

# PREDICIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ANTIOQUIA

**Estudiante: Anderson Sebastián Torres Sánchez**  
(<https://github.com/Astorress/especializacion-analitica-monografia>),  
**Asesor: Walter Mauricio Villa Acevedo.**

*Especialización en Analítica y Ciencia de Datos*  
*Departamento de Ingeniería de Sistemas*  
*Universidad de Antioquia, Colombia*

**Resumen** – En este documento se presenta la definición de la demanda de energía eléctrica y el porqué de la importación de realizar una predicción de este mismo, a su vez se realiza una breve explicación de las bases de datos a utilizar y, de las métricas y criterios de desempeño a los que serán puestos a prueba para validar el correcto funcionamiento del modelo.

**Índice de Términos** – API, demanda, energía, MAE, MAAPE, métricas, predicción.

## I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El sector eléctrico a nivel mundial ha sido históricamente uno de los impulsores del desarrollo económico de un país, donde la demanda de energía eléctrica está fuertemente relacionada con el producto interno bruto (PIB) y con la calidad de vida de las personas. Tal como se explica y muestra en [1], los países con un mayor índice de desarrollo humano (IDH) y un mayor PIB son los países que presentan un mayor consumo de energía eléctrica per-capital. Esto se debe a que en países más desarrollados los sectores primarios, secundarios y terciarios, dependen fuertemente de la energía eléctrica para la elaboración y ejecución de todos sus procesos productivos, además al tener una gran cantidad de empresas en estos sectores, la demanda de energía eléctrica en el país aumenta. Para poder suplir esta demanda de energía eléctrica, es necesario la utilización de diversas fuentes de energía como lo son el agua, el gas, el carbón, el sol, el viento, etc. Esta energía producida es utilizada, como ya se mencionó en grandes consumidos, como los que se encuentran en los sectores primarios, secundario o terciario, y por supuesto, consumidores pequeños como lo son nuestros hogares.

La demanda de energía eléctrica es de vital importancia para la planeación energética de un país, a partir de está se pueden realizar estimaciones de cuanto se puede expandir el sistema eléctrico [2], debido a que, si la demanda aumenta, se deben realizar proyectos de construcción de centrales generadores y/o realizar aumentos de la capacidad instalada en las redes de transmisión y distribución si dicha planeación no realiza de forma adecuada de puede llegar a un racionamiento de energía. Por otro, la demanda de energía eléctrica también define cual es la oferta con la cual los generadores y XM realizan la subasta de energía o también llamado precio de bolsa. Debido a estas y muchas más

razones, la estimación de la demanda de energía eléctrica de una de las variables más importantes para garantizar la confiabilidad del sistema eléctrico [3].

Realizar correctas estimaciones de la demanda de energía eléctrica, es útil para medir como ya se mencionó, varios aspectos a nivel energético y económico de un país, debido a esto, se pretender realizar un modelo de predicción de la demanda de energía eléctrica, que se enfocará en el departamento de Antioquia, que según cifras del DANE [4], es el segundo departamento más poblado de Colombia con el 13.5% de la población total del país, además representa el 5.44% del territorio nacional, ubicándolo en sexto lugar [5], por otro lado, Antioquia, también es el segundo departamento con mayor PIB [6]. Haciendo así que este departamento sea uno de los mayores consumidores de energía del país.

Este modelo tiene como objetivo predecir la demanda de forma horaria hasta un máximo de una semana, para ellos se debe tener en cuenta 5 tipos de modelos, dependiendo del tipo de día, tal como se muestran en [7], se realizarán modelos de predicción para los días en semanas normales, semanas con lunes festivos, semanas dentro de periodos de vacaciones, semana santa y semanas con festivos diferentes a los lunes. Al tener estos 5 modelos diferente para cada tipo de semana, se puede realizar predicciones mucho más precisar dependiendo del contexto de la semana que se tenga.

