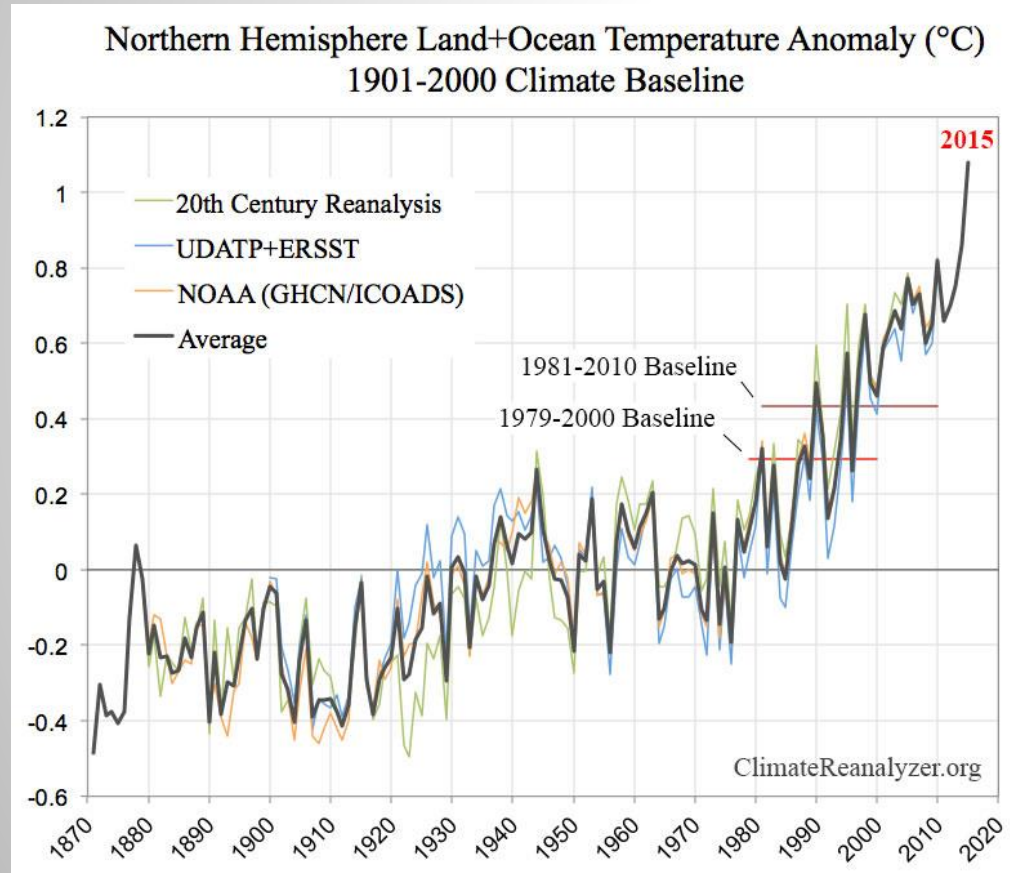
ST (X_t) = Tendencia (lineal, exponencial, etc)+ ...

Ciclos (regulares o irregulares)+ ...

Error (ruido blanco o aleatorio)

