

COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA EN SECTORES NO RESIDENCIALES: PRONÓSTICO PARA EL SECTOR COLOMBIANO DE EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS

Maritza Jiménez, MSc, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana, mjimenez@unal.edu.co

Laura Lotero, PhD, Universidad Pontificia Bolivariana, laura.lotero@upb.edu.co

Adriana Arango, PhD (c), Universidad Pontificia Bolivariana, adriana.arangol@upb.edu.co

Maria Daniela Mariño, Estudiante Ingeniería Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana, maria.marino@upb.edu.co

Introducción

La identificación y pronóstico de los patrones de consumo de energía eléctrica es un tópico de gran relevancia para los gobiernos (y entes reguladores), para las empresas proveedoras de servicios de energía, y para los consumidores. Desde la perspectiva gubernamental, es importante conocer el comportamiento de la demanda de electricidad, debido a que ante un escenario de transformación tecnológica hacia la generación con fuentes renovables se requiere prever las relaciones de oferta y demanda, para así definir políticas que favorezcan la estabilidad del mercado. Adicionalmente, los gobernadores se interesan en las proyecciones de energía ya que se ha mostrado que el consumo de energía va ligado al desarrollo económico y social de algunos países (Barreto & Campo, 2012).

Por su parte, a las empresas les interesa contar con modelos de pronóstico para los sistemas de toma de decisiones, teniendo en cuenta la demanda y oferta del sector económico al que pertenecen. Y finalmente, a los usuarios, que pueden ser también prosumidores en el nuevo contexto tecnológico (es decir consumidores y también productores), les interesa proyectar su consumo con fines de planificación y para generar estrategias que les permitan mejorar sus flujos de efectivo (Engelken, Römer, Drescher, Welp, & Picot, 2016; Kubli, Looock, & Wüstenhagen, 2018).

Dentro de los sectores de demanda, los sectores de consumo no residencial (que incluyen industrial, comercial y otros), se caracterizan por ser los de mayor participación en la demanda nacional de energía eléctrica en múltiples países (EEA, 2017; IEA, 2017). En el caso colombiano, en particular, los sectores diferentes al residencial representan el 60% del total de la demanda (SUI, 2014); en especial, el sector de explotación de minas y canteras, además de ser un sector estratégico en cuanto a políticas para favorecer la descarbonización de los mercados, es el responsable de más del 21% de la demanda de los sectores no residenciales en Colombia (Cálculos de los autores usando información de XM (2018)).

Por tanto, este trabajo se concentra en el análisis de la demanda de energía eléctrica de sectores no residenciales en Colombia, con énfasis en el sector de explotación minas y canteras, a través de la modelización matemática con fines de estimación y pronóstico, de forma tal que contribuya como insumo para la toma de decisiones estratégicas para el sector eléctrico en Colombia.

Metodología

Investigaciones previas enfocadas en el pronóstico de demanda en los mercados de energía han utilizado modelos que incluyen redes neuronales, series temporales e inteligencia artificial (Franco, Velásquez, & Olaya, 2008; Rueda, Velásquez, & Franco, 2011; Velásquez, Franco, & Camacho, 2014; Velásquez, Franco, & García, 2009; Velásquez, Zambrano, & Franco, 2014; Azadeh, Ghaderi, & Sohrabkhani, 2008); cuyos objetivos más destacables incluyen la formulación de modelos matemáticos – estadísticos que describan el comportamiento de una serie de datos y permitan realizar pronósticos con un bajo nivel de error (Deb, Zhang, Yang, Lee, & Shah, 2017).

Este estudio se concentra en la formulación y selección de modelos de pronóstico utilizando la metodología de series temporales, para el caso de la demanda de energía eléctrica del sector económico de explotación de minas y canteras en Colombia; utilizando como criterio de selección el mínimo error de pronóstico.

Resultados esperados

Los principales hallazgos de este trabajo incluyen la identificación de diferentes modelos de pronóstico para la estimación de la demanda de energía eléctrica en el sector de explotación de minas y canteras para el caso colombiano. Los modelos identificados incluyen un modelo aditivo con los componentes de tendencia, estacionalidad y error ($Y_t = T_t + S_t + E_t$), un modelo tipo SARIMA (p,d,q)(P,D,S)[s], y el modelo no paramétrico de HoltWinters.

