



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Departamento de Estadística
e Investigación Operativas Aplicadas
y Calidad

TESIS DOCTORAL

Predicción a corto plazo de la demanda horaria de
energía eléctrica en España mediante modelos
optimizados de Holt-Winters múltiple-estacionales

Programa de Doctorado en Estadística y Optimización



Presentada por:

Oscar Trull Domínguez

Dirigida por:

Juan Carlos García Díaz

Valencia, septiembre de 2019.

RESUMEN

La desregulación del sector de la electricidad producido por la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico provocó un cambio radical en el sistema de gestión de la electricidad, tanto para los productores y distribuidores, como para los propios consumidores. España lideraba un cambio en la política energética buscando una liberalización del mercado en aplicación de la Directiva 96/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. En este cambio, el Estado abandona la noción de servicio público para el sistema eléctrico y pasa a gestionarse mediante un mercado mayorista operado por sociedades mercantiles. Este cambio se traduce en que la gestión del sistema se realiza mediante un sistema de mercados de oferta y de demanda, y que el Estado únicamente establecerá la regulación pertinente.

Dentro del mismo cambio, se organiza el sistema de modo que aparece el transportista único del sistema, Red Eléctrica de España. Originalmente, este ente debe asegurar el suministro y realizar la planificación de la operativa del sistema, pero con la Ley 17/2007 de la adaptación del sector eléctrico se convierte en el transportista único del sistema. La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico además le atribuye aún mayor responsabilidad, siendo el único operador del transporte y del sistema, adquiriendo la necesidad de realizar previsiones de demanda eléctrica que serán utilizadas en el mercado eléctrico, y, además, de precios de la energía. Estas previsiones se realizan habitualmente mediante la utilización de técnicas de series temporales, utilizando modelos de regresión, ARIMA, redes neuronales o de suavizado exponencial.

Debido a que la energía eléctrica no es fácilmente acumulable, la producción debe estar ajustada a la demanda. Cualquier desfase entre ambas provoca costes enormes que las empresas del sector eléctrico necesitan evitar. Para ello, demandan predicciones del consumo lo más acertadas y fiables posibles.

Esta tesis se centra en el estudio de los modelos de Holt-Winters para ser utilizados en la previsión de demanda eléctrica en España. Estos modelos han demostrado ser sencillos de trabajar y robustos frente a variaciones no controladas y han sido adaptados para trabajar con múltiples

estacionalidades. Con ello se han desarrollado nuevos modelos que han permitido mejorar las previsiones.

En primer lugar, se estudia la demanda eléctrica en España, como eje fundamental para el desarrollo de la tesis. Se observa cómo la serie dispone de una características muy relevantes: una frecuencia de 24 horas, con una media y varianza que no son constantes. Se observa la presencia de varias estacionalidades que se integran en el modelo, así como una enorme influencia de los días festivos y fines de semana. Por último, se detecta una alta volatilidad. Este análisis permite conocer el comportamiento de la serie e introducir los modelos múltiple-estacionales.

En segundo lugar, se presentan y analizan los modelos de Holt-Winters múltiple-estacionales, como eje vertebrador de la tesis. Estos modelos son los desarrollados en la tesis para conseguir sus objetivos: se presentan los modelos, se analizan los valores iniciales y la optimización de los parámetros, y finalmente se analizan los parámetros.

Finalmente se introducen nuevos elementos en los modelos que permiten mejorar las previsiones realizadas por los mismos. En este aspecto, se incluye la introducción de estacionalidades discretas que permiten modelizar los días festivos; se introducen indicadores turísticos que mejora la previsión en las zonas cuyo producto interior bruto depende altamente del turismo; finalmente, se introduce un modelo híbrido en el que las condiciones climáticas son consideradas y que aumenta la precisión de las previsiones.

Por último, esta tesis viene acompañada de un desarrollo de software específico para la explotación del modelo, desarrollado como Toolbox de MATLAB®.

En definitiva, se desarrollan e implantan nuevos modelos de Holt-Winters que proporcionan previsiones a corto plazo más acertadas, que permiten a los entes formantes del sistema eléctrico una mejor planificación y gestión del sistema eléctrico.