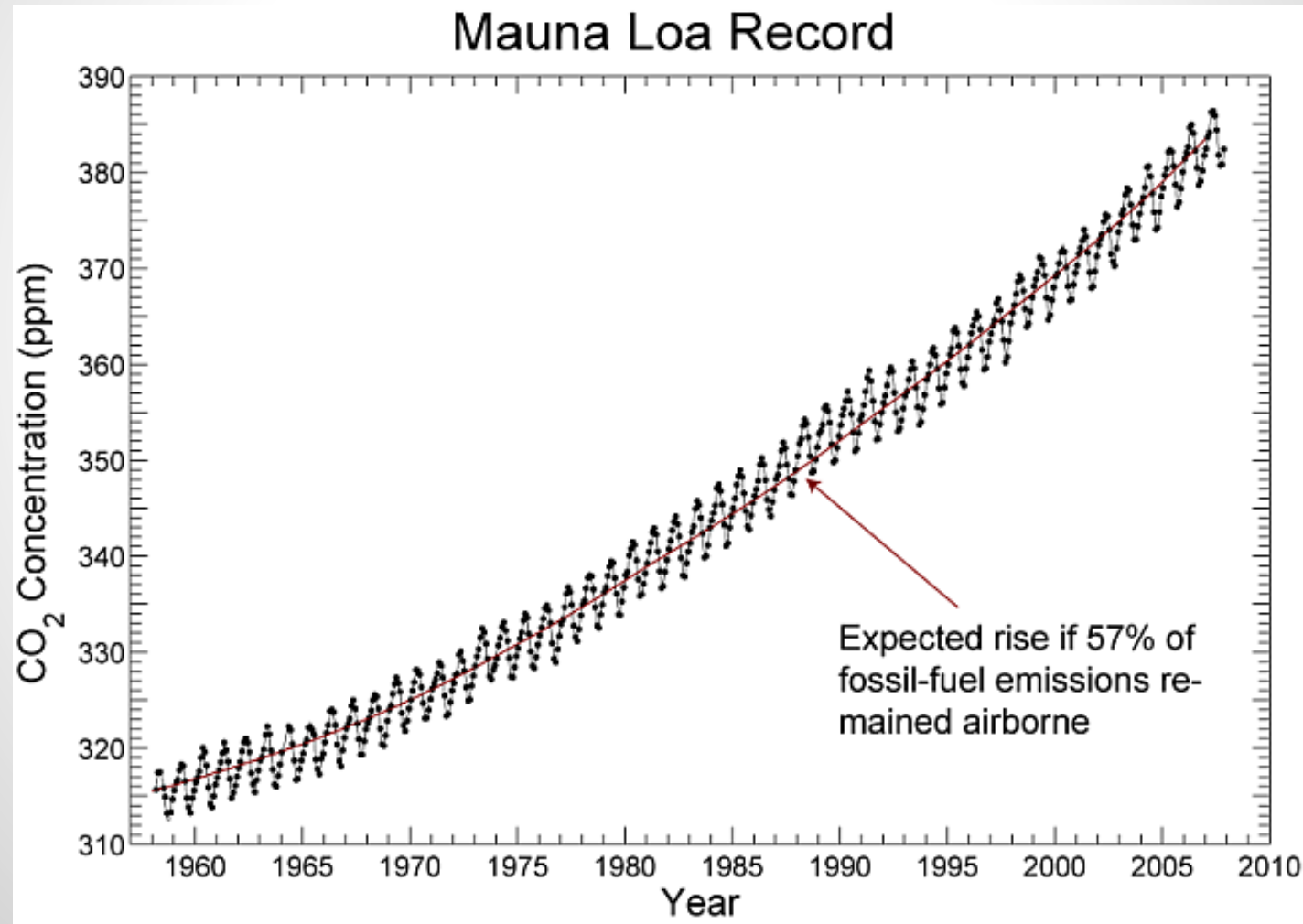
Componentes de una Serie de Tiempo

Serie con tendencia



Ejemplos de Series de Tiempo

Tendencia y ciclos



Ejemplos de Series de Tiempo

Ciclo estacional (con datos faltantes; gaps)

Temperatura agua Canal Puyuhuapi



Modelos estadísticos utilizados para estudiar Series de Tiempo

- El principal objetivo en análisis de series de tiempo en el dominio del tiempo es desarrollar modelos matemáticos que nos entreguen alguna descripciones “plausibles” de los datos.
- Serie de tiempo puede ser definida como una colección de **variables aleatorias** indexadas acorde al orden en que ellas son obtenidas en el tiempo.
- Ej. X_1, X_2, X_3, \dots
- X_1 : Variable aleatoria indicando que el valor tomado at tiempo 1.

Modelos estadísticos utilizados para estudiar Series de Tiempo

- Un conjunto de variables aleatorias tomadas en el tiempo $\{X_t\}$ es referida como un **PROCESO ESTOCÁSTICO**
- Proceso Estocástico (teoría de probabilidades): Es una colección o familia de variables aleatorias ordenadas según el tiempo o espacio.
- Tiempo (t) → Generalmente es discreto y varían sobre enteros $t=0, \pm 1, \pm 2, \dots$,
- El valor observado de un proceso estocástico son llamados una “realización o valor observado” del proceso estocástico (se usaran los dos)

Modelos Generación de series de tiempo usando colección de variables aleatorias

Ejemplos:

