



Línea de Trabajo fin de Máster 2025-2026

Máster Universitario en Estadística Aplicada.	
Título	Ampliación de Análisis de Datos Funcionales
Tipo	INVESTIGACIÓN ☒ ORIENTACIÓN PRÁCTICA ☐
Número de alumnos admitidos	1
Profesor(es)/ email	Christian J. Acal González / chracal@ugr.es
Descripción	Una de las líneas de investigación en el campo de la estadística que ha logrado mayor auge en la última década es el análisis de datos funcionales (FDA), como una combinación de los métodos propios de la teoría de procesos estocásticos en tiempo continuo y el análisis funcional a la modelización de una muestra de datos reales formada por un conjunto de curvas o funciones. Los primeros trabajos en FDA estuvieron dedicados a la generalización del análisis en componentes Principales al caso funcional. Posteriormente, las investigaciones en FDA se han centrado fundamentalmente en la extensión de los métodos del análisis multivariante al caso funcional y en la formulación y estimación de modelos de regresión funcional (ver Ramsay and Silverman (2005, 2002) para un estudio detallado). Por otro lado, en la actualidad los métodos de FDA se aplican con éxito para resolver problemas en áreas de aplicación muy diversas como la economía, ciencias de la salud, quimiometría, ingeniería, mediambiente, etc. El objetivo del TFM será el estudio pormenorizado de los aspectos teóricos relacionados con un tipo concreto de modelos de FDA y/o su implementación computacional con el software libre R y aplicación con datos reales o simulados.
Objetivos particulares	• Revisión bibliográfica sobre una metodología concreta de FDA. • Desarrollo teórico relacionado con la formulación, interpretación, estimación muestral e inferencia del modelo estudiado. • Implementación de algoritmos computacionales con el software libre R. • Aplicación de la metodología de FDA estudiada a datos simulados y/o reales.
Prerrequisitos y recomendaciones	Aparte de conocimientos a nivel medio de Matemáticas y Estadística, se requieren conocimientos previos sobre aproximación de funciones, análisis de regresión y análisis de datos multivariantes, así como el manejo básico del entorno de programación R para el análisis de datos. En relación al máster, es obligatorio cursar las asignaturas Análisis de Datos Funcionales. Además, se aconseja al alumno cursar las asignaturas Técnicas Estadísticas Multivariantes y Aplicaciones así como Análisis de Datos Funcionales.
Plan de trabajo	Dentro de esta línea se pueden realizar distintos trabajos con enfoques relacionados dependiendo del problema a resolver y del modelo de FDA discreta considerado. En cualquier caso el trabajo comenzaría por una revisión bibliográfica de las publicaciones relacionadas con el tema objeto del mismo. Dependiendo del objetivo perseguido se podrán realizar dos tipos de trabajos

	- Aplicación de una metodología de FDA para el análisis estadístico de un conjunto de datos reales o simulados mediante el uso del software libre R, interpretación de resultados y extracción de conclusiones. - Estudio detallado de los aspectos teóricos relacionados con el modelo de FDA considerado y solución de problemas asociados de estimación, inferencia y computación.
Competencias generales y específicas	COMPETENCIAS GENERALES CG1 - Los titulados han de saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. CG3 - Los titulados han de saber comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades CG4 - Los titulados deben poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. CG5 - Los titulados han de demostrar una comprensión sistemática del campo de estudio y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo. CG6 - Los titulados deben demostrar la capacidad de concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica. CG8 - Los titulados deben ser críticos en el análisis, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas. CG9 - Los titulados deben saber comunicarse con sus colegas, con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de sus áreas de conocimiento. CG10 - Los titulados han de ser capaces de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance tecnológico, social o cultural dentro de una sociedad basada en el conocimiento. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1 - Conocer métodos para el Análisis de Datos. CE3 - Adquirir conocimientos avanzados en Probabilidad y Procesos Estocásticos. CE4 - Profundizar en las técnicas de Modelización Estocástica. CE6 - Aprender y entender técnicas de Estadística Multivariante. CE15 - Ser capaz de identificar la información relevante para resolver un problema. CE16 - Utilizar correcta y racionalmente programas de ordenador de tipo estadístico. CE17 - Adquirir capacidades de elaboración y construcción de modelos y su validación. CE18 - Ser capaz de realizar un análisis de datos. CE21 - Conocer, identificar y seleccionar fuentes estadísticas. CE22 - Ser capaz de interpretar resultados a partir de modelos estadísticos. CE24 - Ser capaz de extraer conclusiones y redactar informes. CE25 - Ser capaz de identificar relaciones o asociaciones. CE26 - Saber utilizar con destreza entornos de programación y análisis estadístico.