Estos modelos son comparados de acuerdo a su capacidad de replicar el comportamiento pasado de los datos, incluyendo criterios de bondad de ajuste (incluyendo AIC y BIC), y el mejor modelo se selecciona considerando su

capacidad de pronosticar, es decir el que presente menor error de pronóstico (MAPE) al compararlo con un conjunto de prueba bajo la estrategia de validación cruzada.

Conclusiones

Los modelos de pronóstico son herramientas útiles en la planeación desde la perspectiva de gobierno, empresa y consumidor. En este trabajo se analizan modelos de pronóstico para la demanda del sector de explotación de minas y canteras en el mercado eléctrico colombiano. Se encontró que es posible pronosticar la demanda con un nivel tolerable de error utilizando modelos de componentes (tendencia, estacionalidad y error), modelos SARIMA y el modelo no paramétrico HoltWinters.

Los hallazgos pueden ser útiles para la definición de estrategias de política pública desde la perspectiva gubernamental, para la toma de decisiones de los proveedores de servicios de energía eléctrica, y para la planeación financiera de los prosumidores del mercado eléctrico colombiano.

Referencias

- Barreto, C., & Campo, J. (2012). Relación a largo plazo entre consumo de energía y PIB en América Latina: Una evaluación empírica con datos panel using panel data. *Ecos de Economía*, (35), 73–89.
- Azadeh, A., Ghaderi, S. F., & Sohrabkhani, S. (2008). A simulated-based neural network algorithm for forecasting electrical energy consumption in Iran. *Energy Policy*, 36(7), 2637–2644. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.02.035>
- Deb, C., Zhang, F., Yang, J., Lee, S. E., & Shah, K. W. (2017). A review on time series forecasting techniques for building energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74(February), 902–924. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.085>
- EEA. (2017). Final energy consumption of electricity by sector. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/final-energy-consumption-by-sector-9/assessment-1>
- Engelken, M., Römer, B., Drescher, M., Welp, I. M., & Picot, A. (2016). Comparing drivers, barriers, and opportunities of business models for renewable energies: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 795–809. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.163>
- Franco, C. J., Velásquez, J. D., & Olaya, I. (2008). Caracterización de la demanda mensual de electricidad en Colombia usando un modelo de componentes no observables. *Cuadernos de Administración*, 21(36), 221–235. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/cadm/v21n36/v21n36a10.pdf>
- IEA. (2017). Electricity information overview. IEA Statistics. Retrieved from <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ElectricityInformation2017Overview.pdf>
- Kubli, M., Loock, M., & Wüstenhagen, R. (2018). The flexible prosumer: Measuring the willingness to co-create distributed flexibility. *Energy Policy*, 114(August 2017), 540–548. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.044>
- Rueda, V. M., Velásquez, J. D., & Franco, C. J. (2011). Avances recientes en la predicción de la demanda de electricidad usando modelos no lineales. *Dyna*, 167, 36–43. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v78n167/a04v78n167.pdf>
- SUI. (2014). Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI). Retrieved from http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ele_com_096
- UPME. (2017). Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima en Colombia - Revisión Julio de 2017. Retrieved from http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda/UPME_Proyeccion_Demanda_Energia_Febrero_2017.pdf
- Velásquez, J. D., Franco, C. J., & Camacho, P. A. (2014). Nonlinear time series forecasting using MARS. *DYNA*, 81(184), 11–19. <http://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.39699>
- Velásquez, J. D., Franco, C. J., & García, H. A. (2009). Un modelo no lineal para la predicción de la demanda mensual de electricidad en Colombia. *Estudios Gerenciales*, 25(112), 37–54. [http://doi.org/10.1016/S0123-5923\(09\)70079-8](http://doi.org/10.1016/S0123-5923(09)70079-8)
- Velasquez, J. D., Zambrano, C. O., & Franco, C. J. (2014). Forecast combining using a generalized single multiplicative neuron. *IEEE Latin America Transactions*, 12(4), 713–717. <http://doi.org/10.1109/TLA.2014.6868874>
- XM. (2018). Información Inteligente. Retrieved from <http://informacioninteligente10.xm.com.co/demanda/paginas/default.aspx>