



Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
Departamento: Matemáticas
Area: Matemáticas

(Programa del año 2026)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 17/09/2026 12:47:09)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
SERIES DE TIEMPO	LICENCIATURA EN ANÁLISIS Y	OCS- 1-27/ 22	2026	2° cuatrimestre

GES

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
BRUZZONE, OCTAVIO AUGUSTO	Prof. Responsable	P.Adj Simp	10 Hs
ZAKOWICZ, MARIA ISABEL	Prof. Co-Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
TORRES, SILVIA VANES	Auxiliar de Laboratorio	A.1ra Simp	10 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
6 Hs	Hs	Hs	Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoría con prácticas de aula	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
03/08/2026	13/11/2026	15	90

IV - Fundamentación

Los métodos para análisis de series temporales pueden ser divididos en dos clases principales, métodos del dominio de frecuencia, y métodos del dominio del tiempo. En el primero se incluyen todas las formas de análisis espectral, y en el segundo, métodos enfocados en el estudio de procesos aleatorios, donde los valores presentes de una serie son función de los estados pasados y de perturbaciones aleatorias. Este curso se enfoca en una introducción a estos sistemas, en especial en dos familias de métodos llamados genéricamente Modelos Autorregresivos Integrados de Media Móvil (ARIMA) y Procesos Gaussianos. Al igual que en el otro curso por razones de tiempo el curso se focalizará en métodos para una sola serie unidimensional, los métodos para varias series o series de más dimensiones comparten la misma base conceptual. En una primera etapa se introducirán los conceptos básicos de la temática del curso, qué es una serie temporal, (tendencia, período y ruido), cómo separarlos y qué tipo de preguntas se responden analizando cada uno de éstos. Luego se sigue trabajando sobre el componente de ruido de la serie, su distribución estadística y por qué se le llama proceso estocástico. Qué tipos de procesos estocásticos hay, según el fenómeno subyacente (ruido blanco gaussiano, procesos de poisson, ruido blanco de disparo, entre otros). Seguidamente se introduce el concepto de estacionaridad (de primer grado, o sea de media y de segundo grado, o sea de magnitud de los errores), seguido por autocorrelación, o sea de dependencia de los valores pasados y su relación con el filtro de Kalman. Una vez consolidados estos conceptos, se pasa a los filtros lineales del dominio del tiempo, empezando por los filtros de impulsos infinitos o autorregresivos y seguidamente a los de impulsos

finitos o de media móvil. Finalmente de cada uno de estos temas se explicará cómo estimar su ajuste estadístico mediante cuadrados mínimos, función de verosimilitud o índices de información (El de Akaike o AIC y AICc, el de Schwartz o BIC) y utilizar dichos modelos para pronosticar valores futuros y cómo calcular los intervalos de predicción (Modelos ARMA) y cuán bien funcionan (vía RMSE o criterios de información).

Seguidamente se presentan los casos en los cuales el ruido se acumula con el tiempo, donde la serie comienza a derivar de manera estocástica. Se presentarán entonces métodos para la estimación de la raíz unitaria, y del término integrado del modelo ARIMA.

Una vez consolidados los conceptos de estos modelos, se trabajarán varias extensiones, para diferentes tipos de problemáticas, comenzando con ARIMAS con regresores externos (ARIMAX), ARIMAS estacionales o de memoria larga (SARIMA), y modelos que no tienen estacionaridad de segundo orden/homocedacia, como los modelos generalizados de estacionaridad condicional (o GARCH).

Finalmente se hará una introducción a los Procesos Gausianos, sus supuestos y en qué difieren de los métodos basados en los modelos ARIMA. Estos modelos son más flexibles y no contienen supuestos de muestreo regular de datos.

Al dictarse de manera remota, contará con materiales y ejercicios en el aula virtual de la universidad. Se prioriza el uso de software libre (R o Python) para que los estudiantes puedan replicar los análisis desde sus computadoras. El software utilizado será python, pero son modelos bien conocidos y están también disponibles en R y otros lenguajes de programación y análisis de datos.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Brindar al estudiante de grado una introducción sólida al análisis de series temporales en el dominio del tiempo, cumpliendo con los contenidos mínimos de la carrera. Se busca que adquiera herramientas para diseñar correctamente experimentos con datos longitudinales, analizar dependencia temporal, realizar pronósticos y comprender literatura científica. Al finalizar, el estudiante podrá aplicar AR, MA, ARMA, ARIMA, VAR y GARCH, así como filtro de Kalman y Procesos Gaussianos.

