



Propuesta de aplicación de un modelo de pronóstico en la demanda energética para evaluar el impacto operativo de una empresa en la ciudad de Santiago de Cali

Hugo Castrillon Uribe, Maria Alejandra Jaramillo Medina y Orley de Jesús Pineda Bedoya

Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Rectoría Virtual  
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos  
Marzo, 2025

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE UN MODELO DE PRONÓSTICO EN LA DEMANDA ENERGÉTICA

Propuesta de aplicación de un modelo de pronóstico en la demanda energética para evaluar el impacto operativo de una empresa en la ciudad de Santiago de Cali

Hugo Castrillon Uribe, Maria Alejandra Jaramillo Medina y Orley de Jesús Pineda Bedoya

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor(a)

Sergio Andrés Zabala Vargas  
Doctor en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Rectoría Virtual  
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos  
Marzo, 2025

## Contenido

Lista de tablas.....	5
Lista de figuras.....	7
Lista de anexos.....	8
Resumen .....	9
Abstract.....	11
Introducción .....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
1.1 Descripción del problema .....	15
1.1.1 Antecedentes de la problemática .....	17
1.1.2 Punto de inflexión de la problemática .....	19
1.2 La pregunta de investigación .....	21
1.3 Los objetivos de investigación .....	21
1.3.1 Objetivo general.....	21
1.3.2 Objetivos específicos .....	21
1.4 Justificación de la investigación.....	22
2. MARCO DE REFERENCIA.....	25
2.1 Marco de Antecedentes.....	25
2.2 Marco Teórico.....	30
2.2.1 Contextualización de la gestión de proyectos .....	30
2.2.2 Cómo funciona el sector energético y su importancia en la economía .....	33
2.2.3 Gestión y previsión de la demanda en el sector energético .....	35
2.2.4 Tipos de modelos de pronósticos de demanda .....	38
2.2.5 Importancia de la planificación y gestión operativa en las organizaciones .....	43
2.3 Marco normativo.....	45
3. METODOLOGÍA .....	50
3.1 Enfoque y alcance de la investigación .....	52
3.2 Población y muestra .....	53
3.2.1 Definición de la población .....	53
3.2.2 Cálculo y selección de la muestra.....	54
3.3 Instrumentos.....	56
3.3.1 Instrumento para evaluar la operatividad .....	56

3.3.2	Instrumento para evaluar los consumos energéticos .....	59
3.4	Descripción de procedimientos.....	60
3.4.1	Levantamiento de información para el instrumento – Encuesta Online .....	60
3.4.2	Levantamiento de información para el instrumento – Solicitud de revisión registros existentes.....	61
3.5	Análisis de información.....	63
3.5.1	Análisis de información sobre la operatividad de las áreas en la organización .....	63
3.5.2	Análisis de información sobre los consumos energéticos .....	64
3.6	Consideraciones éticas.....	65
3.6.1	Análisis de consideraciones éticas.....	66
3.6.2	Instrumentos de aceptación y autorización .....	66
4.	HIPÓTESIS.....	67
4.1	Las variables .....	68
4.1.1	Variables independientes.....	68
4.1.2	Variables dependientes .....	68
4.2	Planteamiento de hipótesis.....	69
5.	RESULTADOS.....	70
5.1	Presentación de resultados .....	70
5.1.1	Resultados objetivo 1 .....	70
5.1.2	Resultados objetivo 2 .....	99
5.1.3	Resultados objetivo 3 .....	101
5.1.4	Resultados objetivo 4 .....	126
5.1.5	Resultados objetivo 5 .....	130
5.2	Propuesta al sector.....	130
5.3	Discusión.....	132
6.	CONCLUSIONES .....	134
7.	REFERENCIAS .....	137
8.	ANEXOS.....	158

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Consumos totales en GWh por mercado de energía regulada y no regulada en el periodo 2020-2023.....	18
<b>Tabla 2.</b> Comparativa de consumos mes a mes en GWh por mercado de energía regulada y no regulada entre el año 2022 y 2023.....	20
<b>Tabla 3.</b> Normatividad en el sector energético.....	49
<b>Tabla 4.</b> Método cuantitativo: Identificación de preguntas para cada una de las áreas de la organización. ....	59
<b>Tabla 5.</b> Respuestas a los interrogantes planteados para el área de Gestión de la Medida .....	72
<b>Tabla 6.</b> Respuestas a los interrogantes planteados para el área de Peajes .....	73
<b>Tabla 7.</b> Respuestas a los interrogantes planteados para el área de Facturación .....	75
<b>Tabla 8.</b> Respuestas a los interrogantes planteados para el área de Servicio al Cliente.....	76
<b>Tabla 9.</b> Respuestas a los interrogantes planteados para el área de Ventas.....	77
<b>Tabla 10.</b> Criterios de categorización y codificación .....	79
<b>Tabla 11.</b> Tabulación categoría de respuestas recolectadas en la encuesta online .....	83
<b>Tabla 12.</b> Frecuencia del nivel de preparación actual .....	84
<b>Tabla 13.</b> Frecuencia del tiempo de respuesta actual .....	84
<b>Tabla 14.</b> Frecuencia de estrategias aplicadas actualmente.....	85
<b>Tabla 15.</b> Frecuencia de recursos utilizados actualmente.....	85
<b>Tabla 16.</b> Frecuencia de impacto en la operación actual .....	86
<b>Tabla 17.</b> Frecuencia de automatización de procesos actuales .....	86
<b>Tabla 18.</b> Frecuencia de capacitación y desarrollo actual.....	87
<b>Tabla 19.</b> Frecuencia de optimización de recursos/Procesos actuales .....	87
<b>Tabla 20.</b> Frecuencia de tiempo de implementación de las estrategias aplicadas .....	88
<b>Tabla 21.</b> Frecuencia de tipo de estrategia de aprendizaje aplicada.....	88
<b>Tabla 22.</b> Frecuencia del área en que se requiere capacitación .....	89
<b>Tabla 23.</b> Frecuencia de tipo de proceso involucrado.....	89
<b>Tabla 24.</b> Frecuencia de evaluación del proceso .....	90
<b>Tabla 25.</b> Información cruda del mercado regulado y no regulado de energía.....	91
<b>Tabla 26.</b> Información estandarizada del mercado regulado y no regulado de energía.....	92
<b>Tabla 27.</b> Información comparativa de crecimiento y caída del mercado regulado y no regulado de energía en el periodo del 2020 al 2024. ....	92
<b>Tabla 28.</b> Estadística descriptiva de energía regulada y no regulada. ....	94
<b>Tabla 29.</b> Diferentes tipos de coeficiente de correlación para la energía regulada y no regulada. ....	94
<b>Tabla 30.</b> Información cruda de energía activa por cada operador de red según su fecha de ingreso.....	96
<b>Tabla 31.</b> Información estandarizada de energía activa por cada operador de red según su fecha de ingreso. ....	97
<b>Tabla 32.</b> Consumos energéticos por cada Operador de Red .....	98
<b>Tabla 33.</b> Tamaño de la muestra para el modelamiento. ....	102
<b>Tabla 34.</b> Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Simple con n=2. ....	105

<b>Tabla 35.</b> Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Simple con $n=3$ . .....	106
<b>Tabla 36.</b> Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Simple con $n=4$ . .....	108
<b>Tabla 37.</b> Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Simple con $n=5$ . .....	110
<b>Tabla 38.</b> Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Doble con $n=2$ . .....	113
<b>Tabla 39.</b> Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Doble con $n=3$ . .....	114
<b>Tabla 40.</b> Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Doble con $n=4$ . .....	116
<b>Tabla 41.</b> Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Doble con $n=5$ . .....	118
<b>Tabla 42.</b> Resultados obtenidos del modelamiento de Suavización Exponencial Simple. ....	121
<b>Tabla 43.</b> Resultados obtenidos del modelamiento de Suavización Exponencial Doble. ....	123
<b>Tabla 44.</b> Resultados obtenidos del modelamiento de Holt. ....	125
<b>Tabla 45.</b> Comparación de pronósticos del Promedio Móvil Simple mediante parámetros de error. ....	127
<b>Tabla 46.</b> Comparación de pronósticos del Promedio Móvil Doble mediante parámetros de error. ....	128
<b>Tabla 47.</b> Comparación de pronósticos del Promedio Móvil Simple, Promedio móvil Doble, Suavización Exponencial Simple, Suavización Exponencial Doble y Holt mediante parámetros de error. ....	129
<b>Tabla 48.</b> Matriz DOFA para establecer las propuestas al sector y a las organizaciones energéticas .....	132

## Lista de figuras

<b>Ilustración 1.</b> Consumos totales en GWh por mercado de energía regulada y no regulada predominando el periodo 2020-2022.....	18
<b>Ilustración 2.</b> Consumos totales en GWh por mercado de energía regulada y no regulada predominando el año 2023.....	19
<b>Ilustración 3.</b> Comparativa de consumos mes a mes en GWh por mercado de energía regulada y no regulada entre el año 2022 y 2023. ....	20
<b>Ilustración 4.</b> Grupos de procesos según el PMI. ....	31
<b>Ilustración 5.</b> Cadena de suministro de la electricidad. ....	35
<b>Ilustración 6.</b> Diferentes ejemplos de proyecciones por regresión. ....	40
<b>Ilustración 7.</b> La empresa como sistema. ....	44
<b>Ilustración 8.</b> Fases de la metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining. ....	50
<b>Ilustración 9.</b> Consentimiento informado aplicado a la encuesta online .....	67
<b>Ilustración 10.</b> Gráfica con información comparativa de crecimiento y caída del mercado regulado y no regulado de energía en el periodo del 2020 al 2024. ....	93
<b>Ilustración 11.</b> Diagrama de correlación entre la energía regulada y no regulada.....	95
<b>Ilustración 12.</b> Participación en el mercado de los Operadores de Red según su energía activa .....	98
<b>Ilustración 13.</b> Distribución Normal Z.....	100
<b>Ilustración 14.</b> Histórico de demanda energética en el periodo 2020-2024.....	103
<b>Ilustración 15.</b> Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Simple $n=2$ .....	105
<b>Ilustración 16.</b> Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Simple $n=3$ .....	107
<b>Ilustración 17.</b> Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Simple $n=4$ .....	109
<b>Ilustración 18.</b> Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Simple $n=5$ .....	111
<b>Ilustración 19.</b> Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Doble $n=2$ . ....	113
<b>Ilustración 20.</b> Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Doble $n=3$ . ....	115
<b>Ilustración 21.</b> Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Doble $n=4$ . ....	117
<b>Ilustración 22.</b> Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Doble $n=5$ . ....	119
<b>Ilustración 23.</b> Serie de tiempo del modelo Suavización Exponencial Simple.....	121
<b>Ilustración 24.</b> Serie de tiempo del modelo Suavización Exponencial Doble. ....	123
<b>Ilustración 25.</b> Serie de tiempo del modelo Holt.....	126
<b>Ilustración 26.</b> Comparación de series de tiempo de los modelos Promedio Móvil Simple con diferente parámetro $n$ .....	127
<b>Ilustración 27.</b> Comparación de series de tiempo de los modelos Promedio Móvil Doble con diferente parámetro $n$ .....	128
<b>Ilustración 28.</b> Comparación de series de tiempo de los modelos Promedio Móvil Simple $n=3$ , Promedio Móvil Doble $n=3$ , Suavización Exponencial Simple, Suavización Exponencial Doble y Holt. ....	129

### **Lista de anexos**

<b>Anexo 1.</b> Base 1: mercado regulado y no regulado de energía .....	158
<b>Anexo 2.</b> Base 2: Energía activa por cada operador de red según su fecha de ingreso .....	158
<b>Anexo 3.</b> Herramienta de pronósticos .....	158
<b>Anexo 4.</b> Formulario de preguntas para encuesta online.....	158
<b>Anexo 5.</b> Estructuración de respuestas de la encuesta online.....	158

## Resumen

La empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali presentó, en el tercer trimestre del año 2023, una suspensión de ventas en el servicio de energía a nuevos clientes e implementó un mayor control en los consumos energéticos de los clientes actuales debido a las consecuencias directas ocasionadas por el cierre de comercializadoras y el Fenómeno de El Niño que tuvo lugar en ese año. El objetivo de esta investigación es realizar una propuesta de aplicación de un modelo de pronóstico de demanda energética, con un horizonte de tiempo entre 1 a 6 meses, que permita mejorar la operatividad interna de la organización y su capacidad de respuesta ante los cambios externos del mercado, la economía y los factores ambientales. La metodología seleccionada y utilizada para la presente investigación es CRISP-DM, la cual permitirá abordar desde varios conjuntos de procedimientos la recolección, análisis e interpretación de la información con un enfoque cuantitativo, en donde los datos se obtendrán por medio de una encuesta online que permitirá evaluar las descripciones de la operatividad de cada área organizacional y, por otro lado, se recolectarán los datos de los consumos energéticos por medio de una solicitud de revisión de registros existentes los cuales ayudarán a identificar el comportamiento de las variables. Realizado esto, el resultado del pronóstico más adecuado es el modelo de Suavización Exponencial Simple, ya que, presenta un menor error en la DAM igual a 3.82 en comparación con las demás estimaciones como el Promedio Móvil Simple, Promedio Móvil Doble, Suavización Exponencial Doble y Holt. Adicional, el comportamiento de la gráfica de los valores pronosticados se acerca con una exactitud del 98.58% a los valores históricos y captura de forma precisa la tendencia general de los datos con sus variaciones y fluctuaciones durante los 52 períodos estimados sin retrasos significativos. Por último, se recomienda a la organización reforzar estrategias alineadas con la optimización de la infraestructura y mantenimiento de la misma, digitalización y automatización de procesos, capacitación y desarrollo del personal, optimización de la demanda energética y el fomento de una cultura de seguridad y eficiencia operativa.

*Palabras clave: análisis de datos, área organizacional, automatización, capacidad de respuesta, capacitación, cierre de comercializadoras, consumos energéticos, comportamiento de las variables, cuantitativo, demanda energética, desviación absoluta de la media, economía, eficiencia operativa, encuesta online, estrategias, exactitud, factores ambientales, Fenómeno de El Niño, fluctuaciones, Holt, mercado, metodología CRISP-DM, operatividad interna,*

*optimización, Promedio Móvil Doble, Promedio Móvil Simple, pronóstico, recolección de datos, revisión de registros existentes, Suavización Exponencial Doble, Suavización Exponencial Simple, suspensión de ventas, tendencia, valores históricos, variaciones.*

## Abstract

The company that generates and sells energy in the city of Santiago de Cali presented, in the third quarter of the year 2023, a suspension of sales in the energy service to new clients and implemented a greater control in the energy consumption of the current clients due to the direct consequences caused by the closing of the energy marketers and the El Niño Phenomenon that took place this year. The objective of the research is to make a proposal for the application of an energy demand forecasting model, with a time horizon of 1 to 6 months, which will allow improving the internal operability of the organization and its capacity to respond to external changes in the market, the economy and environmental factors. The methodology selected and used for this research is CRISP-DM, which will allow the collection, analysis and interpretation of the information with a quantitative approach, where the data will be obtained through an online survey that will allow to evaluate the descriptions of the operation of each organizational area and, on the other hand, the energy consumption will be collected through a request for review of existing records which will help to identify the behavior of the variables. After this, the most adequate forecast result is the Simple Exponential Smoothing model, since it presents a lower error in the DAM equal to 3.82 compared to the other estimations such as Simple Moving Average, Double Moving Average, Double Exponential Smoothing and Holt. Additionally, the behavior of the graph of the predicted values is close to the historical values with an accuracy of 98.58% and accurately captures the general trend of the data with its variations and fluctuations during the 52 estimated periods without significant delays. Finally, it is recommended that the organization reinforce strategies aligned with infrastructure optimization and maintenance, digitalization and automation of processes, personnel training and development, optimization of energy demand, and the promotion of a culture of safety and operational efficiency.

*Keywords: data analysis, organizational area, automation , responsiveness, training, marketer shutdown, energy consumption, variable behavior, quantitative, energy demand, absolute deviation from the mean, economics, operational efficiency, online survey, strategies, accuracy, environmental factors, El Niño phenomenon, fluctuations, Holt, market, CRISP-DM methodology, internal operability, optimization, Double Moving Average, Simple Moving Average, forecasting, data collection, review of existing records, Double Exponential Smoothing, Simple Exponential Smoothing, sales suspension, trend, historical values, variations.*

## Introducción

La energía eléctrica es un bien intangible muy importante para el desarrollo sostenible de los sectores económicos de un país y por esto la relevancia de mantener la confiabilidad del sistema. Una de las principales características del marco energético es mantener la frecuencia dentro de unos límites estrictos para que el suministro se realice en condiciones de calidad aceptables, y por esto, se debe garantizar el equilibrio entre la generación y la demanda (**P. Ledesma, 2008**).

Existen diversas investigaciones sobre el comportamiento habitual de la energía en Colombia (**Medina & Garcia, 2005; Gómez et al., 2011; Rueda et al., 2011**); sin embargo, se han encontrado en algunas de ellas falencias como: la falta de acierto, falta de integración de variables exógenas, la falta de datos para estimar modelos, entre otras.

La proyección realizada en años anteriores para el 2023, basada en el historial de demanda contratada por la empresa, no anticipó cambios externos significativos, como fenómenos naturales que impactaran la generación de energía o la migración de clientes debido al cierre de empresas del mismo sector. Ante esta situación, la empresa optó por no incrementar la compra de energía en el mercado, con el propósito de evitar un aumento en los costos asumidos por los clientes y garantizar la continuidad del servicio. Como respuesta a esta circunstancia, la empresa decidió implementar, a corto plazo, nuevas estrategias y explorar nuevos mercados con el objetivo de optimizar el consumo de energía de los clientes y ofrecer soluciones más sostenibles, como proyectos de ingeniería e instalación de sistemas fotovoltaicos. A mediano plazo, se plantea un análisis detallado para diseñar un plan de acción enfocado en la mejora continua de la operatividad en todas las áreas de la organización.

Por ende, se plantea en la presente investigación, una propuesta de aplicación de un modelo que permite realizar pronósticos de la demanda energética para mejorar, en un horizonte de tiempo entre 1 a 6 meses, la ejecución de las operaciones internas en una empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali. Este estudio brindará a la empresa analizada un enfoque detallado sobre los patrones de consumo, facilitando la identificación de áreas de oportunidad o posibles debilidades para aplicar estrategias de mejora continua en sus procesos clave. Asimismo, este documento servirá como una base sólida para el análisis de la demanda energética en otras compañías del sector, promoviendo la adopción de nuevos referentes en la búsqueda de prácticas más eficientes.

Los objetivos del estudio son recopilar los datos necesarios para la identificación de las variables y criterios que impactan en la predicción de la demanda energética y su influencia, analizar el comportamiento y tendencia de los datos históricos de demanda energética durante los últimos cinco años para la elaboración de hipótesis y propuesta de diseño de métodos, aplicar diferentes modelos de pronóstico de la demanda energética a corto y mediano plazo que permitan abordar los diferentes escenarios, criterios de evaluación y niveles de desempeño en el sector para la interpretación de resultados, seleccionar y evaluar el mejor modelo de pronóstico de la demanda energética a partir de la aplicación de modelos encontrados en diferentes referencias bibliográficas con un planteamiento de comparación efectivo que permita acercar el objeto de estudio a la realidad y proponer estrategias operativas eficientes que permitan abordar oportunamente los cambios en el comportamiento de la demanda energética en un horizonte de tiempo entre 1 a 6 meses con la finalidad de disminuir los impactos abruptos en la organización.

La metodología utilizada en la investigación es CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) en la cual se realiza una comprensión del negocio para identificar el problema, determinar los objetivos y evaluar la situación actual, se realiza una comprensión de los datos con la finalidad de recolectar la información, caracterizarla y ejecutar el análisis exploratorio de los datos, también se lleva a cabo una preparación de la información para su limpieza, identificación de comportamientos de variables y transformación de los datos, finalmente, se aplica el modelado por medio de pronósticos de demanda energética seleccionando la técnica más adecuada, el set de datos y la elección de parámetros acordes al desempeño del mismo.

Para identificar el modelo de pronóstico más adecuado para la demanda energética en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali se utilizaron las métricas de comparación de error como la Desviación Absoluta de la Media (DAM), el Error Medio Cuadrático (EMC), el Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) y Porcentaje Medio de Error (PME) entre los modelos de promedio móvil simple, promedio móvil doble, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble y Holt, siendo el modelo de suavización exponencial simple el más adecuado con 98.58% de exactitud entre los datos históricos y los datos proyectados durante 52 periodos actuales + 1 periodo pronosticado.

Se recomienda como un trabajo futuro, comparar los resultados de la presente investigación con las proyecciones realizadas al interior de la organización para el periodo 53 el cual corresponde al mes de enero del año 2025 con la finalidad de afirmar o desestimar los valores obtenidos mediante el modelo seleccionado.

En el presente trabajo se expone en el **Capítulo I** el planteamiento del problema que contiene los antecedentes y punto de inflexión de la misma, la pregunta de investigación, objetivo general, objetivos específicos del trabajo realizado y justificación de la investigación, en el **Capítulo II** se encuentra el marco de referencia el cual presenta los antecedentes, marco teórico (conceptos como contextualización de la gestión de proyectos, función del sector energético y su importancia en la economía, gestión y previsión de la demanda en el sector energético, tipos de modelo de pronósticos de demanda e importancia en la planificación y gestión operativa en las organizaciones) y el marco normativo o legislativo. Para el **Capítulo III** se presenta el enfoque y alcance de la investigación, definición de la población y tamaño de la muestra del estudio, selección de instrumentos para evaluar la operatividad y los consumos energéticos, descripción de procedimientos para el levantamiento de información en la realización de la encuesta online y la solicitud de revisión de registros existentes, el análisis de información de cada uno de los métodos llevados a cabo y las consideraciones éticas e instrumentos de aceptación. En el **Capítulo IV** se encuentran la identificación de variables dependientes e independientes como el planteamiento de las hipótesis, para el **Capítulo V** se exponen los resultados de los OE1, OE2, OE3, OE4 y OE5, estrategias al sector y discusión del trabajo de investigación. Finalmente, se encuentra en el **Capítulo VI** las conclusiones de todo lo realizado previamente.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A continuación, se detallan algunas fuentes bibliográficas para enmarcar el objeto de estudio iniciando por un nivel macro que comprende un contexto internacional hacia un nivel más detallado como es el surgimiento de la problemática en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali, que es de nuestro interés investigativo. Estas revisiones bibliográficas hacen énfasis en la demanda y consumo energético durante los últimos cinco años, haciendo un acercamiento importante en el año 2023 donde han ido surgiendo diferentes cambios en el sector debido a condiciones climáticas, aumento de la población, el desarrollo económico y los avances tecnológicos, adicional, fue el año de inflexión de la empresa de interés por su tipo y capacidad de respuesta ante dicha eventualidad. Por otro lado, el estudio resultante sintetiza los puntos más sólidos de los hechos para observar y analizar la problemática que requiere una acción puntual.

### 1.1 Descripción del problema

Como consecuencia de la pandemia a comienzos del año 2020 y el cierre de las actividades económicas de la gran mayoría de las empresas a nivel mundial, la demanda de energía tuvo una caída del 4% frente al año inmediatamente anterior. En el 2023, la rápida reactivación económica mundial en el gobierno y, por ende, a nivel empresarial, el consumo energético tuvo un aumento súbito total en un 2.2% en comparación con la tasa de crecimiento normal entre 2010 y 2019. Según la **empresa de investigación especializada en el análisis y previsión de cuestiones climáticas y energéticas - Enerdata (2024)** afirma que “El consumo mundial de energía creció más rápido que su tendencia histórica (2.2% en 2023), impulsado por los países de Brasil, Rusia, China e India - BRICS (5.1%), que representaron el 42% de consumo mundial de energía en 2023: el consumo de energía aumentó en China (un 6.6%, el doble de su media de 2010-2019) e India (5.1%, ligeramente más rápido que la media histórica), se aceleró en Brasil (3.3%, frente al 0.9% anual durante 2010-2019), pero se estancó en Rusia (crecimiento del 0.3%) y volvió a bajar en Sudáfrica por problemas de suministro (descenso del 1.2%). También aumentó en Oriente Medio (3.7%, con fuertes crecimientos en Irán y los Emiratos Árabes Unidos), en Argelia, en Vietnam y en Indonesia”.

El sector energético en Colombia está compuesto por diferentes empresas que participan en cada uno de los eslabones de la cadena productiva como la generación, la transmisión, la distribución y comercialización de energía. En el último eslabón, se encuentran diferentes tipos

de consumidores como el sector industrial, comercial y residencial, ocupando en primer lugar de consumo el sector industrial por las altas cargas en sus procesos productivos. La tendencia en la demanda de energía en Colombia durante los dos años anteriores al 2023 tuvo un crecimiento del 3.31% con respecto a su año anterior, 2021 quedó marcado con un consumo actual de 74.116 GWh. En un comunicado de prensa dirigido por el **operador del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y administrador del Mercado de Energía Mayorista en Colombia (MEM) - XM (2024)** afirma que “en 2023 la demanda de energía fue de 79.985 GWh, lo que representa un aumento del 4.45% en comparación con el consumo nacional de 2022, donde la demanda fue de 76.653 GWh. A escala trimestral, se observa un incremento progresivo a lo largo de los cuatro trimestres del año, siendo el cuarto trimestre el de mayor aumento con un 6.2% de crecimiento y un consumo total de 20.448 GWh. Durante el 2023 la evolución mensual de crecimiento de demanda del Sistema presentó un aumento más representativo desde mayo, provocado principalmente por las altas temperaturas asociadas a la transición del fenómeno de El Niño”.

Por otro lado, **XM (2024)** concluye que para el 2023 “el mayor incremento en la demanda se observó en las regiones Caribe y Guaviare, alcanzando un valor del 7.85%. Le siguieron las regiones de Oriente, Chocó y THC (Tolima, Huila y Caquetá) con tasas de crecimiento del 5.94%, 5.11% y 4.35% respectivamente. En contraste, las regiones Sur y CQR (Caldas, Quindío y Risaralda) registraron los menores crecimientos con porcentajes de 1.19% y 1.83% respectivamente”. Esto fue ocasionado principalmente por las condiciones climáticas que tuvieron estas regiones como los domos de calor y los fenómenos ambientales.

“En 2023, las condiciones de El Niño provocaron sequías prolongadas y escasez de agua en el Corredor Seco Centroamericano, Bolivia y Colombia, junto con intensas lluvias e inundaciones a lo largo de las costas de Ecuador, Perú y el interior de Bolivia” (**Programa Mundial de Alimentos WFP, 2024**)

A partir del tercer trimestre del año 2023, la empresa generadora y comercializadora de energía de la ciudad de Santiago de Cali presentó en sus servicios una suspensión de la venta de energía a nuevos clientes debido a las consecuencias ocasionadas por el fenómeno de El Niño que tuvo lugar en el país durante el presente año, por ende, los embalses y las hidroeléctricas dejaron de generar la energía suficiente para el abastecimiento adecuado. Como efecto de esto, el valor del Kilovatio se incrementó en el mercado, de tal manera, que la empresa reafirmó la decisión de no realizar nuevas ventas puesto que la tarifa de los usuarios actuales se aumentaba de manera significativa, y esto provocaría una pérdida de su participación en el

mercado ya existente. Adicional, la empresa empezó a quedarse sin reservas energéticas y a presentar falta de suministros, a causa de la incorporación de otros nuevos clientes por el cierre de una comercializadora del sector y esto trajo consigo, un aumento en la operatividad interna de la organización.

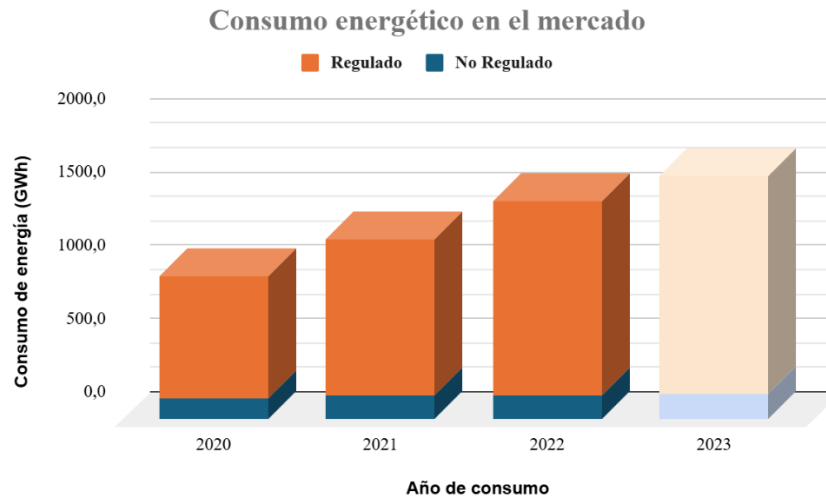
La proyección realizada en años anteriores para el 2023 según el histórico de la demanda contratada por la empresa, no contempló cambios externos abruptos como un fenómeno natural que afectará la generación de energía, y, el traslado de clientes por cierre de empresas que compiten en el mismo sector. Por esta razón, la empresa decidió no adquirir más energía en el mercado con el fin de no afectar los costos asumidos por los clientes para su retención y prestación del servicio con normalidad. Como resultado de esta eventualidad, la empresa decide implementar a corto plazo nuevas estrategias e incursión de nuevos mercados para mejorar los consumos de energía de los clientes y brindar soluciones más limpias y renovables con el medio ambiente en proyectos de ingeniería e implementación de sistemas fotovoltaicos y, a mediano plazo, decide estudiar detalladamente un plan de acción para la mejora continua enmarcada en la operatividad de cada una de las áreas de la empresa. A continuación, se realiza una explicación de las causas y efectos que surgieron de esta problemática en concreto, en el año 2023.

### **1.1.1 Antecedentes de la problemática**

Durante el año 2020 al año 2023 la demanda de energía regulada (color naranja) aumentó significativamente en un promedio de 214.4 GWh, siendo el año 2022 el de mayor demanda con una diferencia de 250.6 GWh con respecto al año anterior, ocupando un 16.8% más que el consumo promedio. Para el caso del consumo de energía no regulada (color azul) el promedio diferencial entre estos tres años fue de 11.1 GWh, siendo el año 2021 el de mayor demanda con una diferencia de 21.3 GWh, representando un 91.8% más que el consumo promedio, sin embargo, para este tipo de consumos su comportamiento ha sido muy ligero y estable durante el transcurso de los años, no tuvo fluctuaciones abruptas y sólo ha representado en este periodo el 11.42% total del mercado, mientras que la demanda de energía regulada representó el 88.57%.