- No correlacionada
 - Ruido blanco (white noise)
- Correlacionada
 - Promedio Móvil
 - Autoregresión
- Con tendencia
 - Random walk
- Series con ciclos

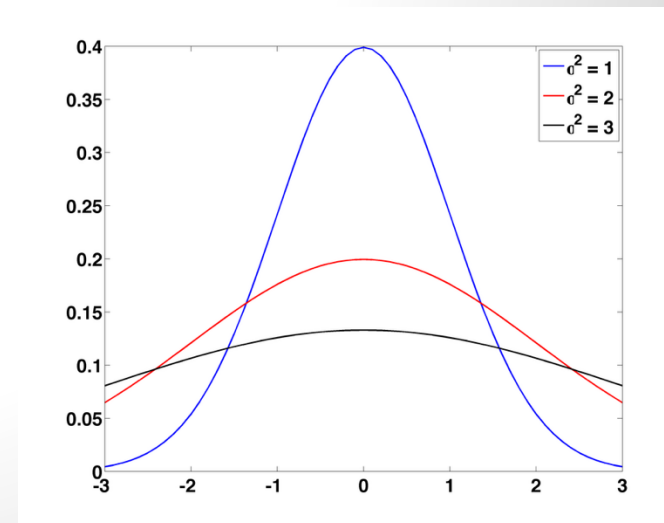
Serie no correlacionada

- **Ruido blanco (white noise):** Colección de variables aleatorias no correlacionadas.
- Cualquier oscilación periódica tiene la misma importancia.

- Particularmente útil:
Ruido blanco Gaussiano

$$w(t) \sim N(0, \sigma^2)$$

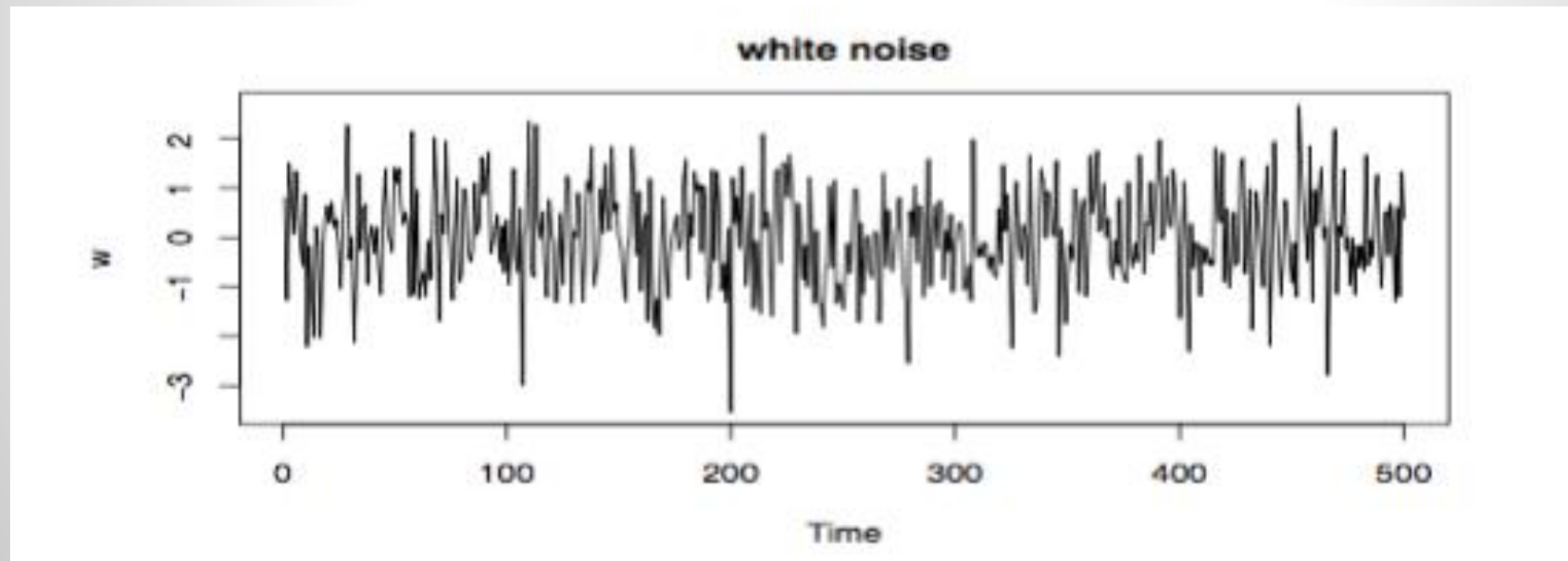
Variable aleatoria independiente
con promedio = 0 y varianza finita



Serie no correlacionada

Ruido blanco

$$w_t \sim N(0,1)$$



Serie Correlacionada

Promedios móviles: Agregamos correlación y suaviza los datos.