## II. DESCRIPCIÓN DEL DATASET

Para lograr la predicción de la demanda se utilizará los datos expuestos en la API de XM. En esta API, se encuentran los datos de múltiples variables del mercado de energía eléctrico, tales como, precio de bolsa, volumen de los embalses, demanda de energía, oferta de energía, venta en contratos de energía, precio de escasez, importaciones de energía, listados de agentes, listado de recursos, listado de embalses, etc. teniendo en total más 140 variables del mercado.

Dependiendo de la variable que se tome, los datos pueden tener una granularidad temporal por hora, día o mes y también dependiendo de la variable que se tome, los datos pueden ser generales del sistema o dados por agente, embalse o recurso, debido a esto se pueden generar relaciones entre variables, ya que, al tener datos específicos por recursos, agente, etc, se tiene un id con el cual se puede realizar modelos relaciones entre las variables, teniendo así una gran base de datos

relacional.

Para tener acceso a esta API, solo se debe seguir los pasos descritos en el siguiente repositorio de GitHub:

[https://github.com/EquipoAnaliticaXM/API\\_XM](https://github.com/EquipoAnaliticaXM/API_XM)

Además, XM, supo a disposición una página web donde hay dashboard de Power BI con visualizaciones de estas variables y más información enfocada a no programadores sobre el API, llamada sinergox:

<https://sinergox.xm.com.co/Paginas/Home.aspx>

### III. MÉTRICAS DE DESEMPEÑO

Para las métricas de desempeño se pretende utilizar 3 el MAE (mean absolute error), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), el RMSE (root mean square error), esto debido a que como se menciona en la Tabla 1.1 de [5], estas son las métricas más usadas comúnmente para medir el desempeño de este tipo de modelos de series de tiempo en sistemas energéticos.

### IV. CRITERIO DE DESEMPEÑO Y METRICA DE NEGICIO

Como criterio de desempeño se fija un valor de  $\pm 5$  en el error de la estimación, es decir, si el modelo predice un valor de 100kWh el valor real de la demanda será de 95kWh a 105kWh. Este criterio se basó en recomendaciones del profesor Walter Villa.

### V. METRICAS DE NEGOCIO

Al realizar este modelo y desplegarlo en producción se espera que las predicciones de la demanda de energía eléctrica cada hora en un periodo de una semana mejoren de forma tal que se puede usar dichas predicciones para generar a su vez predicciones del precio de bolsa, estimaciones de la expansión del sistema eléctrico, haciendo que se puedan realizar mejoras en las predicciones de la expansión del sistema a corto plazo y mejorando en el despacho de energía eléctrica, reduciendo la posibilidad de un realizar un despacho por debajo de los real sin generar sobre costos en la operación del sistema en el departamento.

### VI. REFERENCIA

[1] F. Romerio, “*La Energía como fuente de crecimiento y desarrollo en la perspectiva del fin de la era de los combustibles fósiles*”, 2006, pág. 34.

[2] J. W. Grimaldo Guerrero, “*Modelo de Predicción de la Demanda Energía Eléctrica en Colombia por Regresiones Múltiples*”, 2012, pág. 12.

[3] J. A. Pérez Arenas, “*PRONÓSTICO DE DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE COLOMBIA UTILIZANDO UN MODELO ESTADÍSTICO A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE BOX - JENKINS*”, 2020, pág. 12.

[4] DANE, “*RESULTADOS CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2018*”, 2018, pág. 52.

[5] TodaColombia, “*Departamento de Antioquia*”, 2019.  
<https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/antioquia/index.html>

[6] DANE, “*PIB por departamento*”, 2023.  
<http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN PRONOSTICO DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA: UNA APLICACION EN OPTIMIZACION DE RECURSOS ENERGETICOS

[7] H. O. Sarmiento Maldonado, W. M. Villa Acevedo. Pérez Arenas, “*INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN PRONOSTICO DE DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA: UNA APLICACIÓN EN OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS ENERGETICOS*”, 2008, pág. 97.