Año	No Regulado (GWh)	Regulado (GWh)
2020	141,6	838,5
2021	162,9	1070,9
2022	167,0	1321,5
2023	174,8	1481,6

**Tabla 1.** Consumos totales en GWh por mercado de energía regulada y no regulada en el periodo 2020-2023.

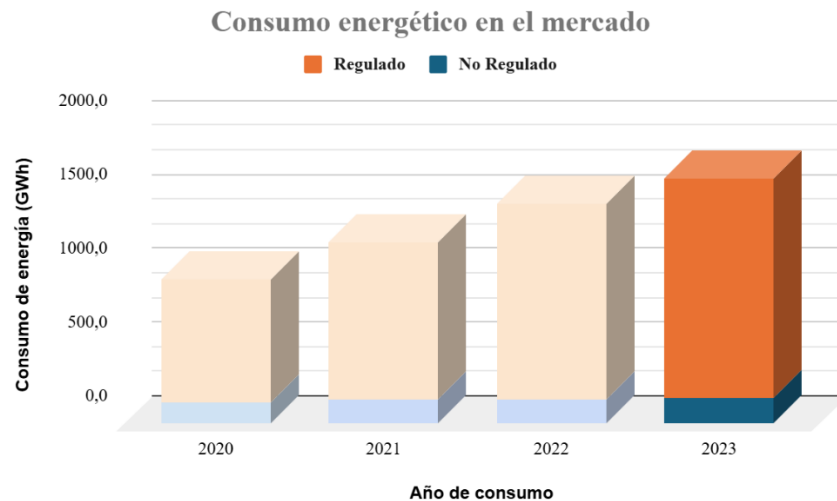


**Ilustración 1.** Consumos totales en GWh por mercado de energía regulada y no regulada predominando el periodo 2020-2022.

Como se puede observar en la información anterior, el consumo de energía en ambos segmentos ha tenido un **incremento sostenido** durante el año 2020 hasta el año 2022, representando para la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali la implementación de ligeras y constantes acciones estratégicas para hacerle frente a estos cambios progresivos especialmente en el sector regulado, siendo este el predominante. Al aumentar la producción, se incrementa directamente la operatividad en las áreas clave de la empresa y por ello, pudo verse enfrentada a diversos desafíos como la implementación de sistemas para la eficiencia energética, la optimización de procesos productivos, el uso de energías renovables y autogeneración, capacitación constante y concientización del personal y, el análisis de costos y contratación de energía. Posterior a esta adopción de estrategias integrales, la empresa tendría la capacidad para responder a las fluctuaciones de energía en el mercado como también mejorar la eficiencia en sus procesos, reducir costos y garantizar la sostenibilidad a corto, mediano y largo plazo.

### 1.1.2 Punto de inflexión de la problemática

Durante el año 2023 la demanda de energía regulada (color naranja) tuvo un aumento de 160.1 GWh, representando esto un 74.7% por debajo del 100% del promedio. En el caso de la demanda de energía no regulada (color azul) hubo un aumento de 7.8 GWh, ubicando este consumo igualmente por debajo del promedio con 70.3% del total de este.



**Ilustración 2.** Consumos totales en GWh por mercado de energía regulada y no regulada predominando el año 2023.

Al observar la gráfica anterior, se pueden plantear dos hipótesis:

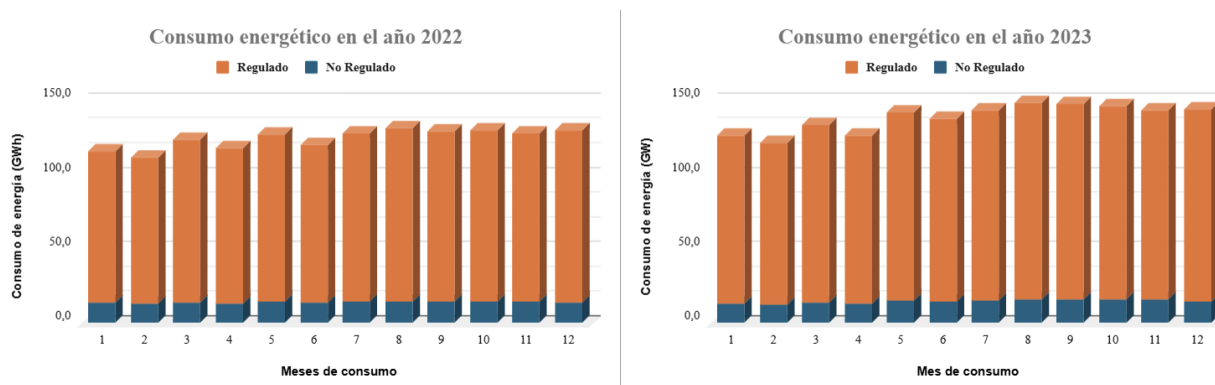
1. Posiblemente el año 2023 no fue “el punto de inflexión” como consecuencia de un aumento abrupto de consumos energéticos del mercado regulado con respecto a años anteriores, por el contrario, pudo significar el quiebre entre aumentos rezagados de los años 2020 a 2022 y que posiblemente no tuvieron la atención oportuna y adecuada en este horizonte de tiempo a nivel operativo
2. No es posible evidenciar en la base de datos los posibles incrementos de consumos inesperados, ya que, la empresa suspendió la comercialización de energía regulada a nuevos clientes por falta de reservas productivas.

Por ende, el punto de inflexión en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali fue ocasionado principalmente por el cúmulo de eventos externos e internos como la atención no oportuna de incrementos continuos desde el año 2020 que directamente se relacionan con los aumentos operativos en cada una de las áreas de la empresa, la no posible contemplación de cambios abruptos en variables exógenas como la

temperatura ambiental que pudo verse afectada por los cambios climáticos, la no posible inclusión de porcentajes de incertidumbre en los pronósticos realizados y falta de estudios de mercado donde se investiguen situaciones actuales de competidores, actualizaciones de avances tecnológicos y cambios significativos en la población mundial a corto, mediano y largo plazo. A continuación, se analiza una comparativa entre el comportamiento del año 2022 que tuvo el mayor incremento, con respecto al año 2023.

Año 2022			Año 2023		
Número mes	No Regulado	Regulado	Número mes	No Regulado	Regulado
1	13,1	112,7	1	13,4	102,0
2	12,4	108,6	2	12,8	98,2
3	13,6	119,4	3	13,9	109,8
4	12,9	113,5	4	13,3	104,4
5	15,4	126,1	5	14,7	112,0
6	14,8	122,8	6	13,6	106,0
7	14,8	128,0	7	14,2	113,5
8	15,8	132,4	8	14,5	116,6
9	15,7	131,5	9	14,2	114,5
10	15,7	130,2	10	14,1	115,8
11	15,9	127,1	11	14,3	113,0
12	14,8	129,3	12	13,8	115,8

**Tabla 2.** Comparativa de consumos mes a mes en GWh por mercado de energía regulada y no regulada entre el año 2022 y 2023.



**Ilustración 3.** Comparativa de consumos mes a mes en GWh por mercado de energía regulada y no regulada entre el año 2022 y 2023.

En ambos años, el consumo de energía se mantiene relativamente estable mes a mes y no se observan variaciones significativas o caídas bruscas. Entre estos años, se observa una ligera diferencia total en el promedio de tan sólo 13.3 GWh y el mes de agosto en el año 2022 muestra el mayor incremento con 132.4 GWh. Es decir, que la empresa tuvo un consumo constante y estable logrando mantener el control eficiente sobre su demanda energética sin alterar significativamente los procesos ya establecidos en la organización para la atención normalizada del mercado.

## **1.2 Pregunta de la investigación**

¿Cómo la propuesta de una aplicación de un modelo que permite realizar pronósticos de la demanda energética puede mejorar, en un horizonte de tiempo entre 1 a 6 meses, la ejecución de las operaciones internas en una empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

En los siguientes apartados, se plasma de forma clara y precisa la finalidad de la investigación para proporcionar una visión general, y a su vez, detallada de los entregables que se desean alcanzar durante la recolección de los datos, el análisis y las conclusiones.

### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer la aplicación de un modelo de pronóstico de demanda energética en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali, con un horizonte de tiempo entre 1 a 6 meses, que permita mejorar la operatividad interna de la organización y su capacidad de respuesta ante los cambios externos del mercado, la economía y los factores ambientales.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Recopilar los datos necesarios sobre el objeto de estudio para la identificación de las variables y criterios que impactan en la predicción de la demanda energética y su influencia.
2. Analizar el comportamiento y tendencia de los datos históricos de demanda energética durante los últimos cinco años para la elaboración de hipótesis y propuesta de diseño de métodos.
3. Aplicar diferentes modelos de pronóstico de la demanda energética a corto y mediano plazo que permitan abordar los diferentes escenarios, criterios de evaluación y niveles de desempeño en el sector para la interpretación de resultados.
4. Seleccionar y evaluar el mejor modelo de pronóstico de la demanda energética a partir de la aplicación de modelos encontrados en diferentes referencias bibliográficas con un planteamiento de comparación efectivo que permita acercar el objeto de estudio a la realidad.
5. Proponer estrategias operativas eficientes que permitan abordar oportunamente los cambios en el comportamiento de la demanda energética en un horizonte de tiempo

entre 1 a 6 meses con la finalidad de disminuir los impactos abruptos en la organización.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

Es necesario y útil predecir la demanda de electricidad, teniendo como finalidad la reducción del costo existente entre la oferta y la demanda. Debido a que la tasa de crecimiento poblacional de las últimas décadas aumenta de una forma rápida, el consumo de energía eléctrica también se ve afectado por un incremento en dependencia a esta variable (**Yong et al., 2017**).

La planificación productiva, en este caso, la estimación energética, representa uno de los puntos más importantes en la generación de estrategias y planes de acción de la empresa, ya que permite evaluar si la oferta que se posee actualmente es suficiente para cubrir la demanda de los próximos años dentro del sistema actual de clientes y sobre un posible aumento porcentual en el mercado, siendo esto fundamental para la prestación eficiente del servicio en donde la optimización de costos operativos permitan evitar picos tarifarios y elegir adecuadamente las negociaciones, definir estrategias eficientes en la generación y comercialización de energía para proyectar el crecimiento empresarial, prevenir riesgos y garantizar la seguridad en los procesos para identificar fallas e implementar medidas preventivas, transicionar a la sostenibilidad y cumplir con el marco normativo ambiental con el fin de adoptar fuentes limpias de energía y evitar sanciones legales, así como también, mantener ventajas en el mercado para lograr una mayor competitividad en el sector.

La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Santiago de Cali y cuenta actualmente con 9.656 fronteras comerciales que corresponden a clientes finales, donde presta su servicio a nivel nacional y están distribuidas dentro de los 32 operadores de red (electrificadoras) que se encuentran vigentes en el mercado. La relación directa que tiene el operador de red con la empresa generadora y comercializadora de energía es el uso de las redes eléctricas del sistema de distribución local (SDL) para el transporte y la prestación adecuada del servicio al usuario final.

Debido a los inconvenientes evidenciados en la prestación eficiente del servicio hacia nuevos clientes del sector como consecuencia de la inadecuada estimación de reservas energéticas y cambios externos sobre condiciones climáticas y liquidación de comercializadoras, es importante evaluar el as-is y to-be para conocer el funcionamiento de la empresa y así, poder proporcionar una investigación que proponga la implementación de un modelo de pronóstico en

la demanda energética que le permita conocer a la empresa su visión a futuro y prepararse para una prestación del servicio de manera confiable y con calidad durante los próximos años sin afectar operativamente sus actividades y/o suspender la venta de energía a otros proyectos.

Según la **Universidad Panamericana (2021)**, la realización de una investigación empresarial “ayuda a identificar oportunidades, amenazas, problemas y a tomar decisiones aceptadas al abordarlos, facilita la comprensión de los clientes, y, por lo tanto, es útil para mejorar la comunicación entre ellos, minimiza riesgos e incertidumbres, optimiza la planificación eficaz de inversiones y objetivos financieros, rastrea la competencia en el sector empresarial, actualiza a una empresa respecto al mercado, tendencias e innovaciones predominantes y mide la reputación”

Esta investigación proporcionará a la empresa objeto de estudio, el análisis sobre patrones de consumo que permitan identificar puntos de debilidad u oportunidad para implementar estrategias de mejora continua en sus procesos clave. Además, este documento puede proporcionar bases sólidas para el estudio de la demanda energética en otras empresas del sector, contribuyendo así, a la inclusión de nuevos referentes en la búsqueda de prácticas más eficientes.

Los beneficios que se esperan de la propuesta de aplicación del modelo de pronóstico en la demanda energética para la empresa es la mejora en el proceso de planificación de consumos e implementación de estrategias alineadas para gestionar estas fluctuaciones, el uso eficiente de los recursos en cada uno de los procesos que se encuentran directamente relacionados con la generación y comercialización del servicio, mantener un control preventivo sobre los sistemas, mejorar la capacidad de respuesta ante eventualidades externas no previstas por medio del desarrollo y capacitación oportuna al personal, identificación de actividades críticas para reducir la mayor operatividad posible como consecuencia de incrementos abruptos que se puedan presentar en la operación y contribuir al aumento de participación en el mercado por medio de mejores planes de eficiencia energética.

Munch (2009) afirma que “Se puede asumir la investigación como aquel proceso que se desarrolla con el fin de lograr conocimientos nuevos, generalmente orientados -en el corto o en el largo plazo- a la solución de problemas o a la satisfacción de necesidades” (p.25). En consecuencia, se puede considerar la investigación como un proceso sistemático, organizado y progresivo con el fin de dar respuesta a los interrogantes que surgen en el contexto académico,

laboral o profesional; y responder de manera objetiva y clara a un tejido de la realidad como punto de partida” **(Cifuentes-Medina & Pedraza-Suárez, 2016)**.

Los estudiantes de la Especialización en Gerencia de Proyectos en calidad de investigadores, obtienen una mejora significativa en su desarrollo integral en el ámbito académico, profesional y personal, ya que, aprenden a desarrollar habilidades críticas y analíticas desde diferentes fuentes y tomas de información, fortalecimiento de conceptos y mayor comprensión del estudio en cuestión, mejora en la ortografía, gramática y cohesión de textos, oportunidad de participación en requerimientos colaborativos y mejora en su perfil laboral enfocado en la gestión de proyectos como también en la experiencia investigativa. Cabe resaltar que la finalidad de la realización de este estudio hace parte del curso de Investigación II para obtener el título de Especialista en Gerencia de Proyectos.

Por medio de este análisis, la Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO) también adquiere una mejora en el conocimiento y pensamiento crítico para la contribución a la sociedad y a la innovación por medio de este estudio resolutivo que abarca una problemática real en la industria, población y medio ambiente. Adicionalmente, la institución puede aumentar su conocimiento científico, generar oportunidades de vinculación en el sector productivo, atracción de nuevos estudiantes en calidad de investigadores y adquirir nuevas oportunidades para generar soluciones innovadoras a problemas locales.

“A través de la investigación se propende por la solución de problemas, al igual que permite formular acciones preventivas para diversas situaciones críticas de la sociedad, impacta y promueve el bienestar humano, de ahí que, en la actualidad, sea considerada una de las funciones claves de las Instituciones de Educación Superior, como centros del conocimiento por excelencia” **(Universidad Simón Bolívar, 2023)**

## 2. MARCO DE REFERENCIA

Se detallan en los siguientes apartados los antecedentes, teorías, conceptos y marcos legislativos que sustentan el estudio realizado por los autores, para comprender e interpretar desde una postura teórica, la problemática y su evolución como también los cambios en tendencias, políticas y tecnologías relacionadas con la demanda energética.

### 2.1 Marco de Antecedentes

Para el desarrollo de esta investigación se llevó a cabo una búsqueda de literatura en los últimos 10 años con respecto a la fecha del estudio. La ecuación de búsqueda utilizada ha sido (“Modelo de pronóstico” OR “Proyecciones”) AND (“Demanda energética” OR “Sector energético”) AND (“Operatividad” OR “Gestión de proyectos”). Lo anterior ha sido revisado en Google Scholar y Science Direct.

En el proyecto de investigación realizado por **Ortiz-Alvarado (2015)**, se realiza el análisis y predicción de consumo mediante la implementación del **pronóstico de la demanda eléctrica residencial basado en el modelo de regresión adaptativa multivariante Spline (MARS)** con la finalidad de garantizar un adecuado suministro de energía y obtener el menor número de interrupciones en el servicio con el menor costo posible en la empresa objeto de estudio. Se emplea una evaluación formal del método estadístico propuesto identificando las ecuaciones y limitaciones propias utilizando la herramienta de edición gráfica Visio y el paquete de cálculo computacional Matlab. Para realizar la regresión de datos se utilizó el consumo residencial promedio de dos años anteriores ubicándose así, el punto menor de consumo en el mes 1.552 del año con 1.44 KWh mediante la interpolación de Spline. El autor hace énfasis en que la suavización deberá tener restricciones entre los nodos de la curva, el parámetro  $c$  definido y los criterios adicionales del modelo.

En la investigación realizada por **Hurtado-Aguirre & Escamilla-Mejía (2015)** proponen una estructura general para ejecutar un **modelo de gestión de la demanda energética integral** que incluye dos capas: capa de soporte y capa de aplicación. Esta última se encarga de analizar y predecir la carga, evaluar el costo-beneficio, simular las políticas DSM y realizar la evaluación integral del DSM. Por otro lado, la capa de soporte contiene las funciones básicas para que la aplicación pueda ejecutarse mediante los siguientes componentes: un almacén o centro de datos (DW), una base de modelo y una base de conocimientos, un motor de

inferencia, la adquisición de datos, la minería de datos y procesamiento analítico en línea (OLAP) y un sistema de control central. Este modelo permite analizar y simular las condiciones de consumo energético de los usuarios, así como administrar eficientemente la demanda eléctrica. Además, proporciona información clave de diversas instituciones como gobiernos, empresas de servicio público de energía y compañías dedicadas al ahorro energético. También facilita la consulta de temas clave como precios de venta, condiciones de aplicación de productos DSM, información sobre proyectos implementados y normativas vigentes permitiendo su accesibilidad en cualquier momento.

El trabajo de **Grimaldo-Guerrero, Mendoza-Becerra & Reyes-Calle (2016)**, ofrece un estudio asociado a la economía colombiana con el fin de realizar la implementación de un **modelo para pronosticar la demanda de energía eléctrica utilizando los productos internos brutos sectoriales: caso de Colombia** mediante tres modelos iniciales con regresión para estimar la demanda energética como el modelo tradicional que utiliza el PIB, modelo usual que también utiliza como variables regresoras el PIB y la población y, por último, el modelo que utiliza las variables econométricas como PIB sectorial siendo clasificados en agricultura, minería, manufactura, servicios públicos, construcción, comercio, transporte, financieros y sociales haciendo uso de tres métodos como Backward, Forward y Stepwise en la herramienta de R. Los autores de la investigación concluyeron que el modelo óptimo para el pronóstico con autoregresiones es el realizado mediante el método de eliminación Backward obteniendo un menor índice de error con un Criterio de Akaike (AIC) de 236.78 y un BIC de 239.87 formado por la constante y variables como Construcción y Servicios Públicos.

De acuerdo con el proyecto de investigación de **Gil-Vera (2016)**, este analiza los valores de la demanda de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) de Colombia durante el periodo 2008-2014 para realizar la implementación del **pronóstico de la demanda mensual de electricidad con series de tiempo** que permita identificar patrones y tendencias en el consumo y así, obtener grandes ventajas al momento de implementar estrategias, optimizar la operación y realizar contratos bilaterales entre los productores, distribuidores y grandes consumidores. El autor hace énfasis en que el modelo propuesto ofrece pronósticos precisos para conocer demandas futuras de energía eléctrica (GWh) y es una técnica de fácil implementación. Los datos cuantitativos para la realización de este estudio fueron obtenidos de la compañía XM S.A E.S.P, entidad encargada de operar el Sistema Interconectado Nacional (SIN) de Colombia y de administrar el Mercado de Energía Mayorista (MEM). Este modelo fue

desarrollado e implementado en el software estadístico R donde se utilizaron tres modelos de series de tiempo aditivas con diversas tendencias como lineal, cuadrática y cúbica, siendo el modelo de tendencia cuadrática el que mayor se acercó de acuerdo con los criterios de R cuadrado ajustado más grande, Criterio de Información Akaike (AIC) y Criterio de Información Bayesiano (BIC) más pequeños logrando que los resultados fueran acordes a la realidad.

El trabajo realizado por los investigadores **Flaite et al. (2018)** presenta **A methodology for bottom-up modelling of energy transitions in the industry sector: The FORECAST model** en donde analiza y estima escenarios a largo plazo de demanda energética en el sector industrial y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La estructura y metodología de la propuesta consideran la difusión de tecnologías y reemplazo de equipos, escenarios de política como también estrategias de mitigación en diferentes sectores industriales. Por otro lado, los autores también consideran variables como impuestos al carbono, normativas de eficiencia energética y programas de incentivos para la transición a energías limpias. Como resultado, se obtuvo que el sector industrial representó el 19% de las emisiones de GEI en la UE en el año 2014 resaltando la importancia de su descarbonización. Se concluye que el modelo FORECAST es una herramienta importante para proyectar el consumo energético en el sector industrial mediante la integración de diversos enfoques con el fin de mejorar la eficiencia en los procesos, reducir emisiones y facilitar las estrategias de mitigación.

El trabajo de **Peña et al. (2019)** presenta el desarrollo de un **pronóstico del consumo pico para la gestión energética de la Universidad de Cienfuegos** en la Sede “Carlos Rafael Rodríguez” en donde se utilizan dos modelos de proyección como regresión lineal múltiple y no lineal basado en una Red Neuronal Artificial (RNA). Según los resultados obtenidos, el modelo no lineal presenta un mayor rendimiento a partir de las medidas de precisión utilizadas como el coeficiente de correlación  $R^2$  y el Porcentaje de Error Absoluto Medio (MAPE). En la etapa de procesamiento de datos se clasificó la actividad del día mediante el algoritmo de clusterización K-Means, siendo días de poca actividad (viernes, sábado, domingo, días festivos y periodos de vacaciones) y días con actividad normal. Los autores de la investigación proponen que este modelo puede ser utilizado como una herramienta en el sistema de gestión energética de la universidad, ya que, permite estimar con hasta 24 horas de anticipación el consumo energético por día y el horario pico en que se presentan las máximas demandas, esto permite tomar decisiones preventivas para la prestación del servicio con normalidad.

De acuerdo con el proyecto de investigación de **Suntaxi et al. (2019)** se propone la aplicación de un **pronóstico de la demanda en energía y potencia del Sistema Eléctrico Quito** a mediano plazo con el objetivo de predecir el comportamiento futuro de esta variable y así, planificar adecuadamente los recursos para la inversión en infraestructura y mejorar sus procesos clave en la cadena de valor. Este modelo está estructurado mediante la metodología Box-Jenkins y las variables de estudio seleccionadas fueron Demanda Máxima de Potencia (DMP), Suministro de Energía Eléctrica (SEE) y Facturación de Energía Eléctrica (FEE) en el sector residencial, comercial, industrial y otros. Los autores concluyen que el pronóstico de la demanda en potencia indica que la tendencia de crecimiento seguirá desacelerando, tal como ha ocurrido en los últimos dos años. Se proyecta que, a mediano plazo, esta demanda crecerá un 0.46% en comparación con 2017. En contraste, la demanda de energía de suministro mostrará una recuperación en su ritmo de crecimiento, con un incremento estimado del 3.77% para diciembre de 2019 respecto al año 2017. Por otro lado, las variables relacionadas con la demanda de energía de facturación mantendrán su comportamiento estocástico registrado en los últimos años. En cuanto al sector industrial, se espera una disminución transitoria del 42.04% en comparación con el año 2017.

El estudio de **Montoya-Cardona (2021)** propone una nueva metodología para realizar el **pronóstico de la demanda de energía en Colombia a corto plazo basado en un modelo híbrido adaptativo** que utiliza el agrupamiento de series de tiempo y los modelos ARIMA en donde se emplean variables exógenas y el componente espectral de Fourier para considerar la estacionalidad de los datos. Esto es utilizado para pronosticar la demanda horaria desde el 13 de enero hasta el 15 de marzo del año 2020. Los resultados de este modelo fueron comparados con los pronósticos del Centro Nacional de Despacho (Colombia) mejorando hasta un 50% la precisión de los datos con respecto a las métricas de error RMSE, MAE y MAPE. El autor resalta que los modelos de pronóstico del CND tuvieron ciertas modificaciones como producto de la pandemia COVID-19, por lo cual, no es posible realizar una comparación entre el desempeño de esta metodología previa con respecto a los nuevos resultados.

De acuerdo con el proyecto de investigación de **Hernández-Rodríguez & Torres-Aponte (2021)**, los autores hacen referencia a la propuesta de un **modelo de pronóstico de demanda para productos del sector eléctrico** en la empresa Electrisol (nombre ficticio en la investigación ya que es de carácter confidencial) con el fin de mejorar la predicción de la demanda para productos de alta rotación que representan más del 90% de las ventas. En este

estudio se utilizaron modelos de series de tiempo como Estacional simple, Aditivo de Holt-Winters y Promedio móvil. Los resultados obtenidos muestran que los modelos Gradient Boosting y Long Short Term Memory Neural Network tuvieron un desempeño superior en la utilización de métricas comparativas como la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) en el cual se obtuvo un resultado promedio de 285.1 y 280.6 respectivamente. Los autores recomiendan en un futuro que la empresa pueda utilizar este insumo para diseñar un modelo de optimización de inventarios que le permita obtener un balanceo adecuado de las cantidades de stock en cada una de sus bodegas acorde a la demanda y proyección de esta.

En el trabajo **Matabajoy-Salas (2022)**, se presenta la propuesta de implementación del **modelo estimador del pronóstico de demanda eléctrica a partir de datos históricos obtenidos de medidores inteligentes** a mediano plazo donde se integran herramientas como Series de Fourier, regresión simbólica y algoritmo multiobjetivo. El autor utilizó una base histórica de tres años en donde evalúa ciertas variables climáticas como presión, nubosidad, humedad, temperatura, dirección y velocidad del viento. Estos datos provienen de diferentes grupos de uso como residencial, comercial, educativo e institucional. En el estudio se efectuó el análisis para tres periodos: mensual, semestral y anual determinando que entre menor es el espectro de tiempo utilizado, mayor es la calidad de los datos. Para el pronóstico mensual se obtuvo un error alrededor del 11% con un acercamiento del 89%, semestral I y semestral II con 10% de error y acercamiento aproximado de 90%, anual I con 20% de error y 80% de acercamiento y anual II con 12% aproximado de error y 88% de acercamiento.

El trabajo investigativo realizado por **Andrade-Bonilla & Castellanos-Valencia (2022)** propone la utilización de técnicas de aprendizaje automático e inteligencia artificial mediante la formulación de un **modelo de pronóstico para la demanda de electricidad con un horizonte de tiempo de cinco años en el mercado regulado y no regulado de energía en Cali** con el fin de mejorar la predicción a largo plazo con una propuesta de metodología basada en CRISP-DM en donde se realizó análisis variado y multivariado, modelamiento de datos y evaluación de los métodos aplicados. Los modelos utilizados en este estudio fueron ARIMA, Support Vector Regression (SVR), Ridge, Lasso, Random Forest, Artificial Neural Networks - Particle Swarm Optimization (ANN-PSO), Extreme Gradient Boost (XGBoost), Recurrent Neural Networks-Long-Short-Term Memory (RNN-LSTM). Los resultados evidenciaron que los modelos SVR y Ridge con Optimización PSO y Gravitational Search Algorithm (GSA) obtuvieron un mejor rendimiento, ya que, el comportamiento de los datos no presentó fluctuaciones bruscas,

mientras que los modelos que presentaron un rendimiento bajo fueron RNN-LSTM según las métricas seleccionadas.

## 2.2 Marco Teórico

En esta sección se detallan los fundamentos teóricos que respaldan y sustentan el estudio de investigación sobre la aplicación del modelo de pronóstico en la demanda energética y proporciona un contexto claro sobre la problemática en cuestión, antecedendo esta, con conceptos, estudios previos relevantes y definición de términos esenciales.

### 2.2.1 Contextualización de la gestión de proyectos

Un proyecto es cuando se busca desarrollar un objetivo y se desea conocer cuál puede ser el resultado final de materializar por ejemplo una idea, igualmente se desea dar respuesta a un problema planteado, buscar posibles soluciones a un escenario desconocido, es buscar como de forma organizada se puede llegar a un resultado que se dio en primera instancia por una incógnita, una necesidad inicial, cuando se conoce el resultado se da fin a ese proyecto, y tal vez, se puede empezar otro **(Estrada, 2015)**. Según el Project Management Institute, los proyectos son “actividades enfocadas hacia el logro de un objetivo específico único, de carácter temporal, con una fecha de inicio y conclusión definidas” **(PMI, 2017)**.

El PMBOK (Project Management Body Of Knowledge) representa el *libro sagrado* de la metodología de trabajo del PMI, y describe nueve ejes fundamentales interrelacionados que se enfocan en un claro objetivo: conseguir en el tiempo y costo planeados, el objetivo o entregable del proyecto, en un nivel de alcance y de calidad predeterminados. **(Ramirez-Martinez & Garrido Rios, s.f.)**

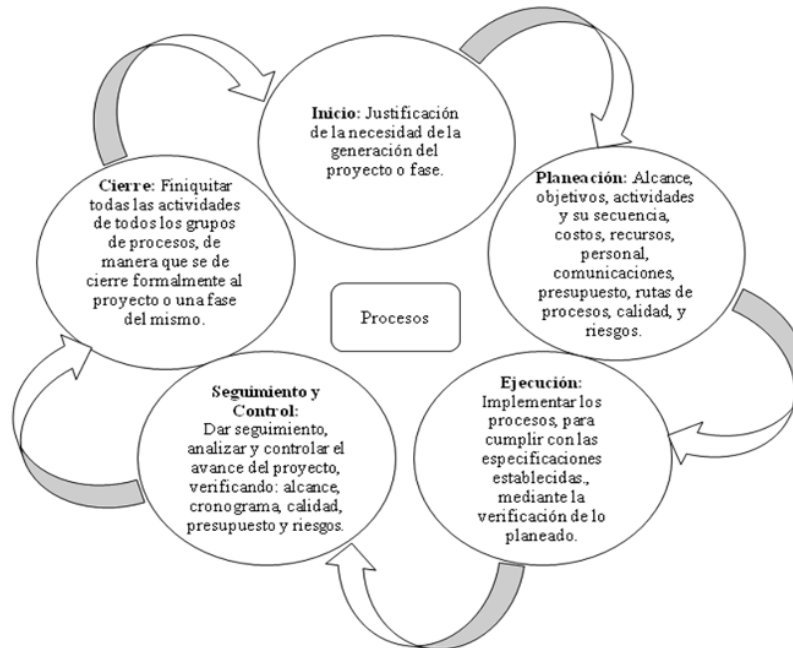


Ilustración 4. Grupos de procesos según el PMI.