	CE28 - Ser capaz de desarrollar un pensamiento y razonamiento cuantitativo. CE29 - Potenciar la habilidad para poder sustraer o deducir lo esencial de un concepto o situación determinada con objeto de extraer la información importante y generalizar el aprendizaje a situaciones nuevas.
Bibliografía	Acal, C. and Aguilera, A. M. (2023), Basis expansion approaches for functional analysis of variance with repeated measures. <i>Advances in Data Analysis and Classification</i> 186, 291–321. Acal, C., Aguilera, A. M., Sarra, A., Evangelista, A., Di-Battista, T. & Palermi, S. (2022). Functional anova approaches for detecting changes in air pollution during the covid-19 pandemic. <i>Stochastic Environmental Research and Risk Assessment</i> pp. 1083–1101. Aguilera, A.M., Aguilera-Morillo, M.C. and Preda, C. (2016): Penalized versions of functional PLS regression. <i>Chemometrics and intelligent laboratory systems</i>, 154, 80-92. Aguilera-Morillo, M.C., Aguilera, A.M., Escabias, M., Valderrama, M.J. (2013). Penalized spline approaches for functional logit regression. <i>Test</i>, 22(2), 251-277. Aguilera, A.M., Aguilera-Morillo, M.C. (2013). Comparative study of different Bsplines approaches for functional data. <i>Mathematical and Computer Modelling</i>, 58, 1568-1579. Aguilera, A.M., Aguilera-Morillo, M.C. (2013). Penalized PCA approaches for Bspline expansions of smooth functional data. <i>Applied Mathematics and Computation</i>, 219, 7805-7819. Aguilera, A.M., Escabias, M., Preda, C. and Saporta, G. (2010): Estimating PLS regression with functional data by using basis expansion methods. <i>Chemometrics and intelligent laboratory systems</i>, 104(2), 289-305. Aguilera A.M., Escabias M., Valderrama M.J. (2008). Forecasting binary longitudinal data by a functional PC-ARIMA model. <i>Comp. Stat. Data Anal.</i> 52(6), 3187-3197. Crawley, M.J. (2007). The R book. Wiley. Escabias, M., Aguilera, A. M. & Acal, C. (2022), 'logitfd: an r package for functional principal component logit regression', <i>R journal</i> 14(3), 231–248. Escabias, M., Aguilera, A.M., Valderrama, M.J. (2004). Principal component estimation of functional logistic regression: discussion of two different approaches. <i>Journal of Nonparametric Statistics</i>, 16 (3-4), 365-38. Escabias, M., Valderrama, M.J., Aguilera, A.M., Santofimia, M.E. and Aguilera-Morillo, M.C. (2013). Stepwise selection of functional covariates in forecasting peak levels of olive pollen. <i>Stochastic Environmental Research and Risk Assessment</i>, 27(2), 367-376. Escabias, M., Aguilera, A.M. and Aguilera-Morillo, M.J. (2014): Functional PCA and baseline logit models. <i>Journal of classification</i>, 31, 296-324. Ferraty, F. And Vieu, P. (2006): Nonparametric Functional Data Analysis. Theory and Practice. Springer-Verlag. Horváth, L., Kokoszka, P. (2012). Inference for functional data with applications. Springer. Ocaña-Lara F., Aguilera A.M., Escabias M. (2007). Computational considerations on functional principal component analysis. <i>Comp. Stat.</i>, 22(3), 449-465. Ramsay J.O., Silverman B.W. (2005). <i>Functional Data Analysis</i>. Springer. Ramsay J.O., Silverman B.W. (2002). <i>Applied Functional Data Analysis</i>. Springer. Ramsay J.O., Hooker, G. and Graves, S. (2009). <i>Functional data analysis with R and MATLAB</i>. Springer-Verlag. Shi, J.Q. and Choi, T. (2011): Gaussian process regression analysis for functional data. CRC Press. Valderrama M.J., Aguilera A.M. and Ocaña-Lara F.A. (2000). <i>Predicción Dinámica mediante Análisis de Datos Funcionales. Introducción a los Modelos PCP</i>. La Muralla, Madrid. Zhang, J-T. (2014): Analysis of Variance for functional data. CRC Press.