**Ejemplo Promedio Móvil
orden 3:**

$$v_t = (w_{t-1} + w_t + w_{t+1})/3$$

(FILTRO)

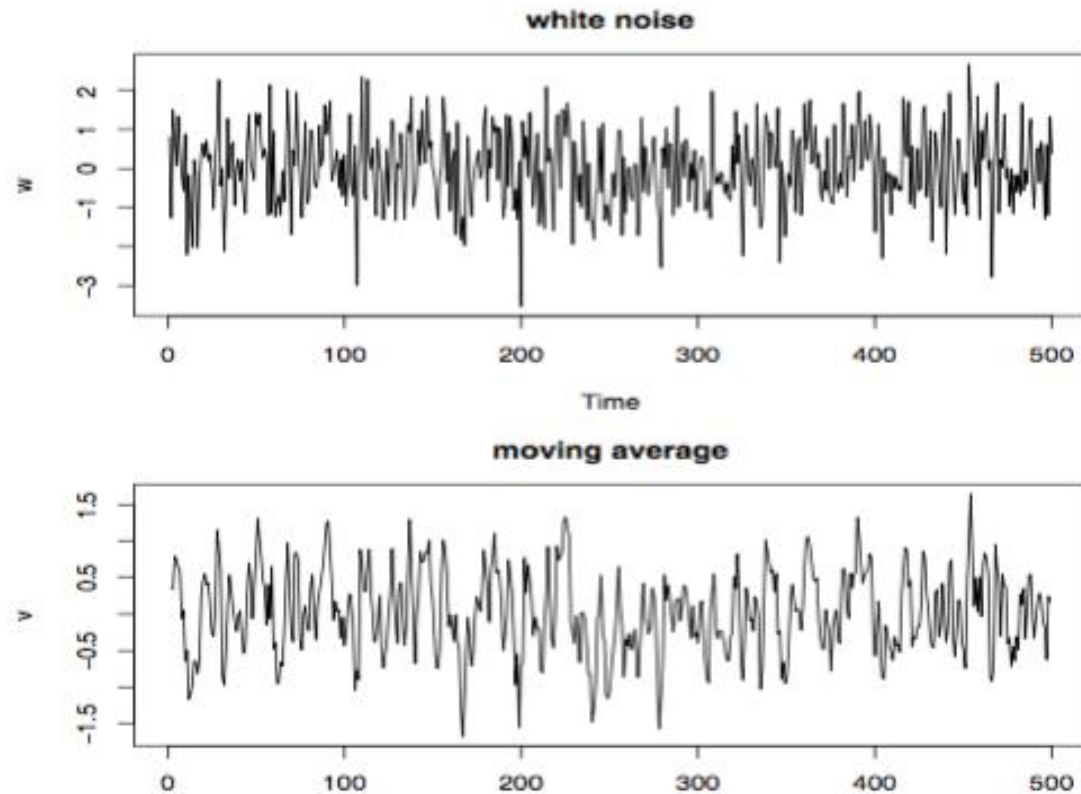


Fig. 1.8. Gaussian white noise series (top) and three-point moving average of the Gaussian white noise series (bottom).

Serie Correlacionada

Autoregresión

Modelo autoregresivo

$$X_t = X_{t-1} - 0.9X_{t-2} + w_t$$

Predicción del valor actual
como función de valores
pasados

Puede ser usado como
modelo para muchas series.