Según la **Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) sexta edición (2017)** los elementos de un proyecto corresponden a:

1. *Finalidad y objetivo:* suelen estar relacionados con el resultado que se quiere obtener al final de la ejecución de un proyecto y los objetivos son los que ayudarán a alcanzar esa finalidad. El objetivo es el cómo y la finalidad es el porqué.
2. *Beneficiarios:* todos los proyectos tienen un beneficiario, aunque sea el mismo ejecutor. Esta es la persona o personas que se verán beneficiadas con los resultados de un proyecto.
3. *Producto o servicio:* elemento central de un proyecto por el cual se podrá satisfacer a los beneficiarios. Este no debe confundirse con el resultado de un proyecto ya que solo es un medio para alcanzar los objetivos.
4. *Actividades:* todo proyecto está hecho de actividades las cuales pueden ser divididas según el tamaño del proyecto.
5. *Calendario:* también conocido como cronograma los cuales indican las fechas y plazos en los que las actividades deberán de realizarse. También se pueden incluir los costos y los responsables de cada ejecución.
6. *Recursos disponibles:* esto es con lo que se cuenta para llevar a cabo el proyecto y existen dos tipos: humanos y materiales (financieros, físicos, etc.)

7. *Presupuesto*: determina el financiamiento disponible para el proyecto. Se debe ser muy preciso y meticuloso al momento de calcularlo.
8. *Resultados*: es aquello que se quiere alcanzar con el proyecto una vez se han cumplido los objetivos.

Para **Winter (2006)**, “la gestión de proyectos -incluyendo la gestión de programas y portafolios- es ahora el modelo dominante en muchas organizaciones para la implementación de la estrategia, transformación de negocio, mejoramiento continuo y desarrollo de nuevos productos”. Ahora, ¿Cuál es la relación entre proyectos, programas y portafolios? Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Un programa es un conjunto de proyectos que guardan cierta relación entre sí y que se pueden ejecutar de modo secuencial, totalmente en paralelo o solapándose parcialmente. Un portafolio es un nivel de agrupación superior, en el que se gestionan y priorizan programas y proyectos individuales, que no tienen por qué estar relacionados entre sí pero que ayudan en su conjunto a alcanzar objetivos estratégicos del negocio.

Según **Castillo, Vega & Meneses (2020, p-634)** afirma que “el ciclo de vida de un proyecto es una secuencia de fases que conectan el inicio con el fin de un proyecto. Permiten definir que trabajo técnico se debe realizar en cada fase, cuando se deben generar los productos entregables, quién está involucrado en cada fase y como controlar y aprobar cada una de ellas”. Estas investigaciones coinciden en que el ciclo de vida de un proyecto abarca desde su inicio hasta su conclusión. A partir de esto se puede determinar o conformar el ciclo de vida del proyecto, con arreglo a diferentes criterios; entre ellos, los aspectos únicos de la organización, de la industria o tecnología empleada. Mientras que cada proyecto tiene un inicio y final definidos, los entregables específicos y las actividades que se llevan a cabo varían ampliamente, dependiendo las características de cada uno. El ciclo de vida proporciona el marco de referencia básico para la construcción del proyecto (**Almaguer-Torres, Perez-Campaña & Aguilera-Garcia, 2021**). Según **Quesada (2023)**, el ciclo de vida del proyecto se compone de:

**Iniciación**: se estudia la factibilidad del proyecto y se estiman los tiempos para llevarlo a cabo en su totalidad. Su viabilidad determinará si se continúa o no con las siguientes fases del proyecto. Para esto se necesitan realizar dos documentos:

- *Documento del caso:* justifica la necesidad del proyecto y que beneficios se obtienen al final del resultado.
- *Estudio de factibilidad:* evaluar metas, cronogramas y costos para ver si se ajustan a los tiempos necesarios con los que se desea ejecutar el proyecto.

Una vez que se ejecuten los dos se decide si se continúa o no con el proyecto. Si la respuesta es negativa se reevalúan los términos nuevamente del proyecto.

**Planificación:** se debe planificar cada uno de los pasos a seguir, quienes los ejecutarán, sus tiempos correspondientes y el costo de cada una de las actividades. Se necesita tener un plan sólido para que el equipo de trabajo sepa a donde ir, que necesita hacer y con quien comunicarse. También se debe crear un plan de seguimiento y control (personas delegadas y frecuencia de los reportes -mensual, trimestral, semanal-).

**Ejecución:** se pone en marcha lo que se plasmó en la etapa I y etapa II con la finalidad de entregar productos para complacer al cliente. Se pone en práctica todo.

**Seguimiento y control:** suele ir combinado con la ejecución, a medida que se va ejecutando lo planificado, se irá supervisando el progreso con el propósito de corregir lo necesario en el camino.

**Cierre:** el cierre se produce una vez que se haya entregado los resultados al cliente y también se haya comunicado a todas las partes interesadas. En esta etapa es importante que se liberen los recursos (activos, personal). Evitar dejar cosas en el aire. Es importante que se obtengan todas las lecciones aprendidas.

## 2.2.2 Cómo funciona el sector energético y su importancia en la economía

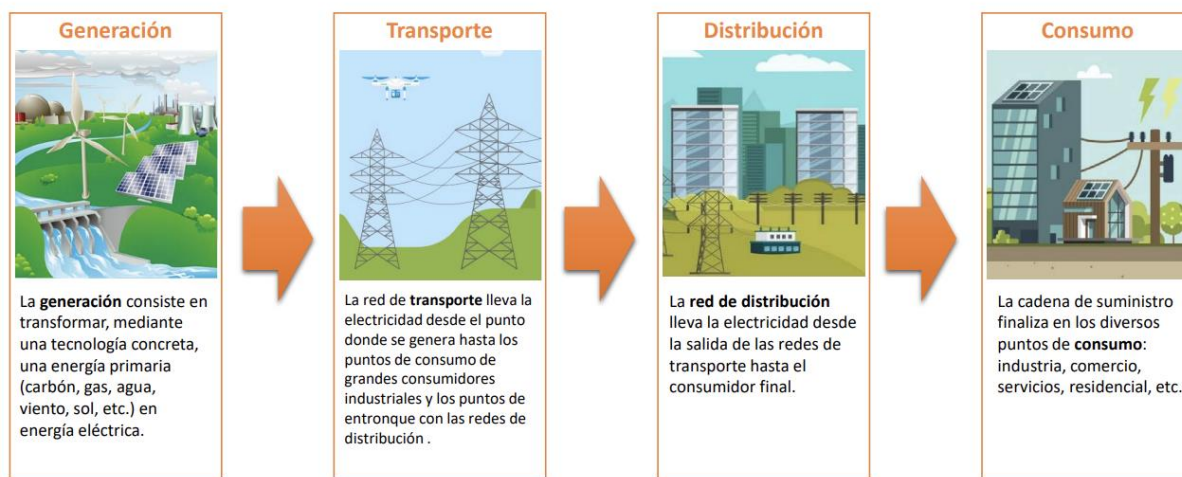
Según la **Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (s.f.)** “la energía eléctrica es causada por el movimiento de cargas eléctricas negativas (electrones) a través de un cable conductor como consecuencia de la diferencia de potencial entre dos puntos”. La energía eléctrica es un bien intangible muy importante para el desarrollo sostenible de los sectores económicos de un país y por esto la relevancia de mantener la confiabilidad del sistema eléctrico. Una de las principales características del sistema eléctrico es mantener la frecuencia dentro de unos límites estrictos para que el suministro eléctrico se realice en condiciones de

calidad aceptables, y por esto, se debe garantizar el equilibrio entre la generación y la demanda **(Montoya-Cardona, 2021)**.

El sector de energía eléctrica, Bienes y Servicios Conexos está compuesto por tres grandes subsectores: el primero se encarga de producir, distribuir y comercializar la energía eléctrica, el segundo abarca las empresas que fabrican bienes asociados a la energía como son transformadores, cables, tableros, motores y otros bienes electromecánicos; y el tercero es de servicios conexos que se encarga de realizar todos los procesos de ingeniería, diseño, consultoría, gestión, ejecución e interventoría de proyectos **(Colombia productiva, s.f.)**. La energía es un medio global indispensable que se produce en cada país de una forma diferente según distintas fuentes. Sin ella el colapso económico es inminente **(Reglero, 2022)**.

La electricidad hoy en día es ampliamente considerada como un commodity. Como commodity este se compra y se vende tanto como potencia y energía, con varios atributos que se comercializan en los mercados eléctricos. Sin embargo, este energético tiene algunas características únicas que lo distinguen de casi todos de los demás commodities que se pueden comercializar dentro de un mercado organizado. En primer lugar, la principal característica es que este no puede almacenarse en grandes cantidades ni inventariarse. Por tanto, la electricidad tiene que ser generado y transmitido al mismo tiempo que es consumido. En segundo lugar, es importante considerar la peculiaridad de la electricidad para su transporte ya que este no puede ser enviado en paquetes etiquetados. Llevar la energía eléctrica desde los centros de generación hacia los centros de consumo requiere de extensas redes de transmisión y distribución que interconectan todo el sistema y tienen que funcionar como un todo integrado. En tercer lugar, en el sector eléctrico existen diversas tecnologías que son eficientes para la generación de energía eléctrica. En cuarto lugar, las actividades de transporte de electricidad (transmisión y distribución) implican usualmente grandes costos hundidos y no se hace funcional fomentar la competencia (no resulta económico ni ambientalmente amigable construir múltiples líneas de transmisión y/o distribución que compitan entre ellas para el transporte de energía) **(J. Lozano et al., 2018)**

## La cadena de suministro



**Ilustración 5.** Cadena de suministro de la electricidad.

La creciente demanda de las necesidades sociales a nivel global, impulsada por los hábitos de vida y la forma en que se organizan las regiones ha llevado al crecimiento paralelo de la industria y con ello al creciente aumento del consumo de energía. Dentro de la matriz energética los sectores más demandantes de energía son el residencial, transporte e industrial **(UPME, 2009)**. El sector energético y el desarrollo económico de un país están fuertemente relacionados. Los datos empíricos nos demuestran que la demanda energética de un país está muy relacionada, no solo con su Producto Interior Bruto, sino también con la capacidad industrial del mismo. Al crecimiento económico de un país le acompaña el desarrollo de las industrias, las cuales consumen grandes cantidades de energía para producir bienes y servicios que son posteriormente consumidos por los ciudadanos y exportados a otros países. La energía se ha convertido en el combustible de la economía y, por lo tanto, en una pieza clave del desarrollo económico **(Reglero, 2022)**.

### 2.2.3 Gestión y previsión de la demanda en el sector energético

**Rodríguez-Castellanos (2016)** afirma que “La demanda de la energía eléctrica es la cantidad de potencia que un consumidor requiere en un determinado periodo de tiempo. El periodo durante el cual se toma el valor medio de la demanda se denomina intervalo de demanda. La demanda se puede expresar en kVA, kW, kVAR, A, etc.”

Un importantísimo subcomponente de la planeación de operaciones moderna en toda la empresa es la planificación de la demanda: un proceso multifuncional para preverla y para planificar el suministro de productos y servicios, y optimizar la entrega según los intereses del

mercado. Es una herramienta esencial para que las empresas afronten la imprevisibilidad anticipándose y adaptándose a las variaciones de la demanda, a fin de maximizar la rentabilidad y aumentar la resiliencia en un clima de cambios (**Workday, 2021**). A pesar de las imprecisiones inherentes al intentar predecir el futuro, los pronósticos necesariamente guían el establecimiento de políticas y la planeación. ¿Cómo puede la Reserva Federal ajustar en forma realista las tasas de interés sin alguna noción del crecimiento económico futuro ni de las presiones inflacionarias? ¿Cómo un gerente de operaciones establecería realísticamente programas de producción sin algún estimado de las ventas futuras? ¿Cómo podría una compañía determinar la plantilla laboral de sus *call centers*, sin alguna suposición de demanda futura de sus servicios? ¿Cómo un banco haría planes realistas sin algún pronóstico de futuros depósitos y saldos en préstamos? Todos requieren los pronósticos. Las necesidades de pronósticos están en todas las líneas funcionales, así como en todos los tipos de organizaciones. Los pronósticos son absolutamente necesarios para avanzar en el ambiente de negocios actual, siempre cambiante y altamente interactivo (**E. Hank & W. Wichern, 2010**)

El autor **Ortiz-Alvarado (2015)** menciona que “La predicción de la demanda es un aspecto importante en el desarrollo de cualquier modelo para la planificación de un sistema eléctrico y se pueden representar como una demanda máxima, curvas de carga diaria, semanal o anual. Las predicciones a corto plazo son fundamentales para el control y programación de los sistemas de energía y ellas son necesarias como dato de entrada para los algoritmos de planificación, generación y transmisión de electricidad”.

La aplicación de un método para desarrollar un estudio de planificación energética se hace una práctica obligada, ya que es la única forma de hacer congruentes los resultados entre países con profundas diferencias en sus niveles de desarrollo y disponibilidad de recursos.

Adicionalmente siendo la energía un compuesto de materias negociables, especialmente el petróleo, que implican un alto índice de interdependencia en los mercados mundiales, la autonomía que tenga un país en estos recursos es un elemento fundamental en el planteamiento del problema. Por último, no menos importante, es el marco económico en el que el país en estudio base su Plan de Desarrollo, ya que esto tiene que ver con la modalidad de propiedad y manejo de los recursos energéticos que conformen su balance energético. (**Jardon U., 1995**). Adicional, el autor hace énfasis en realizar un análisis integral de los siguientes diagnósticos para llevar a cabo la metodología planteada:

- *Diagnóstico económico social:* en esta fase se evalúa el estado actual de la economía y la sociedad de un país para comprender las necesidades energéticas presentes y futuras, en donde, se estructura el sistema económico el cual identifica los sectores productivos y su nivel de desarrollo, se detalla la demografía y urbanización que hace parte del crecimiento poblacional, distribución geográfica y su impacto en los consumos energéticos, se establecen las condiciones sociales que corresponden al nivel de vida de la población, el acceso a los servicios públicos, pobreza energética y equidad en la distribución de energía y, se enmarcan las políticas y leyes regulatorias en donde también se identifican las barreras que posiblemente pueden presentarse en los proyectos de inversión.
- *Diagnóstico energético:* analizar el estado actual del sistema energético del país en donde se considera el estudio de la oferta energética que hace referencia a las diversas fuentes de energía disponible, la capacidad de generación y las reservas, se realiza la validación de los consumos energéticos por sector (residencial, industrial, transporte, comercial, etc.) para identificar la tendencia en los comportamientos de la demanda, se define la infraestructura en donde se evalúa el estado de las redes de generación, transmisión y distribución de energía, se ejecuta el estudio de la eficiencia energética en donde se determinan los niveles de pérdidas, tecnologías disponibles y posibilidades de estrategias de optimización y por último, se implementa la evaluación del impacto ambiental que corresponde a las emisiones de gases de efecto invernadero, contaminación y sostenibilidad de las fuentes energéticas.
- *Estrategias de desarrollo:* una vez realizados los diagnósticos anteriores, se establecen diferentes estrategias que puedan incluir mayor participación de energías renovables para reducir la dependencia de combustibles fósiles, la implementación de tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo sin afectar el desarrollo, la promoción de generación distribuida y acceso de energía en zonas rurales o marginadas, el fomento a la investigación en nuevas fuentes de energía y almacenamiento y, desarrollo de marcos normativos que incentiven la inversión y el uso sostenible de la energía.

Lo anterior permite diseñar una planificación alineada e integrada con el crecimiento económico del país, el bienestar social y la sostenibilidad ambiental, tres ejes fundamentales para garantizar un sistema energético eficiente. La planificación de la demanda es un proceso que consiste en prever los cambios y planificar la forma de optimizar el suministro en consecuencia. Una planificación eficaz de la demanda empodera a la empresa para reaccionar más rápido

ante los cambios en las preferencias de los clientes, optimizar los márgenes y aprovechar las oportunidades de ventas para maximizar los beneficios **(Workday, 2021)**.

#### **2.2.4 Tipos de modelos de pronósticos de demanda**

En el ámbito de la proyección es importante seleccionar el método que mejor se adapte a las necesidades y sea aplicado adecuadamente en cada situación particular, debe ser presentada en la forma que sea más valiosa para ser analizada como zona geográfica, sexo, edad, etc., y debe estar íntimamente relacionada con la calidad de los datos de entrada (información comercial y pública), opiniones de expertos y las encuestas. La selección del modelo dependerá de la cantidad y calidad de los antecedentes disponibles así como de los resultados esperados: efectividad del método, precisión (cualquier error en su pronóstico afectará el costo), sensibilidad (debe ser lo suficientemente estable para enfrentar situaciones cambiantes), objetividad (la proyección debe garantizar su validez y oportunidad de una situación histórica), sin embargo, los resultados son sólo estimaciones o indicadores de referencia, estos deberán complementarse con el juicio y apreciaciones cualitativas del análisis.

Las técnicas empleadas en la realización de pronósticos varían en función del contexto en que se mueve el fenómeno objeto de la previsión. En principio, las técnicas pueden clasificarse en dos grandes categorías: técnicas cuantitativas y técnicas cualitativas. **(Nogueira-Rivera, 2003)**. La estimación del comportamiento futuro de algunas de estas variables puede realizarse por medio de diversas técnicas de pronósticos que se basan en los siguientes criterios: validez y disponibilidad de los datos históricos, el costo del procedimiento, el beneficio de los resultados, los periodos futuros a pronosticar, el tiempo disponible para hacer el estudio y etapa del ciclo de vida del producto. Los métodos de proyección se utilizan como técnicas complementarias antes que como alternativas estimativas certeras.

Varios autores **(Anderson s.a.; Calero Viner 1986; Companys Pascual 1990; Rios 1983; Schroeder 1992; Diaz 1993; Uriel 1985; Hillier / Lieberman 1991)**, coinciden en que:

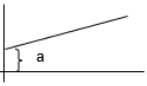
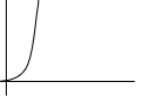


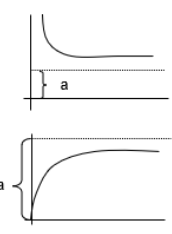

- Las técnicas cualitativas se fundamentan principalmente en la experiencia y el juicio humano, permitiendo realizar estimaciones futuras a partir de información no numérica; como opiniones de expertos, comparaciones y analogías. A menudo se les denomina técnicas subjetivas, ya que dependen de la percepción y criterio de quienes las aplican. Por ende, esta técnica se utiliza cuando no hay tiempo o cuando no hay antecedentes

mínimos, cuando los datos iniciales no son confiables, entonces, emitir algún juicio sobre la eficacia de sus estimaciones finales resulta casi imposible.

- Las técnicas cuantitativas se basan en dos enfoques estadísticos tradicionales: el análisis de series temporales, donde el tiempo actúa como variable independiente y los modelos causales. Según los autores **Schroeder (1992)**, **Diaz (1993)**, **Rios (1983)**, **Uriel (1985)**, **Hillier & Lieberman (1991)**, en los modelos causales el tiempo no es la variable principal para la recopilación de datos, sino que se asume la existencia de relaciones específicas entre diferentes variables, es decir, se basan en el supuesto de que el grado de influencia de las variables del mercado permanecen estables, esto se realiza en tres etapas: la identificación de una o más variables (como PIB, tasa natalidad, permisos construcción), la selección de la forma que relacione la variable con el comportamiento del mercado y la validación del método de pronosticar que satisfaga el sentido común como las pruebas estadísticas. En cambio, los modelos de series de tiempo se dan cuando la información histórica está disponible de forma confiable y completa para realizar proyecciones de tipo estadística. El objetivo es identificar con precisión dichas relaciones, haciendo uso de ecuaciones de regresión; el método más común para hacerlo.

Se puede clasificar la demanda según las siguientes clases: demanda conocida, demanda probabilística y demanda desconocida o incierta.

- *La demanda conocida*, se presenta cuando los clientes hacen sus pedidos con fechas y cantidades determinadas, lo que las hace conocidas desde el principio.
- *La demanda probabilística*, se presenta cuando se conoce su comportamiento según factores de tendencia y ponderación histórica que permiten establecer una distribución probabilística de demanda.
- *La demanda desconocida o incierta*, se presenta cuando no es posible conocer anticipadamente la demanda y resulta difícil hacer proyecciones de la información histórica que permitan tener una idea aproximada de la demanda o de los factores que la originan, ya que, no se dispone de métodos que proporcionen predicciones completamente exactas. Entre estos enfoques esta: solicitud de opiniones, examen de las tendencias históricas, indicadores indirectos, modelos econométricos.

Tipos de Proyección	ECUACIÓN F (tiempo)	Grafico
Proy. Lineal	$Y = A + BX$	
Proy. Exponencial	$Y = ae^{bx}$	
Proy. Potencial	$Y = ax^b$	
Proy. Logarítmica	$Y = a + b \ln x$	
Proy. Asintótica	$Y = a + \frac{b}{x}$ $Y = a - \frac{b}{x}$	
Proy. Gompertz	$Y = e^{(a - \frac{b}{x})}$	

**Ilustración 6.** Diferentes ejemplos de proyecciones por regresión.

Las técnicas usadas en la predicción se pueden clasificar de la siguiente manera: las que ayudan a determinar las tendencias, las que identifican los puntos de giros (cambios de ciclos) y las que describen los modelos estacionales. Algunas de las técnicas más conocidas de pronosticar la demanda son: regresión por mínimos cuadrados, regresión por factor de crecimiento, promedios, promedios móviles y promedios móviles ponderados y, técnicas de razones para predicción de la temporalidad.

*Promedios:* para calcular la media aritmética, se calcula la suma de las unidades totales y se divide entre el número de años para llegar a la media aritmética,  $\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$ . Los pasos son los siguientes: se selecciona la amplitud del periodo de tiempo que se incluirá en el proceso de promediar, se calcula la media aritmética para este tiempo y se utiliza en datos históricos sin mucha variación.

*Promedio móvil simple:* según el **Centro Nacional de Control de Energía CENACE, (2017)** explica que “el pronóstico de promedio móvil simple es óptimo para patrones de demanda aleatoria o nivelada donde se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque de periodos de hasta 7 días anteriores”.

$$\hat{X}_t = \frac{\sum_{i=1}^n x_{t-i}}{n}$$

Donde:

$\hat{X}_t$  = Promedio de la demanda de energía en el periodo  $t$

$x_{t-i}$  = Demanda real de los periodos anteriores a  $t$

$n$  = Número de observaciones

*Promedio móvil ponderado*: adicional, el **CENACE (2017)** afirma que “es una variación del promedio móvil. Mientras en el promedio móvil simple se le asigna igual importancia a cada uno de los datos que componen dicho promedio, en el promedio móvil ponderado se asigna una importancia específica (ponderación) a los datos para obtener el promedio, siempre que la sumatoria de las ponderaciones sea equivalente al 100%. Es una práctica regular aplicar el factor de ponderación mayor al dato más reciente. Los días considerados para el cálculo de pronóstico (en la hora correspondiente), se clasifican de acuerdo con las variables de tipo de día y mes. Los factores de ponderación serán determinados con base en la experiencia del pronosticador. Normalmente, el valor más reciente es el que tiene mayor ponderación”

$$\hat{X}_t = \sum_{i=1}^n C_i * x_{t-i}$$

Donde:

$\hat{X}_t$  = Promedio de la demanda de energía en el periodo  $t$

$C_i$  = Factor de ponderación

$x_{t-i}$  = Demanda real de los periodos anteriores a  $t$

$n$  = Número de datos

*Regresión por cuadrados mínimos*: está diseñada para ajustarse a una línea recta a través de los puntos de los datos, de las demandas históricas, su inconveniente es que no proporciona una ecuación que puede usarse para la predicción. Para explotar la técnica de regresión por cuadrados mínimos, según se aplica en la predicción de la tendencia, es necesario entender la ecuación de una línea recta. Para formular la ecuación de una línea recta, se necesitan dos elementos de información: primero, se debe determinar el punto en el cual la línea intercepta el eje Y, y segundo, se debe determinar la inclinación de la línea o pendiente. La ecuación tradicional de una línea recta se expresa como:  $Y = a + b X$ , donde:

Y es la variable dependiente para la cual se hace la predicción

a es el punto de intercepción de la línea expresada como el aumento de unidades de Y para un aumento de unidades de X

b es la pendiente de la línea

X unidades de la variable independiente

La técnica se utiliza para acomodar una línea recta a través de los datos reunidos de manera que las desviaciones de la media aritmética (promedio) sean minimizadas. El procedimiento para calcular la línea de regresión por cuadrados mínimos es de la siguiente forma:

AÑO	X	Y	XY	X <sup>2</sup>
-----	---	---	----	----------------

Formular una tabla con los siguientes encabezados de columnas: Año que incluye los años para los cuales se dan los datos

X que es igual a las desviaciones de determinados años desde el año del punto medio, expresados como enteros positivos y negativos

Y valor de los datos a proyectar de un año dado expresadas en unidades

XY el producto de multiplicar las desviaciones por los valores de los años dados

X<sup>2</sup> las desviaciones elevadas al cuadrado

Sumar las columnas para obtener ( $\Sigma Y$ ) ( $\Sigma XY$ ) ( $\Sigma X^2$ ) ( $\Sigma N$ )

Colocar estos valores en las ecuaciones siguientes:  $a = \Sigma Y / N$      $b = \Sigma XY / \Sigma X^2$

Usando cualquiera de los dos valores de X, encontrar los valores correspondientes para Y, trazar estos puntos y luego trazar una recta a través de ellos, esto proporciona una representación gráfica de la línea de regresión de los cuadrados mínimos y la ecuación de la línea recta será:  $Y = a + b X$

*Regresión por factor de crecimiento:* los métodos anteriores, al final requieren gran cantidad de cálculos para poner al día sus cifras, esto se reduce con la utilización de la regresión por factor de crecimiento. Evita algunos problemas asociados con el uso de promedios móviles para mantener la estabilidad de la predicción o para controlar los efectos de las fluctuaciones. Recomendado para portafolios amplios de productos. Este método utiliza una demanda real y un factor  $\alpha$ , este método acelera los registros y no depende de los históricos.

*Predicciones de la temporalidad:* el modelo de demanda cíclica requiere un enfoque modificado. Una de las técnicas útiles en este caso es usar índices de demanda para cada mes. Como puntos de partida, se examinan los modelos de las ventas mensuales por dos o más años anteriores y en base a estos datos, se pueden calcular las cifras de las ventas promedio para cada mes.

### **2.2.5 Importancia de la planificación y gestión operativa en las organizaciones**

La palabra administración viene del latín *ad* (hacia, dirección, tendencia) y *minister* (subordinación u obediencia) y significa aquel que realiza una función bajo el mando de otro. Sin embargo, el significado de esta palabra sufrió una transformación radical. La tarea de la administración pasó a ser la de interpretar los objetivos propuestos por la organización y transformarlos en acción organizacional a través de la planeación, la organización, la dirección y el control de todos los esfuerzos realizados en todas las áreas y en todos los niveles de la organización, con el fin de alcanzar tales objetivos de la manera más adecuada a la situación y garantizar la competitividad en un mundo de negocios muy competido y complejo. La administración es el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos para lograr los objetivos organizacionales. **(Chiavenato, 2004)**

Un estudio realizado por **Espinoza et al. (2021)** estableció que existe una relación directa entre el control interno y la gestión operativa, es decir, un nivel alto de control interno mejora la gestión operativa, además, evidenció que existe un vínculo directo entre el control interno, la gestión empresarial y la gestión financiera. El control interno es una herramienta que permite a la organización alcanzar sus objetivos en un horizonte de tiempo establecido. **Calle-Álvarez et al. (2020)**, lo define como “el conjunto de políticas, procedimientos, principios y métodos coordinados y ejecutados por la dirección para determinar el nivel de eficiencia y eficacia en el desempeño de los procedimientos y la realización de procesos que permitan alcanzar las metas y objetivos planificados con la finalidad de asegurar los recursos, creando confiabilidad para la toma de decisiones” **(p.433)**

Para que una organización cumpla con sus objetivos principales y complementarios debe de aplicar en todos sus procesos los siguientes principios: economía, eficiencia, eficacia, equidad y efectividad. Se considera que la gestión eficaz cuando la productividad gerencial, operativa y financiera se mide en términos de recursos utilizados y servicios prestados o bienes producidos. Así mismo, una gestión se considera eficaz cuando al evaluarla, se comprueba que

se identificaron claramente los receptores del bien o servicio prestado (**Estupiñan & Estupiñan, 2006**)

La empresa como sistema está relacionada con su entorno, del cual recibe entradas (INPUTS) en forma de recursos humanos, financieros, materiales, etc., que mediante la adecuada transformación permiten obtener unos resultados en forma de productos y/o servicios como salidas del sistema (OUTPUTS). (**Universidad de Huelva, s.f.**)

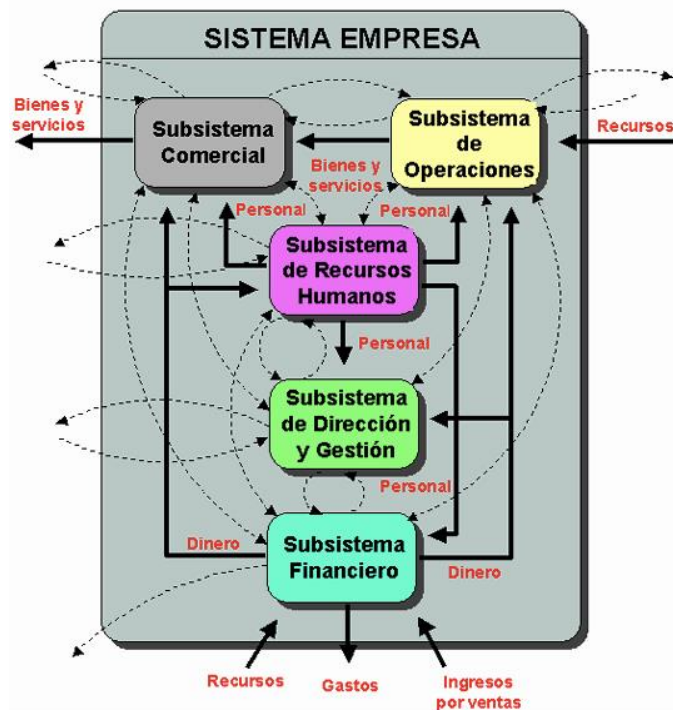


Ilustración 7. La empresa como sistema.