VI - Contenidos

1-Conceptos introductorios

Conceptos básicos de series temporales

Concepto de serie y sus componentes (tendencia, período/frecuencia, ruido). Dominio del tiempo vs. dominio de la frecuencia. Ruido de color: blanco, rojo y azul en el dominio del tiempo. Procesos estocásticos y ejemplos biológicos.

Análisis exploratorio básico de las series

Funciones de autocorrelación (ACF) y autocorrelación parcial (PACF). Medias móviles. Eliminación de tendencia por regresión, medias móviles y suavizado exponencial. Correlaciones cruzadas y transferencia de eventos entre series.

Dependencia de valores pasados

Filtro de Kalman: estimaciones a priori y a posteriori, estimación del valor esperado, del error y actualización. Comparación con lógica bayesiana.

Las funciones de autocorrelación

ACF y PACF. Funciones de correlación cruzada, direccionalidad y retrasos entre procesos.

2-Modelos básicos

Modelos Autorregresivos (AR)

Filtros de impulsos infinitos. Estimación de parámetros del modelo AR(p) por mínimos cuadrados. Estacionaridad. Función de autocorrelación parcial de procesos AR y uso de ACF y PACF para estimar su orden p.

Modelos de Media Móvil (MA)

Filtros de impulsos finitos. Estimación de parámetros del modelo MA(q). Función de autocorrelación parcial de procesos MA y uso de ACF y PACF para estimar su orden q.

Modelos Autorregresivos de Media Móvil (ARMA)

Modelos ARMA(p,q). Estacionaridad e invertibilidad. Estimación: mínimos cuadrados, máxima verosimilitud, método Box-Jenkins y mínimos cuadrados condicionales. Criterios de selección: FPE, AIC y BIC. Test de Box y Pierce para bondad de ajuste. Funciones de autocorrelación. Estimación del orden usando ACF, PACF y criterios de información.

Integración de ruido

Modelos no estacionarios. Raíz unitaria y estimación (prueba de Dickey-Fuller). Integración del ruido: modelo I(d).

3-Modelo ARIMA Completo

Modelos Autorregresivos Integrados de Media Móvil (ARIMA)

Modelo ARIMA(p,d,q). Modelos estacionales. Tests de bondad de ajuste para ARIMA. Pronóstico con ARIMA e intervalos

de predicción.

Regresiones con ARIMA

Distribuidos (Distributed Lag Models, DLM). Regresiones con variables explicativas cuyo efecto se retrasa en el tiempo.

Funciones de transferencia, ventanas y suavizado exponencial.

4-Modelo ARIMA

Modelos Autorregresivos Vectoriales (VAR)

Extensión multivariada de los modelos AR y ARMA. Estimación, estacionaridad y selección de orden. Análisis de impulso-respuesta y descomposición de varianza en contextos multivariados.

Modelos de Heterocedasticidad Condicional (GARCH)

Modelos ARCH y GARCH para varianza condicional cambiante. Estimación, diagnóstico y pronóstico de volatilidad.

Aplicaciones en series con heterocedasticidad. Modelos SGARCH estacionales.

5-Otros Modelos

Procesos Gaussianos (Gaussian Processes, GP)

Modelización de la autocorrelación mediante funciones kernel. Utilización de diferentes kernels según características de la serie. Combinación de kernels. Análisis espacio-temporal (manteniendo el enfoque original).

VII - Plan de Trabajos Prácticos

En este entorno virtual, la asignatura se desarrollará mediante un enfoque teórico-práctico, donde los estudiantes aplicarán los conceptos presentados en clase utilizando conjuntos de datos reales y software de análisis estadístico en Python. Las clases sincrónicas combinarán la exposición de contenidos con la resolución guiada de ejercicios, complementándose con materiales, bases de datos y actividades disponibles en el aula virtual.

Al finalizar cada una de las unidades temáticas, los/las estudiantes deberán presentar un Trabajo Integrador, cuya entrega se realizará a través del aula virtual e incluirá los siguientes componentes obligatorios:

1. Script en Python, debidamente documentado y comentado, justificando los procedimientos utilizados, las decisiones metodológicas adoptadas y la interpretación de los resultados obtenidos.
2. Informe técnico reproducible, donde se describa el problema abordado, la metodología empleada, los resultados obtenidos y las conclusiones correspondientes.
3. Registro de utilización de herramientas de Inteligencia Artificial, en caso de haber sido utilizadas, incluyendo los prompts empleados y las respuestas generadas.

Los scripts deberán ser completamente reproducibles, correctamente documentados y toda función o metodología no desarrollada durante el cursado deberá encontrarse adecuadamente explicada. El uso de herramientas de Inteligencia Artificial deberá declararse explícitamente y tendrá carácter complementario, sin sustituir el trabajo analítico propio del estudiante.