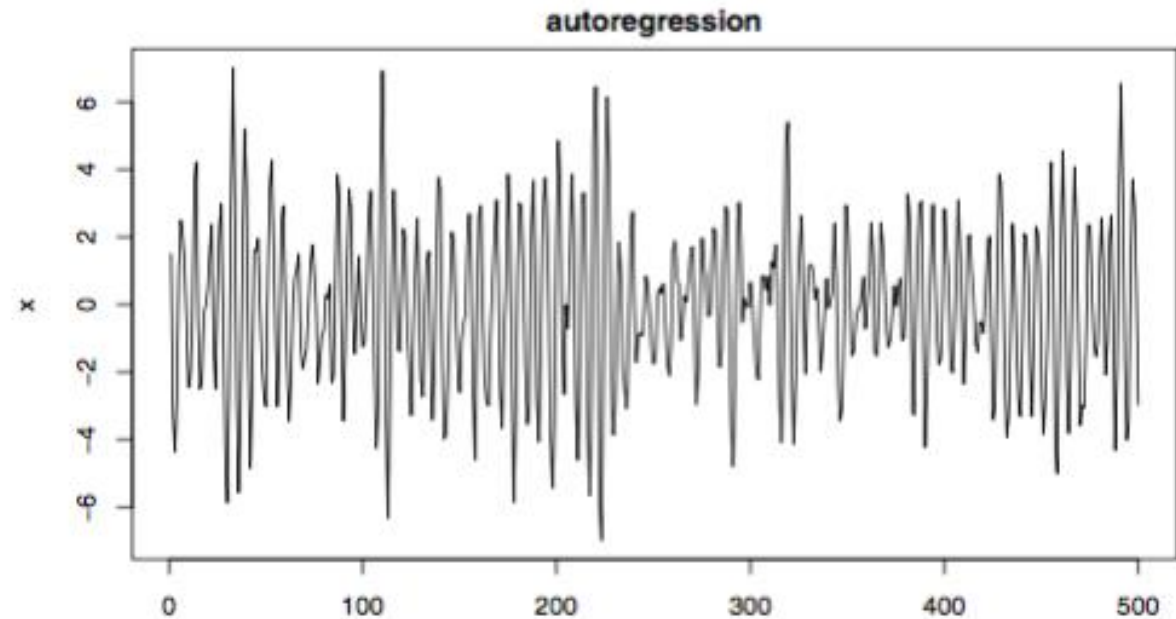


Fig. 1.9. Autoregressive series generated from model (1.2).

Serie con tendencia

Random walk: Modelo para analizar tendencias

$$X_t = D + X_{t-1} + w_t$$

$$X_0 = 1$$

w_t = white noise

D = deriva;

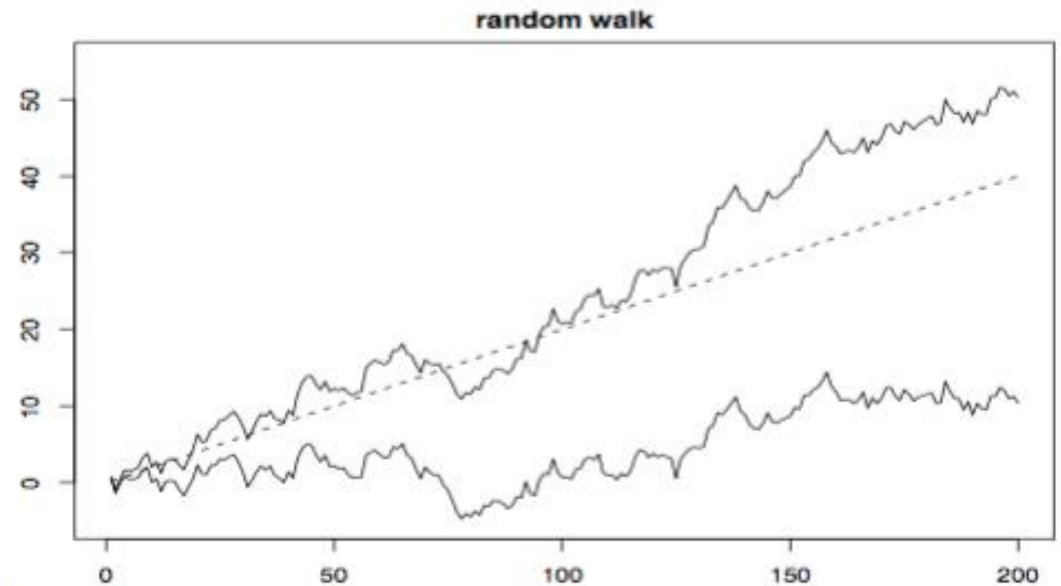


Fig. 1.10. Random walk, $\sigma_w = 1$, with drift $\delta = .2$ (upper jagged line), without drift, $\delta = 0$ (lower jagged line), and a straight line with slope .2 (dashed line).