La Teoría General de Sistemas es fundamental en el análisis empresarial por diferentes razones: considera a la empresa como un sistema complejo con una visión más amplia y holística mediante un enfoque sistémico donde pueden desarrollarse modelos que faciliten la toma de decisiones y simplificar la gestión operativa, permite visualizar la empresa como un todo interconectado favoreciendo decisiones más estratégicas e integrales y facilita la interrelación entre las diferentes áreas de la organización.

## 2.3 Marco normativo

En Colombia existen diversas leyes, decretos, resoluciones y normas asociadas al sector energético, a continuación, se presenta cada una con su respectiva definición. El contenido fue extraído del Portal Único del Estado Colombiano y Sistema Único de Información Normativa.

Tipo de normatividad	Número de la normatividad	Contenido
<b>Ley</b>	Ley 142 de 1994	“Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 1994)</b>
<b>Ley</b>	Ley 143 de 1994 (julio 11)	“Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 1994)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 025 de 1995	“Por la cual se establece el Código de Redes, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional” <b>(República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 1995)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 043 de 1995	“Por la cual se regula de manera general el suministro y el cobro que efectúen las empresas de servicios públicos domiciliarios a municipios por el servicio de energía eléctrica que se destine para alumbrado público” <b>(República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 1995)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 043 de 1996	“Por la cual se dictan normas sobre alumbrado público” <b>(República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 1996)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 089 de 1996	“Por el cual se establece el régimen de libertad de tarifas para la venta de energía eléctrica a los municipios y distritos, con destino al alumbrado público” <b>(República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 1996)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 076 de 1997	“Por medio de la cual se complementan las normas contenidas en las resoluciones 043 de 1995, 043 y 089 de 1996 sobre el suministro y cobro que efectúen las empresas de energía eléctrica a los municipios, por el servicio de electricidad que destinan para alumbrado público”. <b>(República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 1997)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 108 de 1997	“Por la cual se señalan criterios generales sobre protección de los derechos de los usuarios de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica y gas combustible por red física, en relación con la facturación, comercialización y demás asuntos relativos a la relación entre la empresa y el usuario, y se dictan otras disposiciones” <b>(República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 1997)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 225 de 1997	“Por la cual se establece la regulación relativa a los cargos asociados con la conexión del servicio público domiciliario de electricidad para usuarios regulados en el Sistema Interconectado Nacional” <b>(República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 1997)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 070 de 1998	“Por la cual se establece el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional” <b>(República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 1998)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 116 de 1998	“Por la cual se reglamenta la limitación del suministro a comercializadores y/o distribuidores morosos, y se dictan disposiciones sobre garantías de los participantes

		en el mercado mayorista como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional” ( <b>República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 1998</b> )
<b>Ley</b>	Ley 675 de 2001	“Por medio de la cual se expide el régimen de propiedad horizontal” ( <b>Congreso de la República de Colombia, 2001</b> )
<b>Ley</b>	Ley 689 de 2001	“Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994” ( <b>Departamento Administrativo de la Función Pública, 2001</b> )
<b>Ley</b>	Ley 697 de 2001	“Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones” ( <b>Departamento Administrativo de la Función Pública, 2001</b> )
<b>Ley</b>	Ley 820 de 2003	“Por la cual se expide el régimen de arrendamiento de vivienda urbana y se dictan otras disposiciones” ( <b>Departamento Administrativo de la Función Pública, 2003</b> )
<b>Decreto</b>	Decreto 160 de 2004	“Por el cual se reglamenta el Fondo Especial de Energía Social y se dictan otras disposiciones” ( <b>República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 2004</b> )
<b>Decreto</b>	Decreto 3611 de 2005	“Por medio del cual se modifica y adiciona el Decreto 160 de enero 22 de 2004, en relación con el Fondo Especial de Energía Social” ( <b>República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía &amp; Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2005</b> )
<b>Decreto</b>	Decreto 850 de 2005 (marzo 28)	“Por medio del cual se modifica el Decreto 3735 de diciembre 19 de 2003, en relación con el programa de normalización de redes eléctricas y los esquemas diferenciales de prestación del servicio público domiciliario de energía eléctrica” ( <b>República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 2005</b> )
<b>Decreto</b>	Decreto 2424 de 2006	“Por el cual se regula la prestación del servicio de alumbrado público” ( <b>Departamento Administrativo de la Función Pública, 2006</b> )
<b>Resolución</b>	Resolución 091 de 2007	“Por la cual se establecen metodologías generales para remunerar las actividades de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica y las fórmulas tarifarias, generales para establecer al costo unitario de prestación del servicio público de energía eléctrica en las ZNI.” ( <b>Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2007</b> )
<b>Resolución</b>	Resolución 119 de 2007	“Por la cual se aprueba la fórmula tarifaria general que permite a los Comercializadores Minoristas de electricidad establecer los costos de prestación del servicio a usuarios regulados en el Sistema Interconectado Nacional” ( <b>Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2007</b> )
<b>Resolución</b>	Resolución 182138 de 2007	“Por la cual se expide el Procedimiento para otorgar subsidios del sector eléctrico en las ZNI”. ( <b>República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 2007</b> )
<b>Resolución</b>	Resolución 097 de 2008	“Por la cual se aprueban los principios generales y la metodología para el establecimiento de los cargos por uso de los Sistemas de Transmisión Regional y Distribución Local” ( <b>Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2008</b> )
<b>Resolución</b>	Resolución 110 de 2009	“Por la cual se fijan y aprueban los cargos unificados de distribución y comercialización aplicables a los usuarios del Sistema de Transmisión Regional Norte y del nuevo Sistema de Distribución Local, resultante de la integración de los mercados de comercialización y distribución de energía eléctrica que eran operados por la Electrificadora de la Costa Atlántica S.A. ESP y por la Electrificadora del Caribe S.A. ESP y que actualmente opera esta última” ( <b>Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2009</b> )
<b>Resolución</b>	Resolución 005 de 2010	“Por la cual se determinan los requisitos y condiciones técnicas que deben cumplir los procesos de cogeneración y se regula esta actividad” ( <b>Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2010</b> )

<b>Decreto</b>	Decreto 2915 de 2011	“Por el cual se reglamentan parcialmente los parágrafos 2° y 3° del artículo 211 del Estatuto Tributario” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2011)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 4955 de 2011	“Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2915 de 2011” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2011)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 181272 de 2011	“Por la cual se ajusta el procedimiento para otorgar subsidios del sector eléctrico en las Áreas de Servicio Exclusivo de las Zonas No Interconectadas Continentales y se deroga la Resolución 180195 de 2011” <b>(República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 2011)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 1258 de 2013	“Por el cual se modifica la estructura de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2013)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 1260 de 2013	“Por el cual se modifica la estructura de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2013)</b>
<b>Ley</b>	Ley 1715 de 2014	“Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2014)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 2492 de 2014	“Por el cual se adoptan disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda”. <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2014)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 2469 de 2014	“Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración”. <b>(República de Colombia - Ministerio de Minas y Energía, 2014)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 1073 de 2015	“Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2015)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 1076 de 2015	“Esta versión incorpora las modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2015)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 2143 de 2015	“Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo III de la Ley 1715 de 2014”. <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2015)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 1623 de 2015	“Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el SIN y en las ZNI” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2015)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 0281 de 2015	“Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala” <b>(Unidad de Planeación Minero-Energética UPME, 2015)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 1312 de 2016	“Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones”. <b>(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 1283 de 2016	Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de FNCER y Gestión Eficiente De La Energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones” <b>(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)</b>

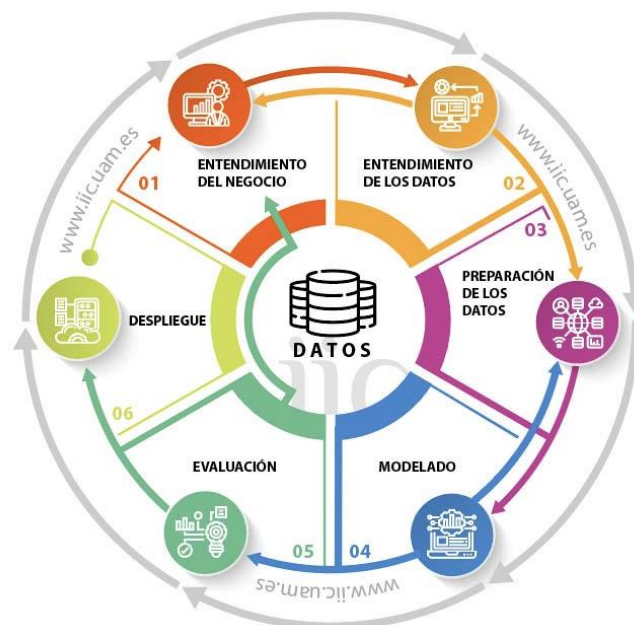
<b>Resolución</b>	Resolución 045 de 2016	“Por la cual se establecen los procedimientos y requisitos para emitir la certificación y avalar los proyectos de FNCER, con miras a obtener el beneficio de la exclusión del IVA.” <b>(Unidad de Planeación Minero-Energética UPME, 2016)</b>
<b>Ley</b>	Ley 1819 de 2016	“Por medio del cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal y se dictan otras disposiciones” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2016)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 585 de 2017	“Por la cual se establece el procedimiento para conceptuar sobre los proyectos de eficiencia energética/ gestión eficiente de energía que se presenten para acceder al beneficio tributario del que trata el literal d) del artículo 1.3.1.14.7 del Decreto 1625 de 2016; con sus respectivas modificaciones” <b>(Unidad de Planeación Minero-Energética UPME, 2017)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 1543 de 2017	“Por el cual se reglamenta el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, FENOGE, adicionando una Sección 5 al Capítulo 3 del Título III de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía 1073 de 2015” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2017)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 030 de 2018	“Por la cual se regulan actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional” <b>(Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2018)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 703 de 2018	“Por la cual se establecen el procedimiento y los requisitos para obtener la certificación que avala los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), con miras a obtener el beneficio de la exclusión del IVA y la exención del gravamen arancelario del que tratan los artículos 12 y 13 de la Ley 1715 de 2014, y se adoptan otras disposiciones.” <b>(Unidad de Planeación Minero-Energética UPME, 2018)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 2106 de 2019	“Por el cual se dictan normas para simplificar, suprimir y reformar trámites, procesos y procedimientos innecesarios existentes en la administración pública”. <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2019)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 196 de 2020	“Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para acceder a los beneficios tributarios de descuento en el impuesto de renta, deducción de renta y exclusión del IVA para proyectos de gestión eficiente de la energía.” <b>(Unidad de Planeación Minero-Energética UPME, 2020)</b>
<b>Resolución</b>	Resolución 203 de 2020	“Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para acceder a los beneficios tributarios en inversiones en investigación, desarrollo o producción de energía a partir de Fuentes no Convencionales de Energía (FNCE)” <b>(Unidad de Planeación Minero-Energética UPME, 2020)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 421 de 2021	“Por el cual se adiciona el Decreto 1073 de 2015 Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, en lo relacionado con las transferencias del sector eléctrico con destino a los municipios y distritos beneficiarios”. <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2021)</b>
<b>Ley</b>	Ley 2099 de 2021	“Por medio de la cual se dictan disposiciones la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones” <b>(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2021)</b>
<b>Decreto</b>	Decreto 2236 de 2023	“Por el cual se adiciona al Decreto 1073 de 2015 con el fin de reglamentar parcialmente el artículo 235 de la Ley 2294 de 2023 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 en lo relacionado con las Comunidades Energéticas en el Marco de la

		Transición Energética Justa en Colombia” ( <b>Departamento Administrativo de la Función Pública, 2023</b> )
--	--	---

**Tabla 3.** Normatividad en el sector energético.

### 3. METODOLOGÍA

La metodología seleccionada y utilizada para la presente investigación es CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining en inglés y Proceso Estándar Intersectorial para Minería de Datos en español), la cual permitirá abordar desde varios conjuntos de procedimientos y técnicas la recolección, análisis e interpretación de la información. “La metodología CRISP-DM es una de las más empleadas actualmente para el desarrollo de proyectos de minería de datos. En 1997, se puso en marcha bajo el financiamiento del Programa de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de Información de la Unión Europea (ESPRIT) y se dirigió inicialmente por cinco empresas: SPSS (empresa enfocada a software estadístico que posteriormente sería adquirida por IBM), Teradata (empresa encargada a Inteligencia de Negocios), Daimler AG (empresa automotriz que contaba con un equipo de Minería de Datos relevante), NCR (una de las mayores empresas en informática en aquel entonces que posteriormente produjo su propio software de Minería de Datos) y Ohra (compañía aseguradora que en aquellos años empezaba a explorar el uso potencial de la minería de datos). La primera versión de la metodología se presentó en Bruselas en 1999 y se publicó ese mismo año como una guía paso a paso de minería de datos” (Gallardo, 2018).



**Ilustración 8.** Fases de la metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining).

Este enfoque responderá al interrogante de investigación ¿Cómo la propuesta de una aplicación de un modelo que permite realizar pronósticos de la demanda energética puede

mejorar, en un horizonte de tiempo entre 1 a 6 meses, la ejecución de las operaciones internas en una empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali? mediante las siguientes fases estructuradas:

**01. Comprensión del negocio (Business Understanding):** esta etapa es fundamental para entender en un primer punto el problema a resolver y el contexto de la empresa que se está investigando.

- a. *Identificación del problema:* consiste en establecer los prerequisites, hipótesis, impedimentos y utilidad del estudio.
- b. *Determinación de objetivos:* especifica las metas que se buscan alcanzar al plantear la solución de la investigación utilizando el modelo de minería de datos.
- c. *Evaluación de la situación actual:* determina el estado as-is antes de implementar la solución del proyecto con la finalidad de establecer una comparación factible sobre la utilidad resultante del estudio.

**02. Comprensión de los datos (Data Understanding):** el objetivo de esta etapa es explorar los datos disponibles y validar su calidad.

- a. *Recolección de datos:* implica recopilar la información necesaria para la investigación identificando las fuentes de datos, las técnicas utilizadas para su recolección, los desafíos enfrentados durante el proceso y las estrategias aplicadas para la solución.
- b. *Caracterización de datos:* consiste en determinar el tipo, formato, volumen y significado de cada conjunto de datos utilizados en el estudio.
- c. *Análisis exploratorio de datos:* consiste en aplicar pruebas estadísticas fundamentales para examinar las características y propiedades de los datos con la finalidad de comprenderlos de manera más precisa.

**03. Preparación de los datos (Data Preparation):** el objetivo de esta fase es limpiar y transformar los datos para que posteriormente sean aptos para el modelamiento.

- a. *Limpieza de datos:* eliminar valores atípicos y manejar datos faltantes mediante diferentes técnicas como normalización, tratamiento e imputación de la información.
- b. *Creación de indicadores:* aplicación de nuevas variables que mejoren la predicción de los datos existentes e identificar otros comportamientos “ocultos” de la información.
- c. *Transformación de datos:* modificación del formato o estructura de los datos sin alterar su significado o esencia de este.

- 04. Modelado (Modeling):** fase encargada de aplicar diferentes tipos de modelado y seleccionar el algoritmo más adecuado en la predicción del objeto de estudio.
- Selección de técnica de modelado:* elección de la técnica más viable a implementar según el horizonte de tiempo como a corto, mediano y largo plazo.
  - Selección de datos de prueba:* etapa en que se requiere dividir la población en diferentes muestras que permitan acercar el resultado al contexto real del estudio.
  - Obtención del modelo:* generación del modelo óptimo de acuerdo con la selección de variables y parámetros acordes al desempeño de este.
- 05. Evaluación del modelo (Evaluation):** el objetivo de esta etapa es medir la precisión y el rendimiento del modelado antes de la implementación. Se utilizan métodos de comparación como las métricas de error, la validación del cumplimiento de los objetivos de la investigación y el ajuste de parámetros que no sean viables (si es necesario).
- 06. Implementación del modelo (Deployment):** en esta etapa se implementa el resultado en producción para la generación de valor a la empresa objeto de estudio en donde se integra el modelo con el sistema interno de la organización, se automatizan los datos y proyecciones y se realiza el seguimiento de la implementación para validar que su utilidad cumple con lo esperado – este último paso no se encuentra dentro del alcance de la investigación, ya que, los autores sólo proponen la implementación del modelo pero no la llevan a cabo en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali porque esto depende única y exclusivamente de las decisiones de los funcionarios internos a la organización

### 3.1 Enfoque y alcance de la investigación

La forma en que se aborda el estudio para el tipo de dato a utilizar es **Cuantitativo**, y se tienen dos tipos de información a recaudar: por medio de una **encuesta online**, la cual permitirá evaluar las descripciones de la operatividad de cada área organizacional y así, determinar las consecuencias que influyen directamente en el comportamiento de la demanda energética y, por otro lado, aquellos que se recolectarán por medio de una **solicitud de revisión de registros existentes** y permitirán identificar las variables que tienen una correlación cercana en los consumos de energía de los clientes y su tipología.

Adicional, el alcance de la investigación se aborda desde un enfoque **explicativo**, ya que, se busca establecer diferentes aplicaciones de modelos predictivos con base en datos históricos,

tendencias y variables dependientes para anticipar la demanda futura y así, guiar adecuadamente la planificación estratégica en cada una de las áreas operativas clave de la organización (causa y efecto).

### **3.2 Población y muestra**

A continuación, se describe el grupo de estudio y elementos que serán analizados en la investigación con el fin de obtener la información necesaria para establecer los diferentes modelos de pronóstico de demanda energética. Adicional, se describe la población involucrada o a quién va dirigido el presente estudio.

#### **3.2.1 Definición de la población**

Se describe detalladamente las características del conjunto de elementos seleccionados para realizar posteriormente el análisis de datos:

##### ***3.2.1.1 Identificación de la población para la encuesta online***

En este caso, la población involucrada para la realización de la encuesta online está compuesta por las áreas internas de la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali que tienen un mayor impacto directo debido a las consecuencias ocasionadas por las fluctuaciones de la demanda energética donde se incluyen el área de Gestión de la Medida, área de Peajes, área de Facturación, área de Servicio al Cliente y área de Ventas. El tamaño de la población corresponde a 5 áreas en total, de las cuales, se seleccionarán 3 participantes para obtener la información correspondiente al impacto operativo que se ha tenido por el comportamiento cambiante del consumo energético en cada una de las áreas, es decir, se cuenta con 15 participantes en total.

##### ***3.2.1.2 Identificación de la población para la solicitud de revisión de registros existentes***

La población involucrada para el estudio de las bases de datos es el sistema de información Mithra el cual se encarga de la administración base de los clientes, el cálculo de las tarifas para el mercado de comercialización, el control de la teled medida y lecturas, facturación, cartera y recaudo usuario final, control de compras y ventas de contratos, gestión del mercado y control de PQR's (Peticiónes, Quejas y Reclamos). Se extrajeron dos bases de datos para el estudio las cuales contienen las siguientes características:

*Base 1. Mercado regulado y no regulado de energía:* esta información tiene los consumos totales energéticos expresados en GWh clasificados en el mercado de energía regulada y no regulada en el periodo del 2020 al 2024 a nivel nacional en el territorio colombiano, este tiene un tamaño total de 60 registros y se encuentran divididos por mes de consumo (nombre y número de mes). La población es finita y homogénea, ya que en cada periodo se mide el mismo elemento que corresponde al consumo de energía.

*Base 2. Energía activa por cada operador de red según su fecha de ingreso:* esta información contiene la energía consumida por cada uno de los operadores de red desde la fecha de ingreso en operación con la empresa hasta el cierre del año 2024. El consumo está expresado en KWh y tiene un tamaño de 9.800 registros desde el periodo 2000 al 2024 pertenecientes a nivel nacional en el territorio colombiano. Adicional, por cada operador de red se relaciona la fecha de ingreso a la operación y el nombre del cliente al cual el operador de red le suministra la energía. Igualmente, la población es finita y homogénea, ya que por cada operador de red se mide el mismo elemento que corresponde al consumo de energía.

### 3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

A continuación, se calcula el tamaño de la muestra adecuada de la población descrita anteriormente para utilizar la información en el análisis de la investigación.

#### 3.2.2.1 Tamaño de la muestra para la base que contiene los consumos energéticos

Para determinar el tamaño de la muestra de la población referente a la demanda energética, se llevaron a cabo los siguientes pasos enmarcados a un muestreo probabilístico. Los criterios de inclusión fueron consumos energéticos y periodo, los criterios de exclusión fueron operadores de red, fecha de ingreso y nombre de cliente (estos últimos criterios se utilizarían principalmente para analizar el comportamiento y tendencia de los datos), es decir, que para el estudio y modelamiento de los pronósticos se utilizó la **Base 1. Mercado regulado y no regulado de energía**, ya que contiene el total de consumos energéticos por periodo y este histórico es el que se utiliza para realizar las proyecciones de demanda.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{E^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde;

$n =$  tamaño de la muestra

$N =$  tamaño de la población

$Z_{\alpha}^2 =$  nivel de confianza deseado

$p =$  proporción esperada de la población

$q = 1 - p$

$E =$  margen de error

- i. *Definición del nivel de confianza:* el nivel de confianza ( $\alpha$ ) seleccionado es 95%, es decir,  $\alpha = 0.05$  y  $Z_{\alpha}^2 = 1.96$ , este valor es el usualmente utilizado en las investigaciones e indica que dentro del rango dado se encuentra el valor real de un parámetro con 95% de certeza.
- ii. *El margen de error:* el valor seleccionado es 5%, es decir,  $E = 0.05$ , lo que significa que el 95% de las veces los resultados están dentro de un margen del 5% de lo que serían si se hubiese tenido en cuenta a toda la población objetivo. Este valor también es utilizado regularmente en las investigaciones.
- iii. *Proporción esperada de la población:* en la investigación se desconoce el valor de la proporción de la población que no tiene una característica en particular u homogénea, por tanto, se utiliza 0.5.

Entonces;

$n =$  a calcular

$N = 60$

$Z_{\alpha}^2 = 1.96$

$p = 0.5$

$q = 1 - 0.5 = 0.5$

$E = 0.05$

$$n = \frac{60 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.05)^2 * (60 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5} = \frac{60 * 3.8416 * 0.5 * 0.5}{0.0025 * 59 + 3.8416 * 0.5 * 0.5} = \frac{57.624}{0.1475 + 0.9604} = \frac{57,624}{1.1079} = 52.0119 \approx 52$$

En conclusión, se necesitaría una muestra de aproximadamente 52 periodos para obtener resultados representativos con un 95% de confianza y un margen de error del 5% en una población de 60 periodos.

### **3.2.2.2 *Tamaño de la muestra para la evaluación de la operatividad en las áreas de la organización***

Para determinar el tamaño de la muestra de la población que contiene la información del comportamiento procedimental de la organización como consecuencia de las fluctuaciones de energía, se llevó a cabo un muestreo por juicio. Los criterios de inclusión fueron áreas que realizan una o más actividades principales con la telemedida de los consumos energéticos de los clientes, perteneciente a un proceso misional, estratégico u operativo en la organización y áreas que cuentan con actividades que impactan directamente al cliente externo, para el caso de los criterios de exclusión fueron unidades que pertenecen a procesos de apoyo en la organización, que llevan a cabo una o más actividades indirectas en la telemedida de los consumos energéticos y procesos que no impactan al cliente externo con el desarrollo de su operación. Los participantes de cada área corresponden a los encargados de las mismas y son 15 en total. Esto permitirá evaluar la propuesta de estrategias eficientes para mejorar la operatividad que se ve impactada por los cambios presentados en el corto y mediano plazo debido a situaciones externas a la organización.

## **3.3 Instrumentos**

Las herramientas utilizadas para la recolección de datos cuantitativos con la finalidad de obtener la información pertinente para el estudio de la investigación se describen a continuación:

### **3.3.1 Instrumento para evaluar la operatividad**

Se diseñó una encuesta estructurada por medio de un formulario online elaborado por los autores de la investigación para recopilar información sobre la operatividad de cada una de las áreas de la empresa que se han visto afectadas directamente por las fluctuaciones de la demanda energética, esto con el fin de observar y analizar los resultados sobre la capacidad de respuesta que han tenido dichas áreas para hacerle frente a los cambios abruptos que se presentan como condiciones externas a la organización.

Las áreas a evaluar son: gestión de la medida, peajes, facturación, servicio al cliente y ventas, en donde se realizan interrogantes desde diferentes frentes como capacidad de respuesta del área o capacidad de recuperación ante eventualidades, estrategias a implementar en casos donde el incremento porcentual de la demanda supere a los consumos pronosticados, el nivel

de aprendizaje del recurso humano ante cambios externos e internos en los procesos, mejora continua o actualizaciones periódicas sobre el cómo ejecutar las actividades e identificación de procesos críticos o claves que son la base de sus responsabilidades diarias para el correcto funcionamiento de la operación. El cuestionario consta de 7 secciones estructuradas de la siguiente forma:

- *Sección 1:* título, objetivo de la encuesta y solicitud del correo del entrevistado. El título corresponde a “Trabajo de investigación - Especialización Gerencia de Proyectos” y el objetivo es “El objetivo de este formulario es la recopilación de información consistente y verídica sobre la operatividad que se tiene en cada área como: Gestión de la Medida, Peajes, Facturación, Servicio al Cliente y Ventas con respecto a las fluctuaciones de energía que se han tenido en los últimos 5 años. **Nota:** este formulario tiene 6 preguntas”. El correo electrónico es una pregunta obligatoria y debe ser un correo válido. Adicional, esta sección contiene el consentimiento informado el cual se explicará con más detalle en el ítem [3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización](#). Una vez el encuestado responda en la opción SI, se habilitará la siguiente sección y se podrá continuar con los interrogantes respectivos, de lo contrario, se finalizaría la encuesta.
- *Sección 2:* contiene la pregunta ¿A qué área perteneces? y sus posibles opciones con única respuesta como Gestión de la medida, Peajes, Facturación, Servicio al Cliente y Ventas.
- *De la sección 3 a la sección 7:* contiene las preguntas abiertas que se presentan en la *Tabla 1. Método cuantitativo: identificación de preguntas en la investigación*, la habilitación de estos interrogantes depende de la selección del área que se quiere evaluar.

Áreas en la organización					
Número de preguntas	Gestión de la Medida	Peajes	Facturación	Servicio al cliente	Ventas
<u>Pregunta 1 - Capacidad de respuesta del área</u>	¿Cuál ha sido el máximo incremento porcentual en la demanda energética con respecto a los últimos cinco años que a hoy ha soportado la	¿Cómo ha sido el manejo que el recurso humano encargado de las herramientas de validación de consumos le ha dado a situaciones donde	¿Cómo se han visto afectados los ANS (Acuerdos de Nivel de Servicio) establecidos en el proceso de facturación con los clientes debido a los	¿Cuál es el promedio de la cantidad de PQRS (Peticiónes, Quejas, Reclamos y Solicitudes) emitidas por los clientes en un periodo determinado cuando la cantidad	¿Cuáles han sido las estrategias que se han implementado en el mercado cuando la demanda ha superado a la oferta?

	capacidad instalada e infraestructura tecnológica en la organización y cómo ha sido su capacidad de respuesta ante dicha eventualidad?	se presentan diferencias significativas entre el cobro emitido por el operador de red vs lo que la empresa tiene en su sistema de telemedida como consecuencia de las fluctuaciones de energía?	aumentos porcentuales en la demanda energética y qué medidas se han tomado al respecto cuando no se cumplen dichos acuerdos?	de demanda energética es normalizada y cómo ha sido la capacidad de respuesta en la atención de solicitudes que oscilan abruptamente?	
<u>Pregunta 2 - Estrategias a implementar</u>	En caso de superar el umbral de demanda energética establecido en los pronósticos ya realizados en la organización, ¿Se cuenta con estrategias o planes de inversión en los sistemas de telemedida que puedan suplir los impactos inmediatos hacia el cliente externo?	¿El área cuenta con la implementación de un DRP (Plan de Recuperación de Desastres) adecuado el cual se pueda ejecutar con acciones inmediatas en situaciones donde se tenga incertidumbre sobre las oscilaciones en la demanda energética?	¿Qué planes de acción se tienen proyectados para mejorar el soporte, gestión y administración de facturas en el software utilizado actualmente en dado caso que este falle como consecuencia del aumento de transacciones?	¿Qué estrategias de comunicación se tienen contempladas con las áreas internas de la organización sobre los diferentes tipos de incidencias que podrían presentarse en situaciones donde se haya afectado algún tipo de proceso con el cliente debido a los cambios abruptos en la demanda energética?	¿Cómo sería a futuro el proceso de fidelización y retención de clientes de acuerdo con el comportamiento de la demanda de energía en el sector?
<u>Pregunta 3 - Nivel de aprendizaje del recurso humano</u>	¿Considera que los recursos humanos actuales tienen las habilidades necesarias para hacerle frente a un incremento superior al umbral permitido en la demanda energética?	¿El equipo de peajes necesita personal adicional para manejar el transporte de energía en dado caso que aumente la cobertura en las diferentes zonas geográficas del país?	¿Considera que el equipo humano de facturación tiene la formación necesaria para manejar nuevas herramientas o sistemas que se puedan implementar?	¿En el área de servicio al cliente considera que el personal cuenta con las herramientas adecuadas para enfrentar un aumento considerable en la cantidad de peticiones por cliente?	¿El personal de ventas se encuentra capacitado para la gestión y resolución de conflictos en acuerdos de ventas robustos?
<u>Pregunta 4 - Mejora continua</u>	¿Con qué regularidad la empresa evalúa las actualizaciones tecnológicas de sus equipos con respecto a los avances exponenciales del mercado?	¿Con qué regularidad el personal evalúa las actualizaciones tecnológicas de sus herramientas con respecto a los avances exponenciales del mercado?	¿Cómo es el proceso de implementación de nuevas automatizaciones sobre el proceso de facturación para disminuir la carga operativa en las actividades más críticas?	¿Se cuentan con estrategias a corto plazo para centralizar la atención de los clientes en la resolución de FACs (Preguntas Frecuentes) en tiempos más cortos a los presentados hoy en día?	¿Existe un proceso establecido para recopilar y analizar el feedback (retroalimentación) de los clientes sobre el proceso de ventas?