Trabajo Final

El Trabajo Final consistirá en el análisis integral de una serie temporal asignada de manera individual o seleccionada con autorización del docente. El estudiante deberá seleccionar e implementar los modelos más apropiados (ARIMA, VAR, GARCH, Procesos Gaussianos u otros desarrollados durante el curso), justificar las decisiones metodológicas adoptadas e interpretar críticamente los resultados obtenidos

VIII - Regimen de Aprobación

La asignatura se aprobará exclusivamente mediante el régimen de promoción sin examen final, no contemplándose la condición de libre.

La calificación final será igual o superior a 7 (siete) puntos sobre diez, obtenida a partir de:

● Promedio de los Trabajos Integradores: 50 %.

● Trabajo Final Integrador: 50 %.

La entrega fuera de término de cualquiera de los Trabajos Integradores implicará que el Trabajo Integrador será considerado no aprobado.

Será requisito indispensable para aprobar la asignatura la entrega de todos los Trabajos Integradores y del Trabajo Final, junto con su correspondiente presentación.

IX - Bibliografía Básica

[1] Chatfield, C. (2013). The analysis of time series: an introduction. CRC press.

[2] Eubank, R. L. (2005). A Kalman filter primer. CRC Press.

- [3] Mills, T. C. (2019). Applied Time Series Analysis: A Practical Guide to Modeling and Forecasting. Academic Press.
- [4] Tesis: Bagas Abisena Swastanto. Gaussian process regression for long-term time series forecasting. Master's thesis, Delft University of Technology, 2016.

X - Bibliografía Complementaria

- [1] Sibert, J. R., Musyl, M. K., & Brill, R. W. (2003). Horizontal movements of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) near Hawaii determined by Kalman filter analysis of archival tagging data. *Fisheries Oceanography*, 12(3), 141-151.
- [2] Ennola, K., Sarvala, J., & Devai, G. (1998). Modelling zooplankton population dynamics with the extended Kalman filtering technique. *Ecological modelling*, 110(2), 135-149.
- [3] Peterman, R. M., Pyper, B. J., & MacGregor, B. W. (2003). Use of the Kalman filter to reconstruct historical trends in productivity of Bristol Bay sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60(7), 809-824.
- [4] Quaife, T., Lewis, P., De Kauwe, M., Williams, M., Law, B. E., Disney, M., & Bowyer, P. (2008). Assimilating canopy reflectance data into an ecosystem model with an Ensemble Kalman Filter. *Remote Sensing of Environment*, 112(4), 1347-1364.
- [5] Gray, S. T., Graumlich, L. J., Betancourt, J. L., & Pederson, G. T. (2004). A tree-ring based reconstruction of the Atlantic Multidecadal Oscillation since 1567 AD. *Geophysical Research Letters*, 31(12).
- [6] Alhamad, M. N., Stuth, J., & Vannucci, M. (2007). Biophysical modelling and NDVI time series to project near-term forage supply: spectral analysis aided by wavelet denoising and ARIMA modelling. *International Journal of Remote Sensing*, 28(11), 2513-2548.
- [7] Buckland, S. T., Newman, K. B., Fernández, C., Thomas, L., & Harwood, J. (2007). Embedding population dynamics models in inference. *Statistical Science*, 44-58.
- [8] Scott, T. W., Morrison, A. C., Lorenz, L. H., Clark, G. G., Strickman, D., Kittayapong, P., & Edman, J. D. (2000). Longitudinal studies of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand and Puerto Rico: population dynamics. *Journal of medical entomology*, 37(1), 77-88.

XI - Resumen de Objetivos

Análisis de series temporales (dominio del tiempo). Estructura de la serie, tendencia, período y ruido. Dependencia de valores pasados, autocorrelación y filtro de Kalman. Modelos AR, MA, ARMA (con estacionaridad, invertibilidad, estimación OLS/ML/Box-Jenkins, criterios FPE/AIC/BIC y test Box-Pierce). Modelos ARIMA (no estacionarios, estacionales, bondad de ajuste y predicción). Modelos VAR y GARCH. Añadiendo variables explicativas: DLM. Análisis de series irregulares y espacio-temporales con Procesos Gaussianos.

XII - Resumen del Programa

- 1-Conceptos introductorios
- 2-Modelos básicos
- 3-Modelo ARIMA
- 4-Modelo ARIMA Completo
- 5-Otros Modelos

XIII - Imprevistos

Ante cualquier imprevisto la comunicación se realizará en el aula generada para el desarrollo del curso

XIV - Otros

El desarrollo del curso y la comunicación entre estudiantes y docente se llevará a cabo a través del aula virtual generada a tal fin.

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA	
	Profesor Responsable
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	