Serie con ciclos

$$X_t = 2 \cos(2\pi t/50 + 0.6\pi) + w_t$$

Onda sinusoidal: $A \cdot \cos(2\pi\omega t + \varphi)$

A = Amplitud

Ω = Frecuencia oscilación

φ = Cambio fase

Mas adelante veremos análisis
espectral en el cual queremos
conocer las frecuencias principales

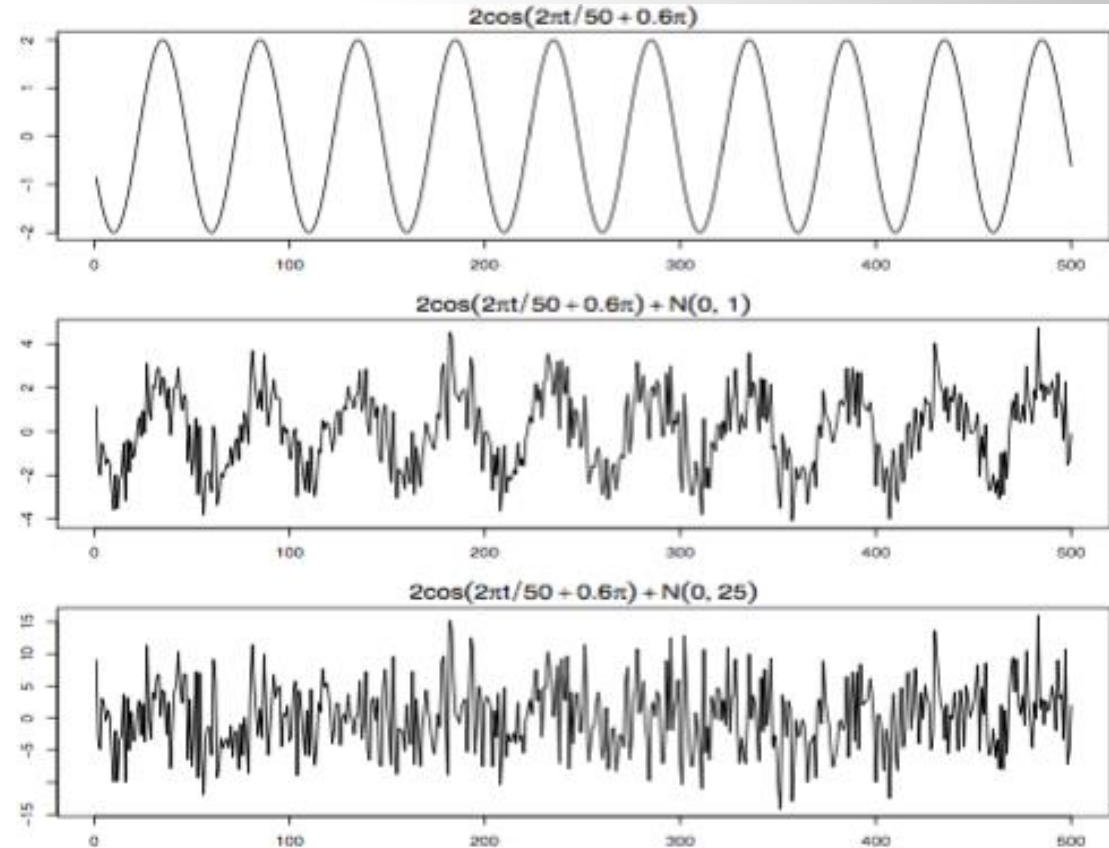


Fig. 1.11. Cosine wave with period 50 points (top panel) compared with the cosine wave contaminated with additive white Gaussian noise, $\sigma_w = 1$ (middle panel) and $\sigma_w = 5$ (bottom panel); see (1.5).

ENCONTRAR PATRONES

Práctico

- Crearemos cada uno de los componentes de una Serie de Tiempo
- Ruido Blanco
- Tendencia
- Ciclos