<p><u>Pregunta 5 - Identificación de procesos críticos</u></p>	<p>¿Cuál es el proceso en el área de la telemedida que considera ha sido el más crítico de sobreponerse a las fluctuaciones de la demanda energética y por qué?</p>	<p>¿Cuál es el proceso en el área de peajes que considera ha sido el más crítico de sobreponerse a las fluctuaciones de la demanda energética y por qué?</p>	<p>¿Cuál es el proceso en el área de facturación que considera ha sido el más crítico de sobreponerse a las fluctuaciones de la demanda energética y por qué?</p>	<p>¿Cuál es el proceso en el área de servicio al cliente que considera ha sido el más crítico de sobreponerse a las fluctuaciones de la demanda energética y por qué?</p>	<p>¿Cuál es el proceso en el área de ventas que considera ha sido el más crítico de sobreponerse a las fluctuaciones de la demanda energética y por qué?</p>
--	---	--	---	---	--

**Tabla 4.** Método cuantitativo: Identificación de preguntas para cada una de las áreas de la organización.

Los resultados obtenidos de la encuesta se utilizarán para mejorar las recomendaciones y conclusiones de la investigación en la propuesta de implementación del pronóstico adecuado de demanda energética. El entrevistado es el responsable de cada área seleccionada y deberá responder a los interrogantes presentados en la *Tabla 1. Método cuantitativo: identificación de preguntas en la investigación*. Esto se realizó en horario no hábil y esta encuesta fue distribuida por el Teams corporativo de la empresa.

El formulario se puede encontrar disponible por medio del siguiente enlace

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdKzWUjWtM2N8PnKiKISsVytceQ9D1XzyvU4BnmsdVw75gyBq/viewform?usp=header> ya que es público para cualquier persona a quien se le comparta el link de acceso.

### 3.3.2 Instrumento para evaluar los consumos energéticos

Se realizó una solicitud de revisión de registros existentes a la organización, especialmente al área de Gestión de Medida para el suministro de variables del consumo de energía tanto en función del tiempo como a nivel de cliente que permiten evidenciar la tendencia, comportamiento y características de los datos. Esta información es de carácter privado y corresponde a la cantidad o consumo total de energía activa por  $n$  cliente o  $n$  operador de red o un municipio en específico. Estas variables son:

- *Año de consumo*: periodo respectivo a la demanda energética expresado anualmente.
- *Mes de consumo*: periodo respectivo a la demanda energética expresado mensualmente.
- *Energía no regulada*: hace referencia a un consumidor con demandas de energía superiores o iguales a 55 MWh/mes.

- *Energía regulada*: hace énfasis al precio voluntario del pequeño consumidor conocido como tarifa PVPC y está supervisado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo
- *Total de consumo energético regulado y no regulado*: suma entre el consumo de energía regulada y no regulada por periodo.
- *Nombre del operador*: hace referencia al distribuidor final de la demanda energética.
- *Energía activa*: consumo del operador de red desde la fecha de ingreso hasta el cierre de operación del año 2024.
- *Fecha de ingreso*: corresponde al periodo en que el operador de red inició la operación en la empresa
- *Nombre visible en facturación*: corresponde al cliente final (por ser información restringida, en la investigación los clientes serán nombrados de forma ficticia desde el cliente 1 hasta el cliente n).

Los resultados obtenidos se utilizarán para realizar el modelamiento de los pronósticos de demanda energética de la investigación para la propuesta de implementación. El suministro de las bases de datos se realizó en horario no hábil y fue distribuida por el Correo corporativo de la empresa.

### **3.4 Descripción de procedimientos**

Para el levantamiento de información del método cuantitativo realizado por medio de una encuesta online y una solicitud de revisión de registros existentes en la empresa generadora y comercializadora de energía se llevaron a cabo las siguientes actividades:

#### **3.4.1 Levantamiento de información para el instrumento – Encuesta Online**

Se llevó a cabo un proceso estructurado que permitió recolectar los datos objetivos con el responsable de cada área identificada y seleccionada sobre el objeto de estudio.

- a. Se definieron los objetivos de la investigación con el fin de dar respuesta al interrogante, ¿Qué se quiere conocer? La finalidad de esta actividad es comprender de qué manera la empresa aborda o enfrenta las consecuencias que trae consigo las fluctuaciones de demanda energética que no se tienen previstas en el marco del sistema productivo ni estratégico para tomarlas como base en las recomendaciones futuras sobre lo que debe y no debe hacerse en dichas eventualidades.

- b. Se eligieron a las áreas y los participantes para la encuesta online por medio de un muestreo no probabilístico (juicio de expertos y conveniencia respectivamente), ya que se seleccionaron las áreas de mayor impacto en la organización por recomendación del Gerente de la organización y los participantes sobre los cuales los autores tenían más cercanía y disponibilidad para llevar a cabo el estudio. El total de participantes fueron 15, los cuales corresponden a cada una de las áreas seleccionadas en la empresa.
- c. Se seleccionó la técnica de recolección de datos más adecuada para la investigación como la encuesta online por medio de un Formulario, ya que proporciona facilidad en el manejo de la herramienta y los usuarios pueden ser autónomos en su diligenciamiento.
- d. Se diseñó el instrumento de recolección de información por medio de un formulario online el cual se elaboró en la herramienta gratuita de Google Forms.
- e. Se seleccionaron a los encargados de la recolección de información que son los autores de la investigación citados previamente en la portada del informe.
- f. Se eligió el medio de distribución de la encuesta el cual fue por medio de Teams por su facilidad y acceso oportuno.
- g. Se escogió el medio de recolección de información el cual es una hoja de Excel que contiene cada una de las preguntas implementadas en el formulario.
- h. Se determinó un tiempo de espera para el diligenciamiento del formulario y resolución de inquietudes de 7 días calendario para cada uno de los participantes.
- i. Al pasar el tiempo de espera, se verifica que toda la información haya sido recolectada y sea consistente (sin campos vacíos o nulos).

#### **3.4.2 Levantamiento de información para el instrumento – Solicitud de revisión registros existentes**

Se llevó a cabo un proceso estructurado al igual que el método anterior, que permitió recolectar los datos objetivos para identificar las variables y la relación entre las mismas con el responsable del área de Gestión de la Medida quien custodia este tipo de información en la organización.

- a. Se definieron los objetivos de la investigación con el fin de dar respuesta al interrogante, ¿Qué se quiere conocer?. La finalidad de esta actividad es validar el comportamiento de los consumos energéticos durante los últimos 5 años atrás al cierre de operación más reciente que es el año 2024, esta demanda se clasifica en los dos grupos macro que atiende la empresa a nivel nacional como el sector de energía regulada y el sector de energía no regulada, la cual será utilizada para el modelamiento del pronóstico. Adicional, se desea conocer el comportamiento y tendencia de los consumos por cada operador de red para clasificar la demanda por clientes y municipios finales.
- b. Se eligió el área y el participante para realizar el estudio por medio de un muestreo no probabilístico (juicio de expertos), ya que se seleccionó el área que custodia la información en la organización por recomendación del Gerente. El total de participantes fue 1, el cual corresponde a dicha área.
- c. Se seleccionó la técnica de recolección de datos más adecuada para la investigación como la solicitud de revisión de registros existentes por medio del correo corporativo, ya que proporciona facilidad en el manejo de la herramienta y evidencia del envío de la información a ser utilizada con carácter confidencial.
- d. Se seleccionaron las variables a solicitar como año de consumo, mes de consumo, energía regulada, energía no regulada, total de energía regulada y no regulada, nombre del operador, energía activa, fecha de ingreso y nombre visible en facturación.
- e. Se escogió el medio de recolección de información el cual es una hoja de Excel que contiene cada una de las variables mencionadas anteriormente para facilitar el análisis de información.
- f. Se seleccionaron a los encargados de la recolección de información que son los autores de la investigación citados previamente en la portada del informe.
- g. Se determinó un tiempo de espera para el envío de la información de 7 días calendario para el participante.
- h. Al pasar el tiempo de espera, se verifica que toda la información haya sido recolectada y sea consistente (que todas las variables solicitadas se encuentren incluidas en la base de datos).
- i. Finalmente, se realiza un muestreo probabilístico sobre la base de datos obtenida la cual da un resultado de 52 periodos continuos de consumo energético de 60 meses en total.

### **3.5 Análisis de información**

A continuación, se realiza una organización, limpieza e interpretación de los datos recolectados en la investigación con la finalidad de responder a la pregunta de investigación planteada y validar las posibles hipótesis que puedan facilitar la toma de decisiones.

#### **3.5.1 Análisis de información sobre la operatividad de las áreas en la organización**

Para evaluar las respuestas obtenidas mediante la aplicación de la encuesta online a los participantes seleccionados, se utilizará la herramienta de Excel que permitirá estructurar las mismas y procesar la información para obtener los resultados esperados.

*Paso 1.* Se define el enfoque de la validación a realizar el cual será el análisis de la codificación de las respuestas a los interrogantes establecidos en cada una de las áreas de la organización que permitirán identificar las fortalezas y debilidades que se tienen a nivel operativo y estratégico para responder efectivamente a las eventualidades de la economía y el mercado. Esta información se utilizará únicamente con la finalidad de mejorar las propuestas al sector para su trabajo futuro.

*Paso 2.* Se realiza la recolección de los datos mediante la exportación de las respuestas de la plataforma de encuesta, en este caso, Google Forms y se elige el formato adecuado para la visualización de la información como xlsx.

*Paso 3.* Se verifican que las respuestas a cada uno de los interrogantes estén completamente diligenciadas, se organizan y limpian los datos para mejorar la calidad de estos y se identifican valores inconsistentes para normalizarlos mediante la eliminación de duplicados, la eliminación de respuestas nulas o vacías, la corrección de errores tipográficos y la eliminación de respuestas inválidas o inconsistentes.

*Paso 4.* Se realiza la codificación de las respuestas mediante la implementación de etiquetas de variables, la conversión de respuestas abiertas a categorías y la agrupación de los datos homogéneos para su posterior validación.

*Paso 5.* Se lleva a cabo el procesamiento y análisis de la información mediante la generación de tablas de frecuencia para la identificación de tendencias y factores clave para constatar cuales son las fortalezas y debilidades de la organización ante la ejecución de sus procesos.

### **3.5.2 Análisis de información sobre los consumos energéticos**

Para comprender los datos recolectados, se utilizó el software JASP el cual es una herramienta de código abierto para el análisis estadístico respaldado por la Universidad de Ámsterdam y Excel que permite obtener y procesar grandes cantidades de datos en una hoja de cálculo. Las dos herramientas permiten mostrar la información mediante tablas y gráficos estadísticos.

#### Para la Base 1. Mercado regulado y no regulado de energía

*Paso 1.* Se define el enfoque de la validación a realizar el cual será mediante un análisis del comportamiento de los datos, análisis descriptivo y análisis de correlación entre variables que permitirá comprender e identificar tendencias y patrones en los datos históricos de consumo energético por períodos y su influencia. Se aplicarán conceptos como media, desviación típica, coeficiente de variación, mínimo y máximo. Esta información se utilizará únicamente para el modelado de los pronósticos energéticos.

*Paso 2.* Se realiza la recolección de la información mediante la exportación de las bases de datos recibidas por el correo corporativo de la organización y se elige el formato adecuado para la visualización, en este caso xlsx.

*Paso 3.* Se verifican que todas las columnas de variables estén completamente diligenciadas, se organizan y limpian los datos para mejorar la calidad de estos y se identifican valores atípicos o inconsistentes para eliminarlos o normalizarlos mediante la estandarización de encabezados, disminución de decimales, redondeo de cifras, transformación de variables tipo cualitativas a variables de tipo cuantitativas y conversión de los datos a una tabla de Excel.

*Paso 4.* Se lleva a cabo el procesamiento y análisis de información mediante la aplicación de las técnicas definidas como el análisis del comportamiento de los datos, análisis descriptivo y el análisis de correlación entre variables con la finalidad de identificar tendencias y factores clave en el comportamiento de los datos.

#### Para la Base 2. Energía activa de cada operador de red según su fecha de ingreso

*Paso 1.* Se define el enfoque de la validación a realizar el cual será mediante un análisis descriptivo que permitirá comprender e identificar tendencias, comportamientos y patrones en los datos históricos de consumo energético por períodos y por operador de red. Se aplicarán conceptos como media, desviación típica, coeficiente de variación, mínimo y máximo. Esta información se utilizará únicamente para comprender el comportamiento de los consumos energéticos por operador de red durante los últimos 5 años al cierre de la operación del año 2024, no se utilizará para el modelamiento en la investigación.

*Paso 2.* Se realiza la recolección de la información mediante la exportación de las bases de datos recibidas por el correo corporativo de la organización y se elige el formato adecuado para la visualización, en este caso xlsx.

*Paso 3.* Se verifican que todas las columnas de variables estén completamente diligenciadas, se organizan y limpian los datos para mejorar la calidad de estos y se identifican valores atípicos o inconsistentes para normalizarlos mediante la estandarización de encabezados, disminución de decimales, redondeo de cifras, transformación de variables tipo cualitativas a variables de tipo cuantitativas, conversión de los datos a una tabla de Excel y organización de la información por orden cronológico.

*Paso 4.* Se realiza una codificación de los datos para proteger la confidencialidad de los mismos en la investigación, esto se realiza por medio de la encriptación de la variable Nombre Facturación desde el valor Cliente 1 hasta el valor Cliente  $n$ .

*Paso 5.* Se lleva a cabo el procesamiento y análisis de información mediante la aplicación de las técnicas definidas como el análisis del comportamiento de los datos con la finalidad de identificar tendencias y factores clave.

### **3.6 Consideraciones éticas**

En esta sección se presentan los diferentes principios que se implementaron en la investigación para garantizar el uso responsable de la información y la confidencialidad de esta, con el fin de evitar daños, asegurar la transparencia y garantizar la validez del estudio.

### 3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

En la presente investigación, se asegurará y garantizará el cumplimiento de los principios éticos fundamentales. Antes de participar o responder los interrogantes en la encuesta online, se presentará una sección que contiene el **consentimiento informado** en el cual se explica el propósito del estudio, el método de recolección de datos y el momento de decidir el retiro voluntario en cualquier momento, si así se desea.

En el estudio se protegerá la confidencialidad de los encuestados asegurando que sus respuestas sean almacenadas en una base de datos privada y de conocimiento únicamente de los autores de la investigación. Estos datos serán eliminados una vez se haya culminado con el presente trabajo. Adicional, los datos recolectados serán utilizados sin manipulación alguna que pueda alterar el contenido o la esencia del mismo.

Para cumplir con el principio de justicia y equidad, los participantes serán elegidos sin discriminación alguna por género, edad o nivel de autoridad en la empresa.

### 3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización

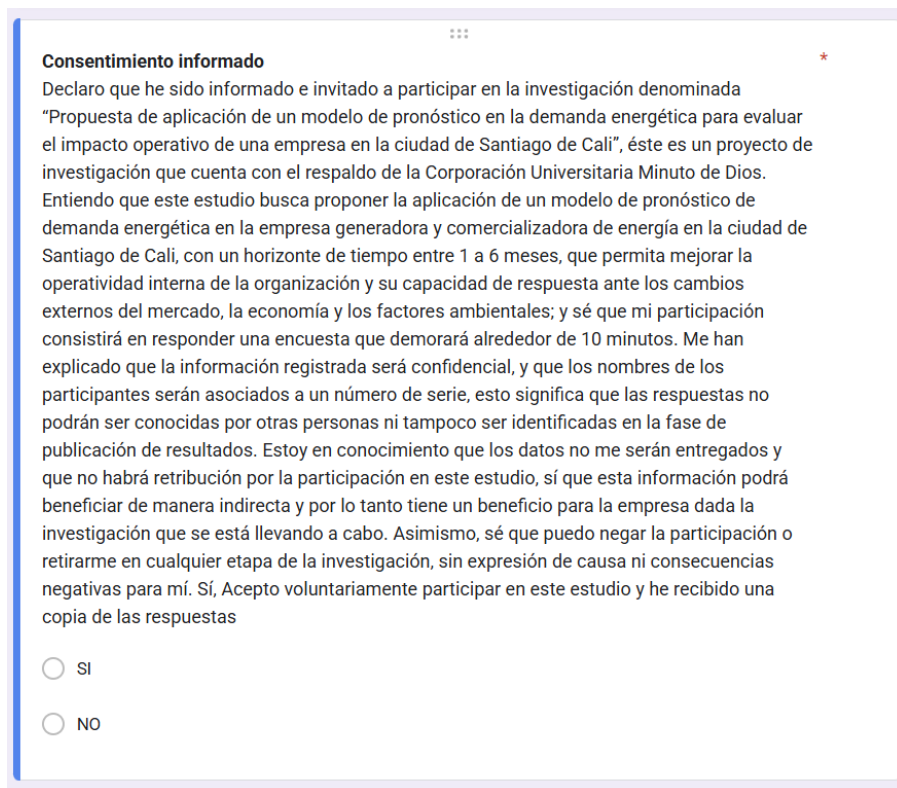
El instrumento utilizado en la investigación para asegurar el cumplimiento de los estándares éticos es el siguiente:

#### **Consentimiento informado**

Declaro que he sido informado e invitado a participar en la investigación denominada “Propuesta de aplicación de un modelo de pronóstico en la demanda energética para evaluar el impacto operativo de una empresa en la ciudad de Santiago de Cali”, éste es un proyecto de investigación que cuenta con el respaldo de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Entiendo que este estudio busca proponer la aplicación de un modelo de pronóstico de demanda energética en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali, con un horizonte de tiempo entre 1 a 6 meses, que permita mejorar la operatividad interna de la organización y su capacidad de respuesta ante los cambios externos del mercado, la economía y los factores ambientales; y sé que mi participación consistirá en responder una encuesta que demorará alrededor de 10 minutos. Me han explicado que la información registrada será confidencial, y que los nombres de los participantes serán asociados a un número de serie, esto significa que las respuestas no podrán ser conocidas por otras personas ni tampoco ser identificadas en la fase de publicación de resultados. Estoy en

conocimiento que los datos no me serán entregados y que no habrá retribución por la participación en este estudio, sí que esta información podrá beneficiar de manera indirecta y por lo tanto tiene un beneficio para la empresa dada la investigación que se está llevando a cabo. Asimismo, sé que puedo negar la participación o retirarme en cualquier etapa de la investigación, sin expresión de causa ni consecuencias negativas para mí. Sí, Acepto voluntariamente participar en este estudio y he recibido una copia de las respuestas

A continuación, se muestra como este instrumento está implementado en la encuesta online para la recolección de información sobre la operatividad en cada una de las áreas de la organización:



The image shows a screenshot of an online survey consent form. The form is titled "Consentimiento informado" and contains the following text: "Declaro que he sido informado e invitado a participar en la investigación denominada 'Propuesta de aplicación de un modelo de pronóstico en la demanda energética para evaluar el impacto operativo de una empresa en la ciudad de Santiago de Cali', éste es un proyecto de investigación que cuenta con el respaldo de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Entiendo que este estudio busca proponer la aplicación de un modelo de pronóstico de demanda energética en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali, con un horizonte de tiempo entre 1 a 6 meses, que permita mejorar la operatividad interna de la organización y su capacidad de respuesta ante los cambios externos del mercado, la economía y los factores ambientales; y sé que mi participación consistirá en responder una encuesta que demorará alrededor de 10 minutos. Me han explicado que la información registrada será confidencial, y que los nombres de los participantes serán asociados a un número de serie, esto significa que las respuestas no podrán ser conocidas por otras personas ni tampoco ser identificadas en la fase de publicación de resultados. Estoy en conocimiento que los datos no me serán entregados y que no habrá retribución por la participación en este estudio, sí que esta información podrá beneficiar de manera indirecta y por lo tanto tiene un beneficio para la empresa dada la investigación que se está llevando a cabo. Asimismo, sé que puedo negar la participación o retirarme en cualquier etapa de la investigación, sin expresión de causa ni consecuencias negativas para mí. Sí, Acepto voluntariamente participar en este estudio y he recibido una copia de las respuestas". At the bottom of the form, there are two radio buttons labeled "SI" and "NO".

**Ilustración 9.** Consentimiento informado aplicado a la encuesta online

#### 4. HIPÓTESIS

En este apartado, se exponen las afirmaciones preliminares o las suposiciones que la investigación pretende comprobar y adicional, se explican las variables dependientes e independientes que tienen relación con el estudio y la recolección de datos históricos.

## 4.1 Las variables

En la investigación se presentan las variables dependientes e independientes las cuales influyen directa e indirectamente en los resultados de la investigación y se exponen a continuación.

### 4.1.1 Variables independientes

Corresponden a las características o atributos de las causas de la implementación del modelo de pronóstico de demanda energética, en este caso son:

- *Tipo de modelo de pronóstico utilizado:* para el estudio se utilizarán los métodos de proyección de series de tiempo como Promedio Móvil Simple con diferentes valores de  $n$  (períodos), Promedio Móvil Doble igualmente con diferentes valores de  $n$  (períodos), Suavización Exponencial Simple, Suavización Exponencial Doble y Holt.
- *Precisión del modelo en función de parámetros de error (DAM, EMC, PEMA, PME):* para la evaluación de asertividad del modelo proyectado vs la información histórica de la empresa se utilizan las métricas de error como la Desviación Absoluta de la Media, el Error Medio Cuadrado, el Porcentaje de Error Medio Absoluto y el Porcentaje Medio de Error los cuales miden el sesgo y la dispersión entre los datos reales vs pronosticados.
- *Disponibilidad y calidad de los datos históricos del consumo energético:* hace referencia a la accesibilidad y confiabilidad de la información con la que se desarrollarán cada uno de los modelos propuestos, para ello, se optó por el método de recolección de información como la solicitud de revisión de registros existentes en donde el responsable del área de Telemida extrajo del sistema de información Mithra las bases de datos correspondientes a los consumos energéticos durante los últimos 5 años al cierre de la operación del 2024, por tanto, la información utilizada es verídica.

### 4.1.2 Variables dependientes

Corresponden a las características o atributos de las consecuencias de la gestión operativa de cada una de las áreas de la organización para la mejora en su distribución de los consumos energéticos, en este caso son:

- *Capacidad de la empresa para planificar la generación y comercialización de energía:* hace referencia a la optimización de los procesos y actividades llevadas a cabo para

ajustar la oferta y la demanda de los consumos energéticos para lo cual se propondrán diferentes planes de acción para encaminar el cumplimiento de los objetivos y alinear la estrategia corporativa.

- *Impacto en la eficiencia de decisiones estratégicas:* esto influye en la mejora de gestión de riesgos, optimización de costos operativos e inversiones, planificación de la producción y distribución de energía y la alineación con los objetivos tácticos, operativos y estratégicos de la organización.
- *Precisión en la estimación del consumo energético:* se refiere al grado de exactitud del modelo de pronóstico utilizado en la cantidad de periodos establecidos (52 meses) lo que podría facilitar la gestión eficiente de los recursos energéticos, esto se calculará mediante la diferencia entre el total del dato histórico vs el total del dato pronosticado.

#### **4.2 Planteamiento de hipótesis**

La hipótesis nula y alternativa surgen principalmente del planteamiento del problema de la investigación:

$H_0$  = la implementación de un modelo de pronóstico de la demanda energética mejorará la precisión en la estimación del consumo, permitiendo una adecuada gestión operativa interna en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali

$H_1$  = la implementación de un modelo de pronóstico de la demanda energética no mejorará la precisión en la estimación del consumo, lo cual no tendrá un impacto significativo en la gestión operativa interna en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali

## 5. RESULTADOS

En esta sección se presentan cada uno de los hallazgos obtenidos de acuerdo con el objetivo general de la investigación que corresponde a una Propuesta de aplicación de un modelo de pronóstico en la demanda energética para evaluar el impacto operativo de una empresa en la ciudad de Santiago de Cali.

### 5.1 Presentación de resultados

A continuación, se expone de manera clara y organizada los resultados obtenidos a partir de la recolección y análisis de los datos de la empresa objeto de estudio por cada uno de los planteamientos específicos de la investigación detallados previamente.

#### 5.1.1 Resultados objetivo 1

**Recopilar los datos necesarios sobre el objeto de estudio para la identificación de las variables y criterios que impactan en la predicción de la demanda energética y su influencia.**

El proceso de recopilación y levantamiento de información de la investigación se llevó a cabo mediante la metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) donde se realizó una comprensión del negocio ahondando en la problemática tanto en sus antecedentes en el periodo 2020 al 2022 como su punto de inflexión en el periodo 2023. A continuación, se realiza una comprensión y preparación de los datos en donde se utiliza el estudio cuantitativo con un tipo de enfoque explicativo para tres sistemas diferentes: estudio de la operatividad en las áreas de la organización como Gestión de la Medida, área de Peajes, área de Facturación, área de Servicio al Cliente y área de Ventas, estudio del comportamiento de los consumos energéticos con la finalidad de realizar el modelado de los pronósticos con información como la demanda energética del mercado regulado y no regulado de energía en el periodo del 2020 al 2024 a nivel nacional en el territorio colombiano y el estudio del comportamiento de los consumos energéticos con la finalidad de estudiar la tendencia de los datos con información como la energía consumida por cada uno de los operadores de red desde la fecha de ingreso en operación con la empresa hasta el cierre del año 2024 a nivel nacional en el territorio colombiano.

Estudio realizado por medio de la Encuesta Online

A continuación, se presentan cada una de las respuestas obtenidas por los participantes del estudio en la realización de la encuesta:

*Área de Gestión de la Medida:* se exponen cada uno de los interrogantes con su respectiva información:

**Tener en cuenta:**

Pregunta 1 - Capacidad de respuesta del área: ¿Cuál ha sido el máximo incremento porcentual en la demanda energética con respecto a los últimos cinco años que a hoy ha soportado la capacidad instalada e infraestructura tecnológica en la organización y cómo ha sido su capacidad de respuesta ante dicha eventualidad?

Pregunta 2 - Estrategias a implementar: En caso de superar el umbral de demanda energética establecido en los pronósticos ya realizados en la organización, ¿Se cuenta con estrategias o planes de inversión en los sistemas de teledemanda que puedan suplir los impactos inmediatos hacia el cliente externo?

Pregunta 3 - Nivel de aprendizaje del recurso humano: ¿Considera que los recursos humanos actuales tienen las habilidades necesarias para hacerle frente a un incremento superior al umbral permitido en la demanda energética?

Pregunta 4 - Mejora continua: ¿Con qué regularidad la empresa evalúa las actualizaciones tecnológicas de sus equipos con respecto a los avances exponenciales del mercado?

Pregunta 5 - Identificación de procesos críticos: ¿Cuál es el proceso en el área de la teledemanda que considera ha sido el más crítico de sobreponerse a las fluctuaciones de la demanda energética y por qué?

Número de preguntas	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3
<u>Pregunta 1 - Capacidad de respuesta del área</u>	Considero que desde que estoy en la empresa hace 4 años, puedo afirmar que la demanda ha aumentado un 30% aproximadamente, lo que ha generado mayor análisis de datos, la capacidad de respuesta frente a la eventualidad ha sido un poco compleja, ya que no contamos con herramientas de innovación tecnológica que apoyaran al análisis de datos de manera más rápida y oportuna	No tengo muy claro el porcentaje de incremento en los últimos cinco años, sin embargo, la integración de sistemas de teledemanda no han sido muy avanzados y no han permitido un monitoreo preciso sobre los ajustes dinámicos en la distribución de carga	En los últimos cinco años ocurrió un escenario donde la demanda creció un 18%, experimentamos fallas en la transmisión de datos debido a la saturación de nuestra red de teledemanda. A pesar de esfuerzos correctivos se identificaron retrasos en la actualización de la infraestructura, afectando la capacidad de respuesta al cliente externo e interno.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID001</b>	<b>ID002</b>	<b>ID003</b>
<u>Pregunta 2 - Estrategias a implementar</u>	Si, contamos con estrategias de inversión enfocadas en la expansión de la teledemanda con tecnologías IoT y sistemas de almacenamiento de datos en la nube para garantizar la continuidad operativa en caso de superación del umbral de demanda, sin embargo, esto está proyectado a un largo plazo	En el corto plazo, la empresa no ha diseñado un plan de contingencia que incluya la adquisición de equipos de medición más eficientes y la optimización del software de análisis de datos para anticipar posibles sobrecargas en la red	Aunque hay iniciativas de inversión en teledemanda, su implementación ha sido lenta debido a restricciones presupuestarias y burocráticas. Actualmente, la infraestructura no está completamente preparada para absorber aumentos inesperados en la demanda.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID004</b>	<b>ID005</b>	<b>ID006</b>

<u>Pregunta 3 - Nivel de aprendizaje del recurso humano</u>	Nuestro personal recibe capacitaciones constantes en las tecnologías actuales de medición y análisis de datos, lo que les permite gestionar incrementos en la demanda con eficiencia y precisión.	Considero que el equipo ha demostrado capacidad técnica y operativa en el manejo de situaciones de alta demanda, sin embargo, no estamos respaldados por programas de formación en automatización y gestión de redes inteligentes.	A pesar de contar con un equipo comprometido, se ha identificado una brecha de conocimiento en el manejo de nuevas plataformas de teledemida y análisis de big data, lo que limita la capacidad de respuesta ante fluctuaciones demasiado extremas.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID007</b>	<b>ID008</b>	<b>ID009</b>
<u>Pregunta 4 - Mejora continua</u>	No existe un protocolo claro para evaluar la actualización tecnológica. Aunque se han identificado mejoras en el mercado, la falta de seguimiento y financiamiento ha impedido su implementación oportuna.	La empresa no realiza evaluaciones semestrales de las actualizaciones tecnológicas y no mantiene un plan estratégico de modernización alineado con las tendencias del mercado energético.	No se han implementado auditorías trimestrales para identificar oportunidades de mejora en la teledemida, sin tener priorización sobre inversiones en software predictivo y medidores de última generación.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID010</b>	<b>ID011</b>	<b>ID012</b>
<u>Pregunta 5 - Identificación de procesos críticos</u>	El proceso de captura y transmisión de datos en tiempo real ha sido un reto, pero con la migración a sistemas de baja latencia y alta precisión podríamos lograr mejorar la estabilidad del servicio.	No tengo conocimiento.	La mayor dificultad ha estado en la interoperabilidad de los sistemas de teledemida, ya que el uso de tecnologías heterogéneas ha generado inconsistencias en los reportes de consumo, afectando la precisión en la facturación y toma de decisiones.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID013</b>	<b>ID014</b>	<b>ID015</b>

**Tabla 5.** Respuestas a los interrogantes planteados para el área de Gestión de la Medida

*Área de Peajes:* se exponen cada uno de los interrogantes con su respectiva información:

**Tener en cuenta:**

Pregunta 1 - Capacidad de respuesta del área: ¿Cómo ha sido el manejo que el recurso humano encargado de las herramientas de validación de consumos le ha dado a situaciones donde se presentan diferencias significativas entre el cobro emitido por el operador de red vs lo que la empresa tiene en su sistema de teledemida como consecuencia de las fluctuaciones de energía?

Pregunta 2 - Estrategias a implementar: ¿El área cuenta con la implementación de un DRP (Plan de Recuperación de Desastres) adecuado el cual se pueda ejecutar con acciones inmediatas en situaciones donde se tenga incertidumbre sobre las oscilaciones en la demanda energética?

Pregunta 3 - Nivel de aprendizaje del recurso humano: ¿El equipo de peajes necesita personal adicional para manejar el transporte de energía en dado caso que aumente la cobertura en las diferentes zonas geográficas del país?

Pregunta 4 - Mejora continua: ¿Con qué regularidad el personal evalúa las actualizaciones tecnológicas de sus herramientas con respecto a los avances exponenciales del mercado?

Pregunta 5 - Identificación de procesos críticos: ¿Cuál es el proceso en el área de peajes que considera ha sido el más crítico de sobreponerse a las fluctuaciones de la demanda energética y por qué?

Número de preguntas	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3
---------------------	-------------	-------------	-------------

<u>Pregunta 1 - Capacidad de respuesta del área</u>	Cuando se presentan diferencias entre el operador de red vs la empresa, se valida todas las posibles alternativas que afectaron ese indicador y buscar la causa raíz	Se han establecido mecanismos de doble validación y auditoría para asegurar que cualquier discrepancia entre los datos del operador y nuestro sistema de teledatada se gestione con transparencia y rapidez.	Se realiza la notificación al OR para la conciliación de las diferencias, adjuntando las matrices de consumo correctas.
Número de respuesta	ID016	ID017	ID018
<u>Pregunta 2 - Estrategias a implementar</u>	Actualmente, el área no cuenta con un DRP totalmente implementado. Aunque existen planes básicos de contingencia, estos no han sido probados en escenarios reales y podrían ser insuficientes en una crisis energética.	Si, pero no tengo muy claro cuáles son	No tengo conocimiento
Número de respuesta	ID019	ID020	ID021
<u>Pregunta 3 - Nivel de aprendizaje del recurso humano</u>	No	1	El equipo de peajes cuenta con el personal necesario y ha recibido capacitación en manejo de sistemas de transporte de energía, lo que les permite gestionar un aumento en la cobertura sin afectar la eficiencia operativa.
Número de respuesta	ID022	ID023	ID024
<u>Pregunta 4 - Mejora continua</u>	De manera regular existen capacitaciones para el uso de nuevas herramientas tecnológicas	Cada vez que se realiza algún tipo de actualización en las herramientas	Las evaluaciones tecnológicas se hacen de manera esporádica y sin una planificación estructurada, lo que retrasa la adopción de herramientas más eficientes y limita la modernización del área.
Número de respuesta	ID025	ID026	ID027
<u>Pregunta 5 - Identificación de procesos críticos</u>	Ninguno	Los fraudes de energía que presentan los clientes, ya que cada vez mejoran las formas de realizar este tipo de fraudes, por lo que, se vuelven cada vez más difíciles de detectar y genera un proceso complejo con el OR al momento del traslado de este cobro.	La conciliación de consumos y cobros ha sido el proceso más crítico, aún no se han implementado modelos predictivos y sistemas de alerta temprana que permitan anticipar discrepancias y reducir errores.
Número de respuesta	ID028	ID029	ID030

**Tabla 6.** Respuestas a los interrogantes planteados para el área de Peajes

*Área de Facturación:* se exponen cada uno de los interrogantes con su respectiva información:

**Tener en cuenta:**

Pregunta 1 - Capacidad de respuesta del área: ¿Cómo se han visto afectados los ANS (Acuerdos de Nivel de Servicio) establecidos en el proceso de facturación con los clientes debido a los aumentos porcentuales en la demanda energética y qué medidas se han tomado al respecto cuando no se cumplen dichos acuerdos?

Pregunta 2 - Estrategias a implementar: ¿Qué planes de acción se tienen proyectados para mejorar el soporte, gestión y administración de facturas en el software utilizado actualmente en dado caso que este falle como consecuencia del aumento de transacciones?

Pregunta 3 - Nivel de aprendizaje del recurso humano: ¿Considera que el equipo humano de facturación tiene la formación necesaria para manejar nuevas herramientas o sistemas que se puedan implementar?

Pregunta 4 - Mejora continua: ¿Cómo es el proceso de implementación de nuevas automatizaciones sobre el proceso de facturación para disminuir la carga operativa en las actividades más críticas?

Pregunta 5 - Identificación de procesos críticos: ¿Cuál es el proceso en el área de facturación que considera ha sido el más crítico de sobreponerse a las fluctuaciones de la demanda energética y por qué?

Número de preguntas	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3
<u>Pregunta 1 - Capacidad de respuesta del área</u>	A pesar del aumento en la demanda energética, los Acuerdos de Nivel de Servicio (ANS) se han mantenido en cumplimiento gracias a la capacidad del procesamiento de datos en el sistema de facturación.	Se ha logrado minimizar el impacto en los ANS mediante la mejora de la conciliación de consumos, reduciendo tiempos de respuesta y garantizando precisión en la facturación a los clientes.	En momentos de demanda extrema, los ANS se han visto afectados debido a la saturación del sistema de facturación y a retrasos en la validación de datos, generando inconformidades con los clientes. Se han aplicado soluciones correctivas, pero aún hay oportunidades de mejora.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID031</b>	<b>ID032</b>	<b>ID033</b>
<u>Pregunta 2 - Estrategias a implementar</u>	No hay un plan de acción completamente definido para fallos críticos del software de facturación. Aunque se han hecho mejoras parciales, la falta de un DRP (Plan de Recuperación de Desastres) integral sigue siendo un punto de riesgo.	Actualmente, no se cuenta con un plan de contingencia que incluya servidores redundantes y respaldo de datos en la nube para garantizar la continuidad del software de facturación en caso de fallos por aumento en las transacciones.	Se han establecido acuerdos con el proveedor del software para garantizar actualizaciones periódicas y soporte inmediato ante incidentes, minimizando el riesgo de interrupciones en la facturación.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID034</b>	<b>ID035</b>	<b>ID036</b>
<u>Pregunta 3 - Nivel de aprendizaje del recurso humano</u>	El equipo de facturación ha recibido capacitaciones esporádicas en el uso de nuevas herramientas y sistemas que se encuentran en el mercado, lo que aún no les podría permitir adaptarse a actualizaciones o implementación de nuevos softwares.	Aunque el equipo tiene experiencia en el sistema actual, la introducción de nuevas herramientas ha sido un desafío debido a la falta de formación específica, lo que ha generado retrasos en la adaptación y errores operativos.	No se han desarrollado programas internos de formación para asegurar que el equipo tenga las competencias necesarias en gestión de datos y automatización
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID037</b>	<b>ID038</b>	<b>ID039</b>
<u>Pregunta 4 - Mejora continua</u>	No tengo conocimiento	Las automatizaciones en facturación se implementan de manera reactiva y sin una estrategia clara, lo que genera retrasos en la modernización del área y dependencia excesiva de procesos manuales.	La implementación de nuevas automatizaciones no se realiza a través de un proceso estructurado, donde se identifican los cuellos de botella en facturación y se priorizan desarrollos tecnológicos para reducir la carga operativa.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID040</b>	<b>ID041</b>	<b>ID042</b>

<u>Pregunta 5 - Identificación de procesos críticos</u>	Considero que la conciliación entre datos de telemedida y valores facturados ha sido uno de los procesos más críticos, pero con la implementación de herramientas de validación, se ha logrado mejorar la precisión y reducir errores.	La gestión de reclamos por diferencias en la facturación ha sido un reto	El cálculo y ajuste de tarifas ha sido el más crítico en mi caso y el que me ha llevado más tiempo estabilizar
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID043</b>	<b>ID044</b>	<b>ID045</b>

**Tabla 7.** Respuestas a los interrogantes planteados para el área de Facturación

*Área de Servicio al cliente:* se exponen cada uno de los interrogantes con su respectiva información:

**Tener en cuenta:**

Pregunta 1 - Capacidad de respuesta del área: ¿Cuál es el promedio de la cantidad de PQRS (Peticiónes, Quejas, Reclamos y Solicitudes) emitidas por los clientes en un periodo determinado cuando la cantidad de demanda energética es normalizada y cómo ha sido la capacidad de respuesta en la atención de solicitudes que oscilan abruptamente?

Pregunta 2 - Estrategias a implementar: ¿Qué estrategias de comunicación se tienen contempladas con las áreas internas de la organización sobre los diferentes tipos de incidencias que podrían presentarse en situaciones donde se haya afectado algún tipo de proceso con el cliente debido a los cambios abruptos en la demanda energética?

Pregunta 3 - Nivel de aprendizaje del recurso humano: ¿En el área de servicio al cliente considera que el personal cuenta con las herramientas adecuadas para enfrentar un aumento considerable en la cantidad de peticiones por cliente?

Pregunta 4 - Mejora continua: ¿Se cuentan con estrategias a corto plazo para centralizar la atención de los clientes en la resolución de FACs (Preguntas Frecuentes) en tiempos más cortos a los presentados hoy en día?

Pregunta 5 - Identificación de procesos críticos: ¿Cuál es el proceso en el área de servicio al cliente que considera ha sido el más crítico de sobreponerse a las fluctuaciones de la demanda energética y por qué?

<b>Número de preguntas</b>	<b>Respuesta 1</b>	<b>Respuesta 2</b>	<b>Respuesta 3</b>
<u>Pregunta 1 - Capacidad de respuesta del área</u>	En condiciones normales, el promedio mensual de PQRS es de aproximadamente 500 solicitudes, y en picos de alta demanda energética, puede incrementarse hasta un 40%. Se ha logrado mantener los tiempos de respuesta dentro de los ANS establecidos, ocasionalmente se han tenido inconvenientes con los clientes y sus solicitudes.	Durante períodos de oscilación abrupta en la demanda, las PQRS pueden duplicarse, en ocasiones la capacidad de respuesta del equipo se ha visto afectada, generando retrasos en la atención y una mayor insatisfacción en los clientes.	No se han implementado sistemas de automatización y autoatención, lo que ha impedido responder con mayor agilidad a las PQRS en momentos de alta demanda
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID046</b>	<b>ID047</b>	<b>ID048</b>
<u>Pregunta 2 - Estrategias a implementar</u>	Actualmente, la comunicación con otras áreas es óptima, lo que genera respuestas oportunas ante incidentes. Se están evaluando estrategias para mejorar la coordinación, pero aún hay brechas significativas en la gestión de información.	No se	Quisiéramos contar con un sistema de alertas tempranas que notificara a todas las áreas internas sobre incidencias en la demanda energética, permitiendo una respuesta rápida y coordinada para minimizar el impacto en el cliente.

Número de respuesta	ID049	ID050	ID051
<u>Pregunta 3 - Nivel de aprendizaje del recurso humano</u>	El equipo de servicio al cliente ha sido capacitado en gestión de crisis y manejo de picos de solicitudes, asegurando que puedan enfrentar aumentos en la demanda de manera eficiente.	No se han implementado herramientas digitales para aliviar la carga operativa del equipo, esto afecta al personal para que se enfoque en consultas más complejas sin comprometer la calidad del servicio.	Considero que el personal actual responde bien a las eventualidades que se presentan
Número de respuesta	ID052	ID053	ID054
<u>Pregunta 4 - Mejora continua</u>	Quisiéramos implementar estrategias de centralización de información mediante plataformas digitales que permitan a los clientes acceder a respuestas automatizadas sobre Preguntas Frecuentes (FACs) en menos tiempo.	En el área desconozco este tema	Actualmente, los tiempos de respuesta para las FACs siguen siendo elevados debido a la falta de automatización y la dependencia de procesos manuales. Aunque hay planes de mejora, estos aún no han sido implementados.
Número de respuesta	ID055	ID056	ID057
<u>Pregunta 5 - Identificación de procesos críticos</u>	La gestión de reclamos por facturación ha sido uno de los procesos más críticos	La gestión de quejas por inconsistencias en la facturación sigue siendo un desafío, ya que la falta de una integración eficiente entre el sistema de teledemanda y la plataforma de servicio al cliente genera retrasos en la resolución de casos.	Ninguno
Número de respuesta	ID058	ID059	ID060

**Tabla 8.** Respuestas a los interrogantes planteados para el área de Servicio al Cliente

*Área de Ventas:* se exponen cada uno de los interrogantes con su respectiva información:

**Tener en cuenta:**

Pregunta 1 - Capacidad de respuesta del área: ¿Cuáles han sido las estrategias que se han implementado en el mercado cuando la demanda ha superado a la oferta?

Pregunta 2 - Estrategias a implementar: ¿Cómo sería a futuro el proceso de fidelización y retención de clientes de acuerdo con el comportamiento de la demanda de energía en el sector?

Pregunta 3 - Nivel de aprendizaje del recurso humano: ¿El personal de ventas se encuentra capacitado para la gestión y resolución de conflictos en acuerdos de ventas robustos?

Pregunta 4 - Mejora continua: ¿Existe un proceso establecido para recopilar y analizar el feedback (retroalimentación) de los clientes sobre el proceso de ventas?

Pregunta 5 - Identificación de procesos críticos: ¿Cuál es el proceso en el área de ventas que considera ha sido el más crítico de sobreponerse a las fluctuaciones de la demanda energética y por qué?

Número de preguntas	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3
<u>Pregunta 1 - Capacidad de respuesta del área</u>	Hemos implementado estrategias de contratación de energía a largo plazo con proveedores confiables y diversificación de la matriz energética, lo que ha permitido mantener el suministro estable para nuestros clientes actuales.	Se ha reforzado la comunicación con nuestros clientes clave, ofreciendo opciones de ajuste en la demanda mediante planes de eficiencia energética y tarifas dinámicas, lo que ha permitido manejar los picos de consumo sin afectar la rentabilidad del negocio.	Compra de energía en el mercado mayorista
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID061</b>	<b>ID062</b>	<b>ID063</b>
<u>Pregunta 2 - Estrategias a implementar</u>	Se planea la implementación de contratos flexibles con cláusulas de ajuste de tarifas según la disponibilidad del mercado, asegurando una relación comercial estable y beneficios tanto para la empresa como para los clientes.	Actualmente, no se cuenta con un plan de fidelización estructurado que responda a los cambios en la demanda energética	Mantener una tarifa estable y rentable para el cliente y dar una buena atención a las necesidades de los clientes.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID064</b>	<b>ID065</b>	<b>ID066</b>
<u>Pregunta 3 - Nivel de aprendizaje del recurso humano</u>	A pesar de la experiencia del equipo de ventas, no todos los colaboradores cuentan con formación en resolución de conflictos complejos, lo que ha generado dificultades en la renegociación de contratos durante períodos de fluctuaciones en la demanda.	Se planea desarrollar un programa de formación interna en el que se simulan escenarios de crisis y negociación con grandes clientes, fortaleciendo la toma de decisiones estratégicas en situaciones de alta presión.	Si, todo el personal de venta cuenta con experiencia y conocimientos que ayuda a afrontar conflictos y situaciones que se presenten.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID067</b>	<b>ID068</b>	<b>ID069</b>
<u>Pregunta 4 - Mejora continua</u>	No	No se han implementado herramientas de análisis de datos y CRM que permitan centralizar y estudiar la retroalimentación de los clientes en tiempo real, facilitando la toma de decisiones estratégicas.	Actualmente, no se cuenta con un mecanismo eficiente para recopilar feedback sobre el proceso de ventas. La falta de seguimiento a las necesidades del cliente ha provocado pérdidas de oportunidades comerciales y menor fidelización.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID070</b>	<b>ID071</b>	<b>ID072</b>
<u>Pregunta 5 - Identificación de procesos críticos</u>	La negociación de contratos a largo plazo ha sido un reto, pero con una mayor capacitación del equipo comercial y un análisis profundo de tendencias energéticas, se podría optimizar la rentabilidad y estabilidad del negocio.	El ingreso de nuevos clientes por falta de energía. Al no tener un buen plan para acoger una cantidad importante de clientes lleva a la compañía a detener la comercialización de energía.	La gestión de precios y tarifas dinámicas ha sido un proceso crítico debido a la volatilidad del mercado energético.
<b>Número de respuesta</b>	<b>ID073</b>	<b>ID074</b>	<b>ID075</b>

**Tabla 9.** Respuestas a los interrogantes planteados para el área de Ventas

Se cuenta con un total de 75 respuestas las cuales están orientadas por tipos de estrategias como capacidad de respuesta del área, estrategias a implementar, nivel de aprendizaje del recurso humano, mejora continua e identificación de procesos críticos.

Para la **Base de respuestas**, no fue necesario realizar una limpieza de datos, ya que la información contenida en el tamaño de la población se encuentra correcta (no hay valores nulos, redundantes, vacíos, inconsistentes, contradictorios o duplicados) y los datos registrados corresponden a cada área seleccionada y a cada pregunta orientadora.

Se procede con la organización, limpieza y preparación de los datos con la finalidad de obtener la base definitiva para el análisis de información. Se realizaron correcciones de forma como unificación de formatos y conversión de datos abiertos a respuestas estructuradas. Adicional, se tabula la información en una sola base de datos donde cada fila representa una respuesta de un encuestado y cada columna representa una categoría sobre la pregunta orientada al tipo de estrategia mencionada previamente, para identificar los registros de las respuestas de los encuestados se asignó un ID autonumérico desde la nomenclatura *ID001* hasta la nomenclatura *ID075* que corresponde al total de registros.

Para la codificación y categorización de respuestas se utilizaron los siguientes parámetros en cada uno de los tipos de preguntas:

Criterios de categorización				
Nivel de preparación actual	Tiempo de respuesta actual	Estrategias aplicadas actualmente	Recursos utilizados actualmente	Impacto en la operación actual
Baja (B)	Inmediata (I)	Planes de contingencia (PC)	Infraestructura (I)	Sin impacto (SI)
Media (M)	Moderada (M)	Escalabilidad (E)	Tecnología (T)	Leve (L)
Alta (A)	Lenta (L)	Automatización (A)	Personal (P)	Moderado (M)
No se evidencia en la respuesta (NR)	No se evidencia en la respuesta (NR)	Comunicación (C)	Financiamiento (F)	Grave (G)
		No se evidencia en la respuesta (NR)	No se evidencia en la respuesta (NR)	No se evidencia en la respuesta (NR)
Automatización de procesos actuales	Capacitación y desarrollo actual	Optimización de recursos/procesos actuales	Tiempo de implementación de las estrategias aplicadas	Tipo de estrategia de aprendizaje aplicada
Uso de software (US)	Frecuente (F)	Reducción de costos o tiempos (RCoT)	Corto plazo (menos de 6 meses) (CP)	Capacitación interna (CI)
IA	Esporádico (E)	Optimización de equipos (OE)	Mediano plazo (6 meses - 1 año) (MP)	Formación externa (FE)
RPA	Con fechas definidas (FD)	Aumento de la capacidad (AC)	Largo plazo (más de 1 año) (LP)	Aprendizaje en el trabajo (AT)

Manual (M)	Sin capacitación (SC)	Mejora de flujos de trabajo (MFT)	No se evidencia en la respuesta (NR)	Uso de tecnología (UT)
No se evidencia en la respuesta (NR)	No se evidencia en la respuesta (NR)	No se evidencia en la respuesta (NR)		No se evidencia en la respuesta (NR)
<b>Áreas en que requiere capacitación</b>	<b>Tipo de proceso involucrado</b>	<b>Frecuencia de evaluación del proceso</b>		
Tecnología y software (TS)	Operacional (O)	Regular (R)		
Normativa y cumplimiento (NC)	Regulatorio (R)	Ocasional (O)		
Gestión operativa (GP)	Financiero (F)	No se evalúan sistemáticamente (NS)		
Atención al cliente (AC)	Atención al cliente (AC)	No se evidencia en la respuesta (NR)		
No se evidencia en la respuesta (NR)	No se evidencia en la respuesta (NR)			

**Tabla 10.** Criterios de categorización y codificación

A continuación, se presenta la tabulación de respuestas por ID del registro y la categorización de cada una de ellas mediante los criterios evidenciados anteriormente en la *Tabla 10. Criterios de categorización y codificación*.

N° respuesta	Área a la que pertenece	Tipo de estrategia	NPA	TRA	EAC	RUA	IOA	APA	CyDA	OP/PA	TIEA	TEAA	ARC	TPI	FEP
ID001	Gestión de la Medida	Capacidad de respuesta del área	M	M	PC	T	M	US	NR	OE	NR	NR	TS	O	NS
ID002	Gestión de la Medida	Capacidad de respuesta del área	M	M	PC	T	M	US	NR	OE	NR	NR	TS	O	NS
ID003	Gestión de la Medida	Capacidad de respuesta del área	A	I	PC	I	G	US	NR	OE	NR	AT	TS	AC	NS
ID004	Gestión de la Medida	Estrategias a implementar	A	L	A	F	L	US	NR	OE	LP	US	TS	O	R
ID005	Gestión de la Medida	Estrategias a implementar	B	L	PC	T	M	US	NR	MFT	LP	US	TS	O	NS
ID006	Gestión de la Medida	Estrategias a implementar	B	L	PC	T	G	US	NR	MFT	LP	AT	GO	O	O
ID007	Gestión de la Medida	Nivel de aprendizaje del recurso humano	A	I	E	P	SI	US	F	MFT	CP	CI	TS	O	R
ID008	Gestión de la Medida	Nivel de aprendizaje del recurso humano	A	I	E	P	SI	US	F	MFT	CP	AT	TS	AC	R
ID009	Gestión de la Medida	Nivel de aprendizaje del recurso humano	M	M	PC	P	G	US	SC	MFT	LP	AT	GO	AC	NS
ID010	Gestión de la Medida	Mejora continua	B	L	C	F	L	US	SC	OE	LP	NR	TS	F	NS
ID011	Gestión de la Medida	Mejora continua	B	L	NR	T	L	US	SC	OE	LP	NR	TS	O	NS
ID012	Gestión de la Medida	Mejora continua	B	L	NR	P	L	M	SC	MFT	LP	AT	GO	O	NS
ID013	Gestión de la Medida	Identificación de procesos críticos	M	M	E	T	L	US	SC	MFT	NR	AT	TS	O	NS
ID014	Gestión de la Medida	Identificación de procesos críticos	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
ID015	Gestión de la Medida	Identificación de procesos críticos	M	M	PC	T	G	US	SC	OE	NR	NR	NR	F	NS
ID016	Peajes	Capacidad de respuesta del área	A	I	E	P	M	M	SC	MFT	CP	AT	GO	AC	R
ID017	Peajes	Capacidad de respuesta del área	A	I	E	P	M	M	F	MFT	CP	AT	GO	R	R

ID018	Peajes	Capacidad de respuesta del área	A	I	C	P	M	M	SC	MFT	CP	AT	NC	R	R
ID019	Peajes	Estrategias a implementar	M	M	PC	I	G	US	E	MFT	LP	AT	NC	O	O
ID020	Peajes	Estrategias a implementar	B	L	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
ID021	Peajes	Estrategias a implementar	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
ID022	Peajes	Nivel de aprendizaje del recurso humano	B	L	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
ID023	Peajes	Nivel de aprendizaje del recurso humano	M	M	E	P	M	M	NR	AC	CP	CI	GO	O	NR
ID024	Peajes	Nivel de aprendizaje del recurso humano	A	I	C	P	SI	M	F	MFT	CP	CI	GO	O	R
ID025	Peajes	Mejora continua	A	I	C	P	SI	M	F	MFT	CP	CI	GO	O	R
ID026	Peajes	Mejora continua	B	L	A	T	M	US	E	OE	LP	US	TS	O	O
ID027	Peajes	Mejora continua	B	L	A	T	M	US	SC	OE	LP	US	TS	O	NS
ID028	Peajes	Identificación de procesos críticos	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
ID029	Peajes	Identificación de procesos críticos	A	I	E	P	G	M	F	MFT	CP	CI	NC	R	R
ID030	Peajes	Identificación de procesos críticos	M	M	PC	T	M	US	SC	OE	LP	AT	GO	O	NS
ID031	Facturación	Capacidad de respuesta del área	A	I	C	P	SI	M	SC	MFT	CP	NR	AC	AC	R
ID032	Facturación	Capacidad de respuesta del área	A	I	C	P	SI	M	F	RCoT	CP	AT	AC	AC	R
ID033	Facturación	Capacidad de respuesta del área	M	M	E	P	M	M	SC	RCoT	LP	NR	AC	AC	NS
ID034	Facturación	Estrategias a implementar	B	L	PC	I	G	US	SC	OE	LP	US	TS	O	NS
ID035	Facturación	Estrategias a implementar	B	L	PC	I	G	US	SC	OE	LP	US	TS	O	NS
ID036	Facturación	Estrategias a implementar	A	I	E	T	M	US	F	MFT	CP	NR	NC	R	R
ID037	Facturación	Nivel de aprendizaje del recurso humano	B	L	A	P	M	US	E	OE	MP	US	TS	O	O
ID038	Facturación	Nivel de aprendizaje del recurso humano	B	L	A	T	M	US	E	OE	MP	CI	TS	O	O
ID039	Facturación	Nivel de aprendizaje del recurso humano	B	L	C	P	M	US	SC	MFT	LP	CI	GO	O	NS
ID040	Facturación	Mejora continua	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
ID041	Facturación	Mejora continua	B	L	E	T	M	US	E	OE	LP	NR	TS	O	O

ID042	Facturación	Mejora continua	B	L	E	T	M	US	E	OE	LP	NR	TS	O	O
ID043	Facturación	Identificación de procesos críticos	M	M	A	T	M	US	E	OE	MP	NR	TS	O	O
ID044	Facturación	Identificación de procesos críticos	M	M	E	P	M	M	F	MFT	CP	NR	AC	O	R
ID045	Facturación	Identificación de procesos críticos	M	M	E	P	M	M	F	MFT	CP	AT	GO	O	R
ID046	Servicio al cliente	Capacidad de respuesta del área	A	I	E	P	M	US	F	MFT	CP	CI	AC	AC	R
ID047	Servicio al cliente	Capacidad de respuesta del área	A	I	E	P	M	US	F	MFT	CP	CI	AC	AC	R
ID048	Servicio al cliente	Capacidad de respuesta del área	B	L	PC	T	M	US	SC	OE	LP	US	TS	AC	NS
ID049	Servicio al cliente	Estrategias a implementar	M	M	C	P	M	M	FD	MFT	MP	NR	GO	O	O
ID050	Servicio al cliente	Estrategias a implementar	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
ID051	Servicio al cliente	Estrategias a implementar	M	M	C	I	M	US	SC	MFT	NR	US	TS	O	NS
ID052	Servicio al cliente	Nivel de aprendizaje del recurso humano	A	I	E	P	M	M	F	MFT	CP	CI	AC	AC	R
ID053	Servicio al cliente	Nivel de aprendizaje del recurso humano	B	L	A	T	M	US	SC	RCoT	LP	US	TS	O	NS
ID054	Servicio al cliente	Nivel de aprendizaje del recurso humano	A	I	C	P	SI	M	F	MFT	CP	CI	AC	O	R
ID055	Servicio al cliente	Mejora continua	M	M	A	T	L	US	NR	OE	NR	US	TS	AC	NR
ID056	Servicio al cliente	Mejora continua	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
ID057	Servicio al cliente	Mejora continua	B	L	A	T	M	US	SC	OE	LP	US	AC	O	NS
ID058	Servicio al cliente	Identificación de procesos críticos	A	I	E	P	G	M	F	MFT	CP	CI	GO	O	R
ID059	Servicio al cliente	Identificación de procesos críticos	M	M	A	T	M	US	SC	OE	NR	US	TS	O	NS
ID060	Servicio al cliente	Identificación de procesos críticos	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
ID061	Ventas	Capacidad de respuesta del área	A	I	E	F	SI	M	F	MFT	CP	NR	AC	AC	R
ID062	Ventas	Capacidad de respuesta del área	A	I	E	F	SI	M	F	RCoT	CP	NR	AC	AC	R
ID063	Ventas	Capacidad de respuesta del área	A	I	E	F	SI	M	F	RCoT	CP	NR	AC	AC	R

ID064	Ventas	Estrategias a implementar	M	M	E	F	SI	M	NR	MFT	LP	AT	GO	O	R
ID065	Ventas	Estrategias a implementar	B	L	C	P	M	M	SC	MFT	NR	NR	AC	AC	NS
ID066	Ventas	Estrategias a implementar	A	I	C	P	SI	M	F	MFT	CP	CI	AC	AC	R
ID067	Ventas	Nivel de aprendizaje del recurso humano	M	M	C	P	G	M	SC	MFT	NR	AT	AC	AC	NS
ID068	Ventas	Nivel de aprendizaje del recurso humano	B	L	C	P	M	M	FD	MFT	NR	AT	AC	AC	NR
ID069	Ventas	Nivel de aprendizaje del recurso humano	A	I	C	P	SI	M	F	MFT	CP	CI	AC	AC	R
ID070	Ventas	Mejora continua	B	L	C	P	M	M	SC	MFT	NR	NR	AC	AC	NS
ID071	Ventas	Mejora continua	B	L	C	T	M	M	SC	OE	NR	US	AC	AC	NS
ID072	Ventas	Mejora continua	B	L	C	P	G	M	SC	MFT	NR	NR	AC	AC	NS
ID073	Ventas	Identificación de procesos críticos	B	L	C	P	M	M	SC	MFT	NR	AT	AC	AC	NS
ID074	Ventas	Identificación de procesos críticos	B	L	PC	I	G	M	NR	MFT	NR	NR	AC	AC	NS
ID075	Ventas	Identificación de procesos críticos	B	L	E	I	M	M	SC	MFT	NR	AT	GO	O	NS

**Tabla 11.** Tabulación categoría de respuestas recolectadas en la encuesta online

Dada la información anterior, se realizaron las tablas de frecuencia relacionadas por cada uno de los tipos de estrategias evaluadas en los procesos al interior de la organización, por lo que se obtuvieron los siguientes resultados

Tipo de estrategia	Nivel de preparación actual			
	Alta	Baja	Media	No se evidencia en la respuesta
Capacidad de respuesta del área	11	1	3	
Estrategias a implementar	3	6	4	2
Identificación de procesos críticos	2	3	7	3
Mejora continua	1	11	1	2
Nivel de aprendizaje del recurso humano	6	6	3	

**Tabla 12.** Frecuencia del nivel de preparación actual

La tabla muestra la frecuencia de uso de diferentes estrategias implementadas para evaluar el nivel de preparación actual del personal ante las eventualidades internas o externas a la organización y la ejecución de sus propios procesos. Se puede observar que la mayoría del personal tiene un nivel de preparación alto ante la reacción de situaciones que requieren una respuesta inmediata lo que indica una gran fortaleza para asumir retos en la capacidad operativa. Por otro lado, la mejora continua cuenta con un nivel bajo de preparación lo que refleja dificultades para mantener o buscar procesos de actualización u optimización. Se sugiere que se elimine la brecha de capacitación entre el personal, ya que, unos cuentan con una adecuada preparación y otros con deficiencias.

Tipo de estrategia	Tiempo de respuesta actual			
	Inmediata	Lenta	Moderada	No se evidencia en la respuesta
Capacidad de respuesta del área	11	1	3	0
Estrategias a implementar	2	7	4	2
Identificación de procesos críticos	2	3	7	3
Mejora continua	1	11	1	2
Nivel de aprendizaje del recurso humano	6	6	3	0

**Tabla 13.** Frecuencia del tiempo de respuesta actual

La tabla muestra la frecuencia de uso de diferentes estrategias implementadas para evaluar el tiempo de respuesta actual del personal o la organización ante las eventualidades del mercado y la economía. La capacidad de respuesta del área es altamente inmediata lo que sugiere una fuerte preparación para reaccionar rápidamente a las fluctuaciones de la demanda energética, sin embargo, se puede generar otra hipótesis contradictoria como la falta de preparación, actualización y automatización en sus procesos por el tiempo de respuesta tan lento en la mejora continua, esto significa que la toma de decisiones para la innovación en las tecnologías

se encuentran rezagadas. Por otro lado, el nivel de aprendizaje del recurso humano cuenta con respuestas mixtas entre lentas y moderadas, por lo que se puede evidenciar que algunos empleados se encuentran preparados mientras que otros requieren mayor capacitación para reaccionar ante los desafíos operativos.

Tipo de estrategia	Estrategias aplicadas actualmente				
	Automatización	Comunicación	Escalabilidad	No se evidencia en la respuesta	Planes de contingencia
Capacidad de respuesta del área	0	3	8	0	4
Estrategias a implementar	1	4	2	3	5
Identificación de procesos críticos	2	1	6	3	3
Mejora continua	4	5	2	4	0
Nivel de aprendizaje del recurso humano	3	6	4	1	1

**Tabla 14.** Frecuencia de estrategias aplicadas actualmente

La tabla muestra la frecuencia de estrategias aplicadas actualmente desde diversos enfoques: automatización, comunicación, escalabilidad, planes de contingencia y la opción “No se evidencia en la respuesta” por falta de claridad en la misma. La mayoría de los procesos implementados tienen un enfoque de escalabilidad por lo que se puede deducir que la empresa se adapta a los cambios fácilmente, aunque su capacidad de respuesta es reactiva por la falta de preparación y planificación en sus sistemas. Sorprendentemente, la mejora continua no cuenta con ningún plan de contingencia lo que puede significar un riesgo inminente en la organización con respecto a sus herramientas y procesos. A pesar de los avances tecnológicos, la automatización tiene cifras bajas lo que podría indicar una mayor dependencia a los procesos manuales.

Tipo de estrategia	Recursos utilizados actualmente				
	Financiamiento	Infraestructura	No se evidencia en la respuesta	Personal	Tecnología
Capacidad de respuesta del área	3	1		8	3
Estrategias a implementar	2	4	3	3	3
Identificación de procesos críticos		2	3	5	5
Mejora continua	1		2	4	8
Nivel de aprendizaje del recurso humano			1	12	2

**Tabla 15.** Frecuencia de recursos utilizados actualmente

La tabla muestra la frecuencia de uso de diferentes estrategias implementadas para evaluar los tipos de recursos que son utilizados actualmente en la toma de decisiones y en la ejecución de sus procesos. La tecnología presenta un uso moderado y se emplea principalmente en mejora continua y en los procesos críticos de cada área para llevar a cabo sus actividades. Por otro lado, el financiamiento es el recurso menos utilizado en la mayoría de sus estrategias por lo que se puede decir que la proyección de sus proyectos de inversión son casi nulos a corto, mediano y largo plazo.

Tipo de estrategia	Impacto en la operación actual				
	Grave	Leve	Moderado	No se evidencia en la respuesta	Sin impacto
Capacidad de respuesta del área	1	0	9	0	5
Estrategias a implementar	4	1	5	3	2
Identificación de procesos críticos	4	1	7	3	0
Mejora continua	1	4	7	2	1
Nivel de aprendizaje del recurso humano	2	0	7	1	5

**Tabla 16.** Frecuencia de impacto en la operación actual

Esta tabla muestra el impacto que tiene la toma de decisiones en la operación actual a un nivel grave, leve, moderado o sin impacto. En la mayoría de las estrategias el impacto generado sobre la operatividad es moderado con valores altos en capacidad de respuesta del área, aplicación en procesos críticos, mejora continua y nivel de aprendizaje del recurso humano. Existe un bajo número de impactos graves en las estrategias a implementar a largo o mediano plazo que actualmente no existen y en los procesos críticos que, de no ser atendidos oportunamente, pueden ocasionar grandes daños a la operación o de cara al cliente.

Tipo de estrategia	Automatización de procesos actuales		
	Manual	No se evidencia en la respuesta	Uso de software
Capacidad de respuesta del área	9	0	6
Estrategias a implementar	4	3	8
Identificación de procesos críticos	7	3	5
Mejora continua	5	2	8
Nivel de aprendizaje del recurso humano	7	1	7

**Tabla 17.** Frecuencia de automatización de procesos actuales

La tabla muestra el nivel de automatización de los procesos clasificando las estrategias en Manual y Uso de software. En la mayoría de la ejecución de actividades como la reacción rápida ante los procesos o situaciones críticas donde la capacidad de respuesta debe ser inmediata, las actividades son manuales por lo que se sugiere una transición a la digitalización o automatización para mejorar la calidad de la operación e información procesada en cada una

de las áreas. Por otro lado, la empresa contempla un mejor uso del software en estrategias proyectas a mediano y largo plazo como los planes de acción para lograr una constante mejora continua.

Tipo de estrategia	Capacitación y desarrollo actual				
	Con fechas definidas	Esporádico	Frecuente	No se evidencia en la respuesta	Sin capacitación
Capacidad de respuesta del área	0	0	7	3	5
Estrategias a implementar	1	1	2	7	4
Identificación de procesos críticos	0	1	4	4	6
Mejora continua	0	3	1	3	8
Nivel de aprendizaje del recurso humano	1	2	6	2	4

**Tabla 18.** Frecuencia de capacitación y desarrollo actual

La tabla muestra el estado actual del nivel de capacitación y desarrollo que ejerce la organización sobre el personal para la mejora de conocimientos y habilidades. Se puede observar un bajo número de capacitaciones programadas con fechas definidas, sin embargo, algunas áreas tienen capacitaciones frecuentes para mejorar la capacidad de respuesta del personal ante eventualidades internas y externas como la mejora de técnicas para llevar a cabo otras actividades de un rigor mayor. Sin embargo, existe una cantidad alta de empleados que no cuentan con capacitación para procesos que enmarquen a una mejora continua.

Tipo de estrategia	Optimización de recursos/Procesos actuales				
	Aumento de la capacidad	Mejora de flujos de trabajo	No se evidencia en la respuesta	Optimización de equipos	Reducción de costos o tiempos
Capacidad de respuesta del área	0	7	0	4	4
Estrategias a implementar	0	9	3	3	0
Identificación de procesos críticos	0	8	3	4	0
Mejora continua	0	4	2	9	0
Nivel de aprendizaje del recurso humano	1	10	1	2	1

**Tabla 19.** Frecuencia de optimización de recursos/Procesos actuales

La tabla refleja como la empresa implementa estrategias para optimizar sus recursos y procesos actuales mediante diferentes criterios como aumento de la capacidad, mejora de flujos de trabajo, optimización de equipos y reducción de costos o tiempos. La mayoría de los esfuerzos se centran en mejorar los flujos de trabajo (todos los tipos de estrategias tienen valores significativos en esta categoría), se presenta un bajo enfoque en la reducción de costos

y tiempos y, la optimización de equipos es una prioridad a largo plazo para la mejora continua y adecuar la capacidad de respuesta del área.

Tipo de estrategia	Tiempo de implementación de las estrategias aplicadas			
	Corto plazo (menos de 6 meses)	Largo plazo (más de 1 año)	Mediano plazo (6 meses - 1 año)	No se evidencia en la respuesta
Capacidad de respuesta del área	10	2	0	3
Estrategias a implementar	2	7	1	5
Identificación de procesos críticos	4	1	1	9
Mejora continua	1	8	0	6
Nivel de aprendizaje del recurso humano	7	3	2	3

**Tabla 20.** Frecuencia de tiempo de implementación de las estrategias aplicadas

La tabla presenta la distribución del tiempo de implementación de diferentes estrategias, se consideran cuatro categorías de tiempo: corto plazo (menos de 6 meses), mediano plazo (6 meses – 1 año) y largo plazo (más de 1 año). La mayoría de las estrategias aplicadas se implementan a corto plazo especialmente en capacidad de respuesta del área y nivel de aprendizaje del recurso humano, las estrategias de largo plazo son más frecuentes en mejora continua y estrategias a implementar, en cambio, el mediano plazo es la opción menos utilizada, con valores bajos en todas las estrategias.

Tipo de estrategia	Tipo de estrategia de aprendizaje aplicada			
	Aprendizaje en el trabajo	Capacitación interna	No se evidencia en la respuesta	Uso de tecnología
Capacidad de respuesta del área	5	2	7	1
Estrategias a implementar	3	1	6	5
Identificación de procesos críticos	5	2	7	1
Mejora continua	1	1	8	5
Nivel de aprendizaje del recurso humano	4	8	1	2

**Tabla 21.** Frecuencia de tipo de estrategia de aprendizaje aplicada

Esta tabla muestra los diferentes tipos de estrategias aplicadas en la empresa para la formación de su personal, se analizan tres enfoques: aprendizaje en el trabajo, capacitación interna y uso de tecnologías. El aprendizaje de trabajo se usa principalmente en la capacidad de respuesta del área y en la identificación de procesos críticos por otro lado, el uso de tecnología es más notable en estrategias a implementar y mejora continua, aunque sigue siendo bajo en comparación con otras estrategias.

Tipo de estrategia	Área en que requiere capacitación				
	Atención al cliente	Gestión operativa	No se evidencia en la respuesta	Normativa y cumplimiento	Tecnología y software
Capacidad de respuesta del área	8	2	0	1	4
Estrategias a implementar	2	3	3	2	5
Identificación de procesos críticos	3	4	4	1	3
Mejora continua	4	2	2	0	7
Nivel de aprendizaje del recurso humano	5	4	1	0	5

**Tabla 22.** Frecuencia del área en que se requiere capacitación

Esta tabla evalúa las áreas dentro de la empresa que requieren mayor capacitación de personal para mejorar sus procesos, se consideran cuatro áreas clave: atención de cliente, gestión operativa, normatividad / cumplimiento y tecnología / software. El área con mayor necesidad de capacitación es Tecnología y software, lo que indica que la empresa necesita mejorar el uso de herramientas digitales para sus procesos, también, atención al cliente es un área crítica que requiere mayor capacitación especialmente en la respuesta del área y el nivel de aprendizaje del recurso humano. Adicional, gestión operativa y normatividad / cumplimiento tienen menor necesidad de fortalecimiento de desarrollo en comparación con las demás áreas.

Tipo de estrategia	Tipo de proceso involucrado				
	Atención al cliente	Financiero	No se evidencia en la respuesta	Operacional	Regulatorio
Capacidad de respuesta del área	11	0	0	2	2
Estrategias a implementar	2	0	3	9	1
Identificación de procesos críticos	2	1	3	8	1
Mejora continua	4	1	2	8	0
Nivel de aprendizaje del recurso humano	6	0	1	8	0

**Tabla 23.** Frecuencia de tipo de proceso involucrado

Esta tabla evalúa los tipos de procesos involucrados en las estrategias implementadas en cuatro procesos clave: atención al cliente, financiero, operacional y regulatorio. El proceso más involucrado en las estrategias de mejora es el operacional lo que indica que la empresa necesita optimizar la ejecución de sus operaciones, atención al cliente también en un proceso clave que requiere mejoras especialmente en la capacidad de respuesta del área y el nivel de aprendizaje del recurso humano. El proceso financiero es el menos considerado para mejoras, lo que indica que las estrategias de optimización no están enfocadas en la gestión económica.

Tipo de estrategia	Frecuencia de evaluación del proceso			
	No se evalúan sistemáticamente	No se evidencia en la respuesta	Ocasional	Regular
Capacidad de respuesta del área	5	0	0	10
Estrategias a implementar	5	3	3	4
Identificación de procesos críticos	7	3	1	4
Mejora continua	8	3	3	1
Nivel de aprendizaje del recurso humano	4	3	2	6

**Tabla 24.** Frecuencia de evaluación del proceso

Esta tabla evalúa la frecuencia en que se analizan y validan los procesos estratégicos al interior de la organización. La mayoría de los procesos tienen una evaluación regular especialmente en la capacidad de respuesta del área y el nivel de aprendizaje del recurso humano, esto sugiere que la empresa tiene ciertas áreas con un seguimiento estructurado, sin embargo, hay una cantidad considerable de estrategias especialmente la mejora continua y la identificación de procesos críticos lo que indica oportunidades de mejora en el monitoreo constante. El número de estrategias evaluadas "Ocasionalmente" es bajo en comparación con las evaluadas regularmente o no evaluadas sistemáticamente. Esto sugiere que la empresa tiende a realizar evaluaciones de manera continua en algunos casos, pero en otros deja de hacerlo por completo.

#### Estudio realizado por medio de la Solicitud de Revisión de Registros Existentes

##### Base 1. Mercado regulado y no regulado de energía

A continuación, se muestra la información cruda que fue recolectada por medio de la solicitud de revisión de registros existentes al área de Gestión de la Medida.

A	B	C	D	E
año	mes	NO REGULADO	REGULADO	Grand Total
2020	ENERO	12,5834195	72,4916187	85,0750382
2020	FEBRERO	12,8137698	72,9194151	85,7331850
2020	MARZO	11,9635746	69,6031019	81,5666766
2020	ABRIL	9,17768267	55,6584814	64,8361641
2020	MAYO	10,5332183	63,1475987	73,6808171
2020	JUNIO	10,5790052	63,6679929	74,2469982
2020	JULIO	11,4081337	68,2492280	79,6573617
2020	AGOSTO	11,8970120	68,8103846	80,7073966
2020	SEPTIEMBRE	12,1481527	71,7268323	83,8749851
2020	OCTUBRE	12,8248880	77,4881973	90,3130854
2020	NOVIEMBRE	12,5686913	75,5107970	88,0794884
2020	DICIEMBRE	13,0851558	79,1793280	92,2644839
2021	ENERO	11,3755777	75,6695345	87,0451123
2021	FEBRERO	11,4364308	75,7930776	87,2295084
2021	MARZO	12,4230298	82,5745533	94,9975832
2021	ABRIL	11,9199926	79,1704917	91,0904843
2021	MAYO	11,9960852	79,8435354	91,8396207
2021	JUNIO	13,4380524	81,8270841	95,2651366
2021	JULIO	14,9570794	93,3548068	108,311886
2021	AGOSTO	14,8363003	97,2289629	112,065263
2021	SEPTIEMBRE	15,0197082	98,2612072	113,280915
2021	OCTUBRE	15,2317485	102,321028	117,552777
2021	NOVIEMBRE	15,3059831	100,661717	115,967700
2021	DICIEMBRE	14,9856978	104,175211	119,160909
2022	ENERO	13,4305567	101,996782	115,427339
2022	FEBRERO	12,8483532	98,1985270	111,046880

**Tabla 25.** Información cruda del mercado regulado y no regulado de energía.

Se cuenta con un total de 60 registros en la base de datos en donde en la primera columna se puede visualizar el año de consumo, en la segunda columna el mes de consumo con relación a su año respectivo, en la tercera columna el total de consumo de energía no regulada en GWh, en la cuarta columna el total de consumo de energía regulada en GWh y en la quinta columna la suma de estos dos tipos de consumo igualmente en GWh.

Para la **Base 1, mercado regulado y no regulado de energía**, no fue necesario realizar una limpieza de datos, ya que la información contenida en el tamaño de la población se encuentra correcta (no hay valores inferiores a cero, igual a cero o nulos) y los datos registrados corresponden al total de consumo por mes y año sin sesgo alguno.

Se procede con la organización y preparación de los datos con la finalidad de obtener la base definitiva para el análisis y modelado de información. Se realizaron correcciones de forma como estandarización de los encabezados, disminución de decimales de 8 a 1, redondeando por encima de 5 puntos en el consumo de energía regulado, no regulado y suma total de ambos. Por último, se transforma la variable Mes de tipo cualitativa a tipo cuantitativa y se convierte la información en una tabla de Excel.

Año	Nombre mes	#	Número mes	#	No Regulado	#	Regulado	#	Total consumo
2020	ENERO	1			12,6		72,5		85,1
2020	FEBRERO	2			12,8		72,9		85,7
2020	MARZO	3			12,0		69,6		81,6
2020	ABRIL	4			9,2		55,7		64,8
2020	MAYO	5			10,5		63,1		73,7
2020	JUNIO	6			10,6		63,7		74,2
2020	JULIO	7			11,4		68,2		79,7
2020	AGOSTO	8			11,9		68,8		80,7
2020	SEPTIEMBRE	9			12,1		71,7		83,9
2020	OCTUBRE	10			12,8		77,5		90,3
2020	NOVIEMBRE	11			12,6		75,5		88,1
2020	DICIEMBRE	12			13,1		79,2		92,3
2021	ENERO	1			11,4		75,7		87,0
2021	FEBRERO	2			11,4		75,8		87,2
2021	MARZO	3			12,4		82,6		95,0

**Tabla 26.** Información estandarizada del mercado regulado y no regulado de energía.

Se realiza el análisis de información mediante las siguientes técnicas para evaluar el comportamiento que han tenido los consumos de energía por cada uno de los tipos de mercado y así, diferenciar cuál es el mayor mercado participativo para la organización:

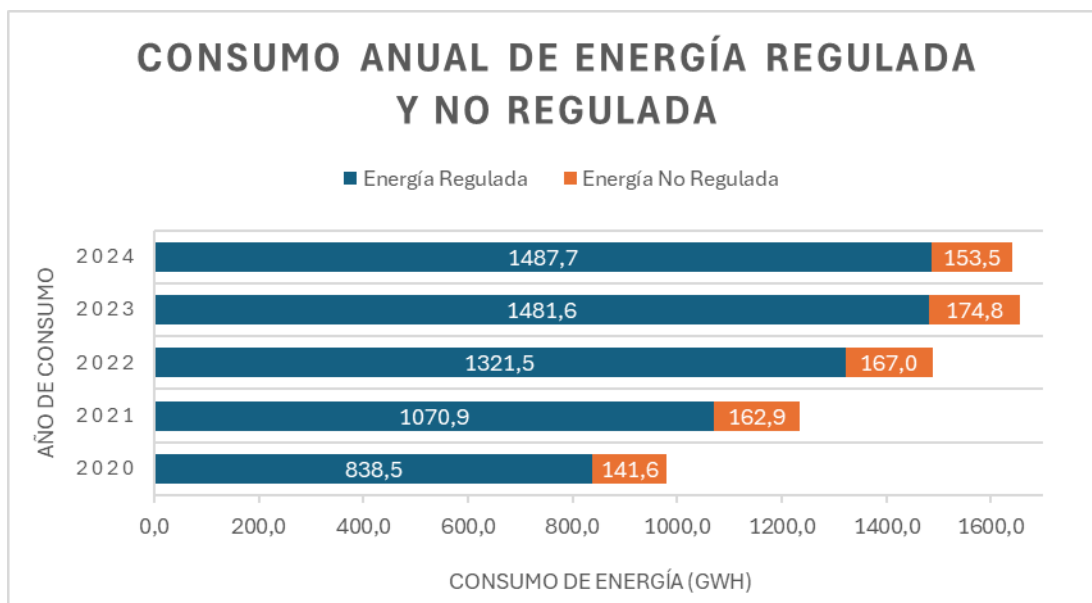
- a. *Análisis del comportamiento de los datos:* se realizó una comparativa entre los periodos 2020 al 2024 para identificar el crecimiento o la caída de los consumos de energía durante el transcurso de estos años.

Año de consumo	Energía Regulada	Energía No Regulada
2020	838,5	141,6
2021	1070,9	162,9
2022	1321,5	167,0
2023	1481,6	174,8
2024	1487,7	153,5
<b>Total</b>	<b>6200,1</b>	<b>799,8</b>

Año de comparación	Total ER	Crecimiento Regulado	% Crecimiento R	Total ENR	Crecimiento No Regulado	% Crecimiento NR
2020 - 2021	1909,3	232,43	12,17	304,5	21,34	7,01
2021 - 2022	2392,4	250,62	10,48	329,9	4,08	1,24
2022 - 2023	2803,1	160,13	5,71	341,8	7,76	2,27
2023 - 2024	2969,3	6,03	0,20	328,3	-21,26	-6,47

**Tabla 27.** Información comparativa de crecimiento y caída del mercado regulado y no regulado de energía en el periodo del 2020 al 2024.



**Ilustración 10.** Gráfica con información comparativa de crecimiento y caída del mercado regulado y no regulado de energía en el periodo del 2020 al 2024.

Se puede evidenciar que la energía del mercado regulado ha mostrado una tendencia continua de crecimiento desde el año 2020 al año 2024 iniciando con 838.5 GWh y finalizando con 1487.7 GWh, en cambio, la energía del mercado no regulado ha mostrado una tendencia inestable en el mismo periodo ya que inició con 141.6 GWh, en el año 2023 alcanzó su máximo con 174.8 GWh, sin embargo, en el año 2024 tuvo una disminución al 153.5 GWh. También, se puede observar que el crecimiento anual del sector de energía regulada tuvo el mayor impacto en el año 2022 con respecto al año 2021 con 250.62 GWh (+10.48), lo que indica que hubo una fuerte expansión de mercado durante este periodo, posteriormente, en el año 2024 con respecto año 2023 hubo una desaceleración y sólo aumentó 6.03 GWh (+0.20%) lo que indica que posiblemente hubo una estabilización en las ventas y el porcentaje de mercado impactado fue menor. En el caso del sector de energía no regulada el mayor impacto de crecimiento ocurrió en el año 2021 con respecto año 2020 con 21.34 GWh (+7.01%), sin embargo, en el año 2024 con respecto al año 2023 hubo una caída de -21.26 GWh (-6.47%) lo que posiblemente puede indicar el retiro de clientes o bajos consumos por parte de estos.

- b. *Estadística descriptiva:* se evaluarán algunas características de los datos mediante parámetros claves como la tendencia central y la dispersión de los datos referentes a la desviación típica, el máximo, mínimo y el coeficiente de variación.

## Estadísticos Descriptivos

*Estadísticos Descriptivos*

	No Regulado	Regulado
Media	13.330	103.336
Desviación Típica	1.429	22.352
Coefficiente de variación	0.107	0.216
Mínimo	9.178	55.658
Máximo	15.903	132.411

**Tabla 28.** Estadística descriptiva de energía regulada y no regulada.

Como se puede evidenciar en la imagen anterior, la media de los datos del consumo de energía no regulada y regulada es de 13.330 GWh y 103.336 GWh, es decir, que el consumo de energía regulada representa la mayor participación de clientes en la empresa. En cuanto a la desviación típica se puede observar que el consumo de energía no regulada está más cercana a la media, por tanto, los datos son más homogéneos y consistentes, en cambio, para el consumo de energía regulada los datos son más heterogéneos y muestran una mayor variabilidad, ya que se encuentra más lejano a la media, esto significa que el mercado regulado abarca usuarios comerciales, industriales y residenciales. Esto se puede constatar con los datos de mínimo y máximo en donde en el mercado no regulado presenta una diferencia entre estos valores de 6.725 GWh y para el mercado regulado es de 76.753 GWh.

- c. *Análisis de correlación:* se realizó la medición de la relación que tienen las variables métricas como el año de consumo, el mes de consumo, la cantidad de energía no regulada y regulada en los periodos respectivos.

*Tabla de Correlación* ▼

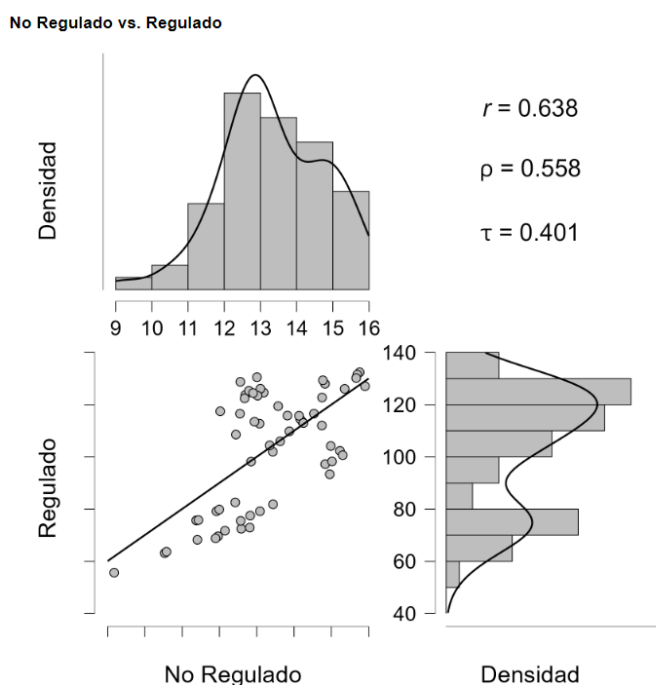
			Pearson		Spearman		Kendall	
			r	p	rho	p	tau B	p
Año	-	Número mes	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000
Año	-	No Regulado	0.297*	0.021	0.273*	0.035	0.170	0.076
Año	-	Regulado	0.909***	< .001	0.904***	< .001	0.764***	< .001
Número mes	-	No Regulado	0.429***	< .001	0.429***	< .001	0.297**	0.001
Número mes	-	Regulado	0.202	0.122	0.195	0.135	0.140	0.124
No Regulado	-	Regulado	0.638***	< .001	0.558***	< .001	0.401***	< .001

\* p < .05, \*\* p < .01, \*\*\* p < .001

**Tabla 29.** Diferentes tipos de coeficiente de correlación para la energía regulada y no regulada.

Como se puede observar existe una correlación significativa entre las variables Año - Regulado con un coeficiente de 0.909, Mes - No Regulado con un coeficiente de 0.429, No regulado -

Regulado con un coeficiente de 0.638, y una correlación mínima entre el Año - No Regulado con un coeficiente de 0.297. Para el caso de la relación entre la variable No regulado - Regulado los datos se encuentran menos dispersos y tienen una relación más lineal en comparación con las demás correlaciones como se muestra en la siguiente gráfica, sin embargo, esto representa un sesgo en la investigación, ya que son dos tipos de mercados diferentes en cuanto a los umbrales de consumo y NO tienen relación en el aumento o disminución de alguna de estas variables con dependencia a la otra. Para el caso de la variable Mes - No Regulado y Mes - Regulado, su correlación es positiva débil, es decir, a mayor número de mes se observa una tendencia de crecimiento del consumo energético.



**Ilustración 11.** Diagrama de correlación entre la energía regulada y no regulada.

Base 1. Mercado regulado y no regulado de energía

A continuación, se muestra la información cruda que fue recolectada por medio de la solicitud de revisión de registros existentes al área de Gestión de la Medida.

A	B	C	D
nombre_operador	activa	FECHA INGRES	nombre_facturacion
CARIBEMAR	37756,11	7/7/2022	CLIENTE 1
CARIBESOL	2964,64	19/9/2019	CLIENTE 2
CARIBEMAR	1329,52	24/11/2022	CLIENTE 3
CODENSA-EEC	3,3	12/12/2013	CLIENTE 4
CEDELCA	4107,34	5/5/2022	CLIENTE 5
CODENSA-EEC	21445,04	10/1/2019	CLIENTE 6
CENS	8714,2	2/7/2007	CLIENTE 7
EPM-EADE	14366,95	1/5/2021	CLIENTE 8
CARIBESOL	6470,15	4/8/2022	CLIENTE 9
CODENSA-EEC	0	21/3/2019	CLIENTE 10
CODENSA-EEC	38038,16	28/3/2019	CLIENTE 11
CENS	48047,75	4/2/2021	CLIENTE 12
ELECTROHUILA	903,77	20/4/2023	CLIENTE 13
CENS	19273,55	2/7/2007	CLIENTE 14
CODENSA-EEC	28250,89	25/5/2023	CLIENTE 15
EPM-EADE	22433,26	29/8/2009	CLIENTE 16
EPM-EADE	84929,08	27/3/2009	CLIENTE 17
CODENSA-EEC	41248,08	27/3/2010	CLIENTE 18
CODENSA-EEC	15472,8	17/10/2010	CLIENTE 19
EPM-EADE	12813,33	2/6/2022	CLIENTE 20
EBSA	5607,74	2/7/2007	CLIENTE 21
CARIBEMAR	14141,73	28/7/2022	CLIENTE 22
CODENSA-EEC	16434,05	3/10/2019	CLIENTE 23
CARIBESOL	1703,48	14/2/2013	CLIENTE 24
EMCALI	2978,12	20/10/2022	CLIENTE 25
CARIBESOL	3773.82	1/10/2010	CLIENTE 26

**Tabla 30.** Información cruda de energía activa por cada operador de red según su fecha de ingreso.

Se cuenta con un total de 9.800 registros en la base de datos en donde en la primera columna se puede visualizar el nombre del operador de red que distribuye la energía al cliente final, en la segunda columna la energía activa consumida por cada cliente y operador de red en KWh, en la tercera columna la fecha de ingreso del operador a la empresa de estudio (día, mes y año) y en la cuarta columna el nombre del cliente (por ser información privada los clientes se codifican desde el cliente 1 hasta el cliente *n*).

Para la **Base 2, energía activa de cada operador de red según su fecha de ingreso**, se realizó depuración de información relacionada a los años 2000, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 con un total de 4.591 registros, ya que no es información relevante para la investigación y no hace parte del tamaño de la población seleccionada. Adicional, para los consumos con una cuantía por debajo de 0 puntos también se depuran, ya que no proporciona ningún valor, estos registros suman en total 184 quedando 5.025 registros en la base de datos.

Se procede a la organización y preparación de los datos con la finalidad de obtener la base definitiva para el análisis de información. En esta base de datos se realizaron correcciones de forma como estandarización de los encabezados, disminución de decimales de 2 a 1,

redondeando por encima de 5 puntos en el consumo de energía activa por cliente y la clasificación de la fecha de ingreso del operador de red a la empresa en mes y año correspondiente. Por último, se convierte la información en una tabla de Excel y se organiza en orden cronológico.

Nombre operador	#	Energía activa	Año de ingreso	Mes de ingreso	Fecha de ingreso	Nombre cliente
Año de ingreso: 2020						
EBSA		2671,1	2020	1	23/1/2020	CLIENTE 73
EBSA		3029,6	2020	1	23/1/2020	CLIENTE 74
EBSA		32687,9	2020	1	23/1/2020	CLIENTE 75
CARIBEMAR		37453,9	2020	1	2/1/2020	CLIENTE 185
CODENSA-EEC		371080,5	2020	1	2/1/2020	CLIENTE 259
CODENSA-EEC		61630,7	2020	1	30/1/2020	CLIENTE 670
EPM-EADE		1677,5	2020	1	30/1/2020	CLIENTE 970
CEDELCA		5588,5	2020	1	9/1/2020	CLIENTE 974
EPM-EADE		2295,5	2020	1	23/1/2020	CLIENTE 977
CEDELCA		2237,9	2020	1	9/1/2020	CLIENTE 978
EPM-EADE		2301,8	2020	1	23/1/2020	CLIENTE 983
CHEC		5653,0	2020	1	23/1/2020	CLIENTE 984
EPM-EADE		1781,6	2020	1	23/1/2020	CLIENTE 987

**Tabla 31.** Información estandarizada de energía activa por cada operador de red según su fecha de ingreso.

**Nota:** no se realizó la conversión a una misma unidad de medida entre las dos bases, ya que, las cuantías quedaban muy grandes o muy pequeñas y el análisis de los datos se podría dificultar.

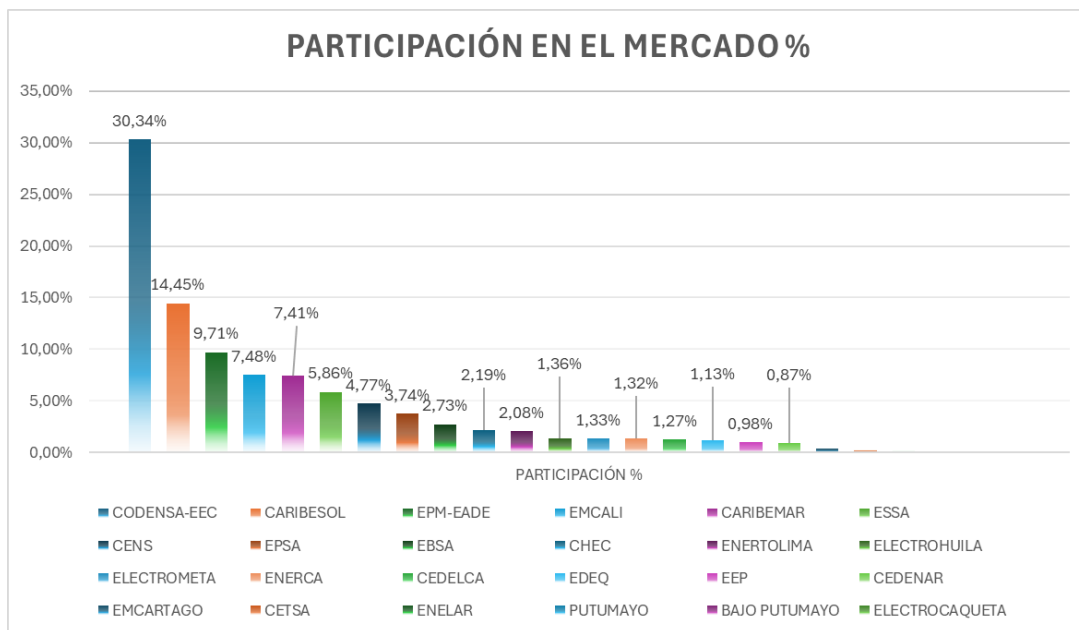
Se realiza el análisis de información mediante la evaluación del comportamiento que han tenido los consumos energéticos por cada uno de los operadores de red en la organización y diferenciar cual es el mayor cliente participativo.

- a. *Análisis del comportamiento de los datos:* se realizó una evaluación del consumo de energía activa por cada uno de los operadores de red entre el periodo de inicio de su operación en la empresa hasta el cierre del año 2024 para validar el crecimiento o la caída de la demanda energética durante el transcurso de estos años y así, poder identificar su porcentaje de participación en el mercado.

OPERADOR DE RED	CANTIDAD CLIENTES
CODENSA-EEC	1938
CARIBESOL	1598
EPM-EADE	1244

CARIBEMAR	926
EMCALI	736
ESSA	582
EPSA	457
CENS	350
CHEC	301
EBSA	277
ENERTOLIMA	241
ELECTROHUILA	179
ELECTROMETA	170
CEDELCA	159
EEP	144
CEDENAR	140
EDEQ	140
ENERCA	87
CETSA	45
EMCARTAGO	33
ENELAR	27
PUTUMAYO	12
BAJO PUTUMAYO	8
ELECTROCAQUETA	6

**Tabla 32.** Consumos energéticos por cada Operador de Red



**Ilustración 12.** Participación en el mercado de los Operadores de Red según su energía activa

Se puede evidenciar que CODENSA-ECC lidera el mercado con un 30.34% de participación, lo que representa una posición dominante y un alto nivel de control sobre el suministro de energía. CARIBESOL ocupa el segundo lugar con 14,45%, una diferencia significativa con respecto al líder del mercado. CENS tiene una participación del 9,71%, asegurando una presencia importante en el sector, estas tres principales compañías suman más del 54% del total del mercado. Ahora bien, las empresas de participación media como EPSA (7.48%), ENERCA (7.41%) y EBSA (5.86%) tienen una presencia relevante en el mercado, aunque con menos influencia que las líderes. EPM-EADE (4.77%) y CEDELCA (3,74%) siguen en el ranking con una participación moderada, es decir, que estas empresas tienen una participación considerable, lo que indica que el mercado no es completamente monopolizado. Para el caso de las empresas de baja participación como ENELAR (2.19%), EMCALI (2.08%), CHEC (1.36%) y otras con menos del 2% muestran una presencia menor en el sector energético. Las empresas con menos del 1%, como BAJO PUTUMAYO (0.87%) y ELECTROCAQUETA, tienen una participación marginal en el mercado siendo probablemente empresas que operan en mercados locales o en regiones específicas con menor demanda energética.

### 5.1.2 Resultados objetivo 2

#### **Analizar el comportamiento y tendencia de los datos históricos de demanda energética durante los últimos cinco años para la elaboración de hipótesis y propuesta de diseño de métodos.**

El proceso de análisis de la información y planteamiento de hipótesis se llevó a cabo para el enfoque cuantitativo, realizando una definición de la validación, limpieza, organización y codificación de los datos obtenidos mediante la encuesta online y la solicitud de revisión de registros existentes a las áreas pertinentes. La aplicación de técnicas definidas para el análisis de datos fueron la validación del comportamiento, estadística descriptiva y análisis de correlación entre variables. A continuación, se lleva a cabo el procedimiento para afirmar el planteamiento de la Hipótesis nula o la Hipótesis alternativa  $-H_0 =$  la implementación de un modelo de pronóstico de la demanda energética mejorará la precisión en la estimación del consumo, permitiendo una adecuada gestión operativa interna en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali y  $H_1 =$  la implementación de un modelo de pronóstico de la demanda energética no mejorará la precisión en la estimación del consumo, lo cual no tendrá un impacto significativo en la gestión operativa interna en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali.

Se utiliza un nivel de significancia del 5% que corresponde a la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera, este valor se aplica para proyectos de investigación relacionados con los consumidores.

$\alpha = 0.05$  Probabilidad de rechazo de la hipótesis nula -  $H_0$

$1 - \alpha = 0.95$  Probabilidad de no rechazo de la hipótesis nula -  $H_1$

Posteriormente, se selecciona el estadístico de prueba Z que es una Distribución normal. Este estadístico se utiliza cuando la muestra es mayor a 30 y generalmente se tienen datos históricos.

Entonces;

$\bar{X} = \text{Media muestral} = 108,95$

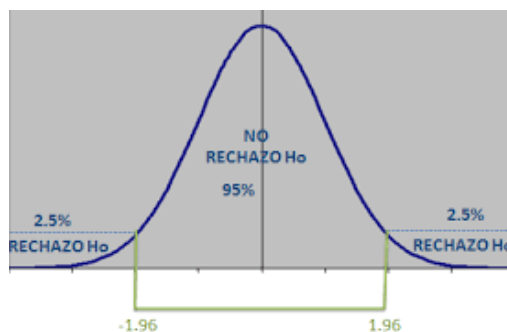
$\mu = \text{Media poblacional} = 103,33$

$\sigma = \text{Desviación estándar de la población} = 22,16$

$n = \text{Tamaño de la muestra} = 52$

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} = \frac{108,95 - 103,33}{22,16 / \sqrt{52}} = \frac{5,62}{22,16 / 7,21} = \frac{5,62}{3,07} = 1,83$$

Según la tabla estadística de distribución normal Z, un valor de  $z = 1.83$  da un resultado de 0.4664. Ahora, dado el resultado se formulan las reglas de decisión las cuales son los enunciados de las condiciones específicas en que se rechaza o afirma la hipótesis nula, se guía de la siguiente gráfica:



**Ilustración 13.** Distribución Normal Z

Por tanto, se afirma la hipótesis nula, es decir, la implementación de un modelo de pronóstico de la demanda energética mejorará la precisión en la estimación del consumo, permitiendo una adecuada gestión operativa interna en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali.

### 5.1.3 Resultados objetivo 3

**Aplicar diferentes modelos de pronóstico de la demanda energética a corto y mediano plazo que permitan abordar los diferentes escenarios, criterios de evaluación y niveles de desempeño en el sector para la interpretación de resultados.**

En la investigación se implementaron diferentes modelos de pronósticos a corto y mediano plazo con la finalidad de comparar las diversas técnicas de series de tiempo que se utilizan para pronosticar la demanda energética como promedio móvil simple, promedio móvil doble, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble y modelo de Holt. Para las estimaciones, se utilizaron dos variables principales como el número de periodos (meses) que corresponden a 53 -resultado obtenido por medio del cálculo de la muestra + 1 (periodo a proyectar)- y la demanda energética expresada en GWh.

#### Consideración importante:

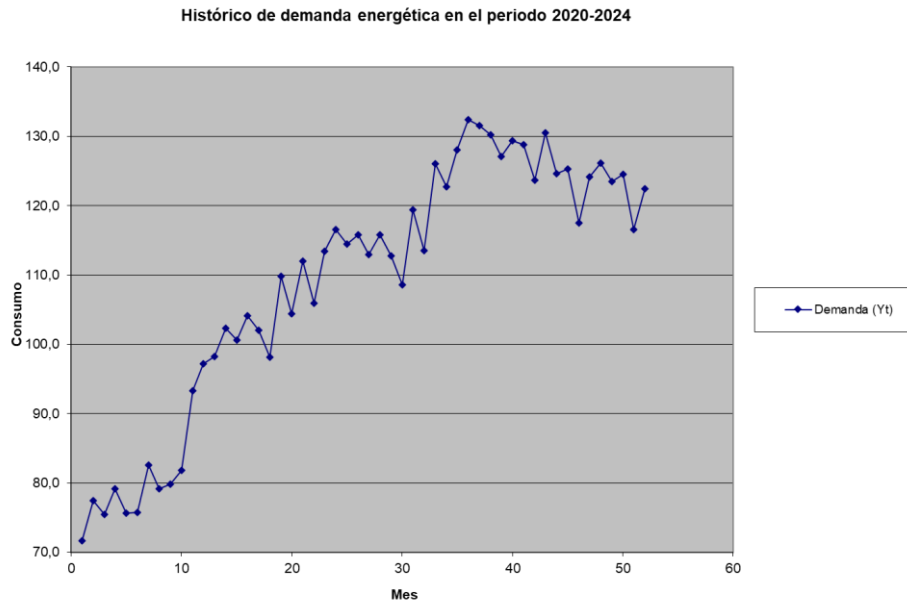
\*La demanda de energía total corresponde al mercado de energía regulada consumida por todos los operadores de red, ya que, representa el 88,7% de las ventas en los últimos 5 años

Mes	Consumo energético (GWh)
1	71,7
2	77,5
3	75,5
4	79,2
5	75,7
6	75,8
7	82,6
8	79,2
9	79,8
10	81,8
11	93,4
12	97,2
13	98,3
14	102,3
15	100,7
16	104,2
17	102,0
18	98,2

19	109,8
20	104,4
21	112,0
22	106,0
23	113,5
24	116,6
25	114,5
26	115,8
27	113,0
28	115,8
29	112,7
30	108,6
31	119,4
32	113,5
33	126,1
34	122,8
35	128,0
36	132,4
37	131,5
38	130,2
39	127,1
40	129,3
41	128,8
42	123,7
43	130,5
44	124,6
45	125,3
46	117,5
47	124,2
48	126,1
49	123,4
50	124,5
51	116,6
52	122,4

**Tabla 33.** Tamaño de la muestra para el modelamiento.

Previamente al modelado, se grafica la información para conocer su comportamiento y fluctuaciones durante los periodos y así, estimar con mayor exactitud el pronóstico adecuado a la tendencia que tienen los datos.



**Ilustración 14.** Histórico de demanda energética en el periodo 2020-2024.

Se puede observar en la gráfica una evolución creciente de la demanda energética a lo largo de los 52 periodos que inician desde septiembre del año 2020 a diciembre del año 2024. Se podrían deducir varios patrones en el comportamiento de los datos como suaves fluctuaciones entre el periodo 5 al periodo 6, entre el periodo 8 al periodo 17, entre el periodo 37 al periodo 42 y entre el periodo 47 al periodo 50, lo que indica que no se observan caídas o picos muy bruscos a comparación con los demás periodos. Por otro lado, en la parte media durante los periodos del 18 al 23 y del 30 al 36 se puede observar un comportamiento volátil con cambios muy bruscos tanto incrementales como descendientes. A continuación, se detallan cada uno de los modelos implementados para la investigación:

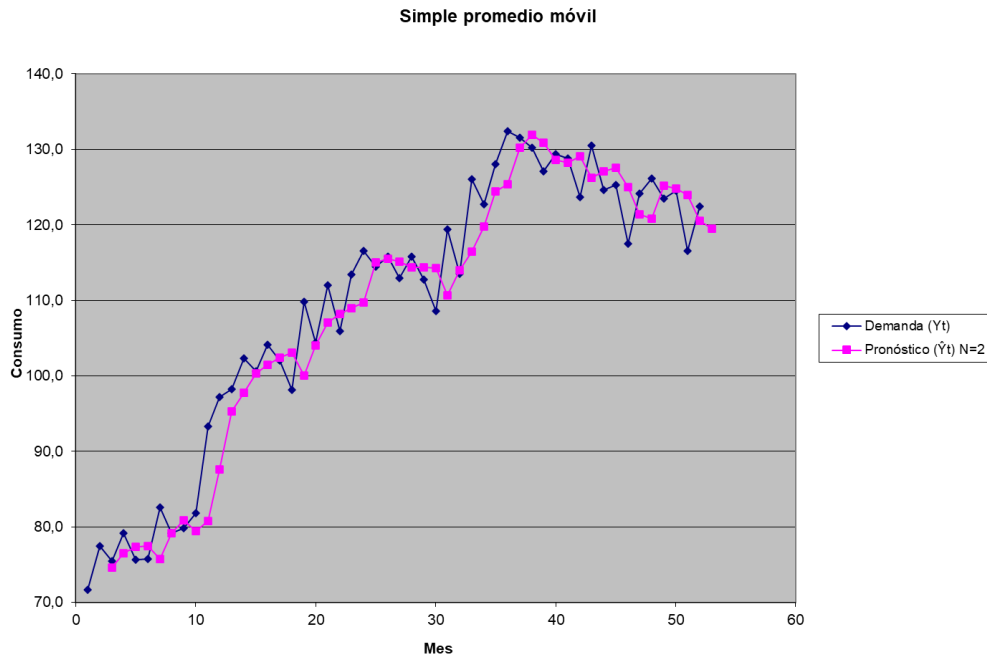
**Modelo promedio móvil simple:** este pronóstico de demanda se utilizó para suavizar las fluctuaciones en una serie de tiempos y predecir el periodo 53 que corresponde al mes de enero del año 2025. Se ejecutaron varios resultados con diferentes parámetros en la variable  $n$  (combinación de número de periodos) desde 2 hasta 5 para evaluar cual sería el óptimo en cuanto a la diferencia entre el valor real y el valor pronosticado.

Mes	Demanda ( $Y_t$ )	Pronóstico ( $\hat{Y}_t$ ) N=2	Error (e)			
			Error de pronóstico o residual $e_t$	$ e_t $	$e_t/Y_t$ (%)	$ e_t /Y_t$ (%)
1	71,7					
2	77,5					
3	75,5	74,6	0,9	0,9	1,2	1,2

4	79,2	76,5	2,7	2,7	3,4	3,4
5	75,7	77,3	-1,7	1,7	-2,2	2,2
6	75,8	77,4	-1,6	1,6	-2,2	2,2
7	82,6	75,7	6,8	6,8	8,3	8,3
8	79,2	79,2	0,0	0,0	0,0	0,0
9	79,8	80,9	-1,0	1,0	-1,3	1,3
10	81,8	79,5	2,3	2,3	2,8	2,8
11	93,4	80,8	12,5	12,5	13,4	13,4
12	97,2	87,6	9,6	9,6	9,9	9,9
13	98,3	95,3	3,0	3,0	3,0	3,0
14	102,3	97,7	4,6	4,6	4,5	4,5
15	100,7	100,3	0,4	0,4	0,4	0,4
16	104,2	101,5	2,7	2,7	2,6	2,6
17	102,0	102,4	-0,4	0,4	-0,4	0,4
18	98,2	103,1	-4,9	4,9	-5,0	5,0
19	109,8	100,1	9,7	9,7	8,8	8,8
20	104,4	104,0	0,4	0,4	0,4	0,4
21	112,0	107,1	4,9	4,9	4,4	4,4
22	106,0	108,2	-2,2	2,2	-2,1	2,1
23	113,5	109,0	4,5	4,5	4,0	4,0
24	116,6	109,7	6,8	6,8	5,9	5,9
25	114,5	115,0	-0,5	0,5	-0,5	0,5
26	115,8	115,5	0,2	0,2	0,2	0,2
27	113,0	115,1	-2,2	2,2	-1,9	1,9
28	115,8	114,4	1,5	1,5	1,3	1,3
29	112,7	114,4	-1,7	1,7	-1,5	1,5
30	108,6	114,3	-5,7	5,7	-5,3	5,3
31	119,4	110,6	8,8	8,8	7,4	7,4
32	113,5	114,0	-0,5	0,5	-0,5	0,5
33	126,1	116,5	9,6	9,6	7,6	7,6
34	122,8	119,8	3,0	3,0	2,4	2,4
35	128,0	124,4	3,6	3,6	2,8	2,8
36	132,4	125,4	7,0	7,0	5,3	5,3
37	131,5	130,2	1,3	1,3	1,0	1,0
38	130,2	132,0	-1,8	1,8	-1,4	1,4
39	127,1	130,9	-3,8	3,8	-3,0	3,0
40	129,3	128,6	0,7	0,7	0,5	0,5
41	128,8	128,2	0,6	0,6	0,4	0,4
42	123,7	129,1	-5,4	5,4	-4,3	4,3
43	130,5	126,2	4,3	4,3	3,3	3,3
44	124,6	127,1	-2,5	2,5	-2,0	2,0
45	125,3	127,6	-2,3	2,3	-1,8	1,8
46	117,5	125,0	-7,5	7,5	-6,4	6,4
47	124,2	121,4	2,8	2,8	2,2	2,2
48	126,1	120,8	5,3	5,3	4,2	4,2
49	123,4	125,2	-1,7	1,7	-1,4	1,4
50	124,5	124,8	-0,3	0,3	-0,2	0,2

51	116,6	124,0	-7,4	7,4	-6,4	6,4
52	122,4	120,5	1,9	1,9	1,6	1,6
53		119,5				

**Tabla 34.** Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Simple con n=2.



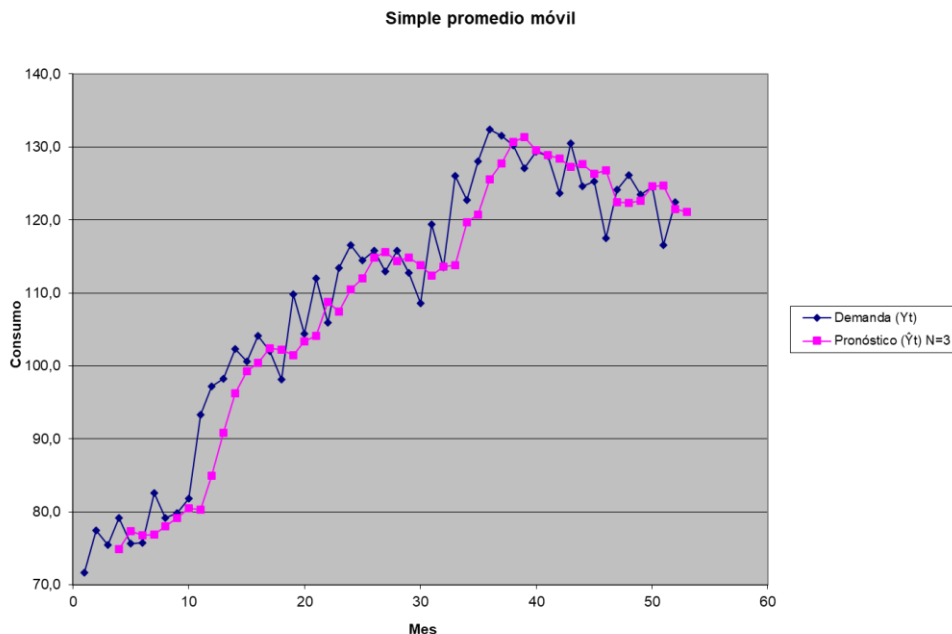
**Ilustración 15.** Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Simple n=2.

Cuando  $n = 2$  el valor proyectado para el período 53 es igual a 119.5 GWh con un Error Medio Cuadrado (EMC) = 21.69, Desviación Absoluta de la Media (DAM) = 3.55, Porcentaje Medio de Error (PME) = 1.27 y Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) = 3.26.

Mes	Demanda ( $Y_t$ )	Pronóstico ( $\hat{Y}_t$ ) N=3	Error (e)			
			Error de pronóstico o residual $e_t$	$ e_t $	$e_t/Y_t$ (%)	$ e_t /Y_t$ (%)
1	71,7					
2	77,5					
3	75,5					
4	79,2	74,9	4,3	4,3	5,4	5,4
5	75,7	77,4	-1,7	1,7	-2,3	2,3
6	75,8	76,8	-1,0	1,0	-1,3	1,3
7	82,6	76,9	5,7	5,7	6,9	6,9
8	79,2	78,0	1,2	1,2	1,5	1,5
9	79,8	79,2	0,7	0,7	0,8	0,8
10	81,8	80,5	1,3	1,3	1,6	1,6
11	93,4	80,3	13,1	13,1	14,0	14,0
12	97,2	85,0	12,2	12,2	12,6	12,6
13	98,3	90,8	7,5	7,5	7,6	7,6

14	102,3	96,3	6,0	6,0	5,9	5,9
15	100,7	99,3	1,4	1,4	1,4	1,4
16	104,2	100,4	3,8	3,8	3,6	3,6
17	102,0	102,4	-0,4	0,4	-0,4	0,4
18	98,2	102,3	-4,1	4,1	-4,2	4,2
19	109,8	101,5	8,3	8,3	7,6	7,6
20	104,4	103,3	1,1	1,1	1,0	1,0
21	112,0	104,1	7,9	7,9	7,0	7,0
22	106,0	108,7	-2,8	2,8	-2,6	2,6
23	113,5	107,5	6,0	6,0	5,3	5,3
24	116,6	110,5	6,1	6,1	5,2	5,2
25	114,5	112,0	2,5	2,5	2,2	2,2
26	115,8	114,8	0,9	0,9	0,8	0,8
27	113,0	115,6	-2,6	2,6	-2,3	2,3
28	115,8	114,4	1,4	1,4	1,2	1,2
29	112,7	114,9	-2,1	2,1	-1,9	1,9
30	108,6	113,9	-5,3	5,3	-4,9	4,9
31	119,4	112,4	7,1	7,1	5,9	5,9
32	113,5	113,6	-0,1	0,1	-0,1	0,1
33	126,1	113,8	12,3	12,3	9,7	9,7
34	122,8	119,7	3,1	3,1	2,5	2,5
35	128,0	120,8	7,2	7,2	5,7	5,7
36	132,4	125,6	6,8	6,8	5,1	5,1
37	131,5	127,7	3,8	3,8	2,9	2,9
38	130,2	130,7	-0,4	0,4	-0,3	0,3
39	127,1	131,4	-4,3	4,3	-3,4	3,4
40	129,3	129,6	-0,3	0,3	-0,2	0,2
41	128,8	128,9	-0,1	0,1	-0,1	0,1
42	123,7	128,4	-4,7	4,7	-3,8	3,8
43	130,5	127,3	3,3	3,3	2,5	2,5
44	124,6	127,7	-3,0	3,0	-2,4	2,4
45	125,3	126,3	-1,0	1,0	-0,8	0,8
46	117,5	126,8	-9,4	9,4	-8,0	8,0
47	124,2	122,5	1,7	1,7	1,4	1,4
48	126,1	122,3	3,8	3,8	3,0	3,0
49	123,4	122,6	0,9	0,9	0,7	0,7
50	124,5	124,6	-0,1	0,1	-0,1	0,1
51	116,6	124,7	-8,1	8,1	-7,0	7,0
52	122,4	121,5	0,9	0,9	0,8	0,8
53		121,2				

**Tabla 35.** Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Simple con n=3.



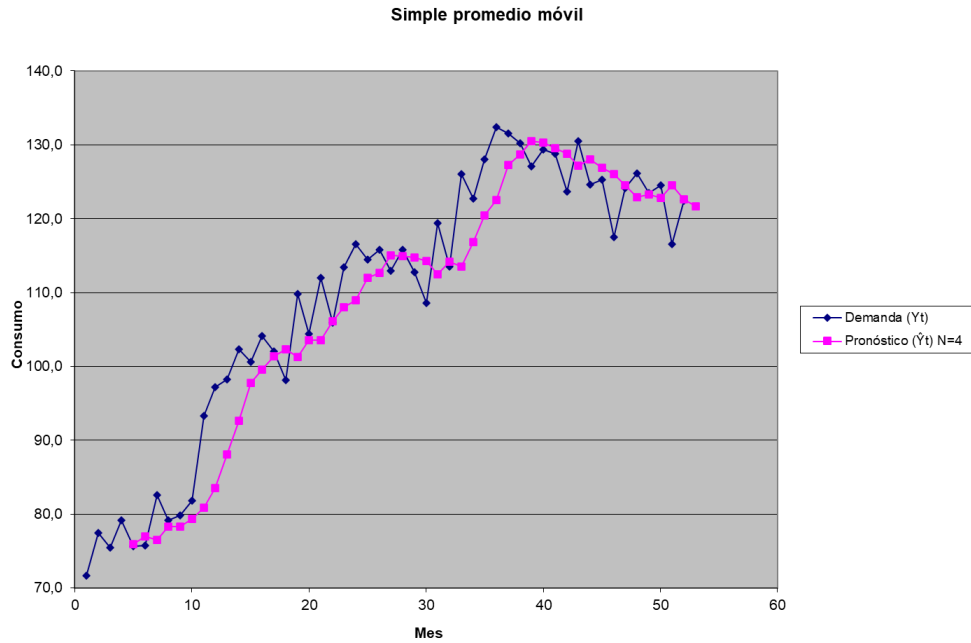
**Ilustración 16.** Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Simple  $n=3$ .

Cuando  $n = 3$  el valor proyectado para el período 53 es igual a 121.2 GWh con un Error Medio Cuadrado (EMC) = 27.0, Desviación Absoluta de la Media (DAM) = 3.95, Porcentaje Medio de Error (PME) = 1.75 y Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) = 3.63.

Mes	Demanda ( $Y_t$ )	Pronóstico ( $\hat{Y}_t$ ) N=4	Error (e)			
			Error de pronóstico o residual $e_t$	$ e_t $	$e_t/Y_t$ (%)	$ e_t /Y_t$ (%)
1	71,7					
2	77,5					
3	75,5					
4	79,2					
5	75,7	76,0	-0,3	0,3	-0,4	0,4
6	75,8	77,0	-1,2	1,2	-1,5	1,5
7	82,6	76,5	6,0	6,0	7,3	7,3
8	79,2	78,3	0,9	0,9	1,1	1,1
9	79,8	78,3	1,5	1,5	1,9	1,9
10	81,8	79,3	2,5	2,5	3,0	3,0
11	93,4	80,9	12,5	12,5	13,4	13,4
12	97,2	83,5	13,7	13,7	14,1	14,1
13	98,3	88,1	10,2	10,2	10,4	10,4
14	102,3	92,7	9,7	9,7	9,4	9,4
15	100,7	97,8	2,9	2,9	2,9	2,9
16	104,2	99,6	4,6	4,6	4,4	4,4
17	102,0	101,4	0,6	0,6	0,6	0,6
18	98,2	102,3	-4,1	4,1	-4,2	4,2

19	109,8	101,3	8,5	8,5	7,8	7,8
20	104,4	103,5	0,9	0,9	0,8	0,8
21	112,0	103,6	8,4	8,4	7,5	7,5
22	106,0	106,1	-0,1	0,1	-0,1	0,1
23	113,5	108,0	5,4	5,4	4,8	4,8
24	116,6	109,0	7,6	7,6	6,5	6,5
25	114,5	112,0	2,5	2,5	2,2	2,2
26	115,8	112,6	3,1	3,1	2,7	2,7
27	113,0	115,1	-2,1	2,1	-1,9	1,9
28	115,8	115,0	0,9	0,9	0,8	0,8
29	112,7	114,8	-2,0	2,0	-1,8	1,8
30	108,6	114,3	-5,8	5,8	-5,3	5,3
31	119,4	112,5	6,9	6,9	5,8	5,8
32	113,5	114,1	-0,7	0,7	-0,6	0,6
33	126,1	113,6	12,5	12,5	9,9	9,9
34	122,8	116,9	5,9	5,9	4,8	4,8
35	128,0	120,4	7,6	7,6	5,9	5,9
36	132,4	122,6	9,8	9,8	7,4	7,4
37	131,5	127,3	4,2	4,2	3,2	3,2
38	130,2	128,7	1,5	1,5	1,2	1,2
39	127,1	130,5	-3,5	3,5	-2,7	2,7
40	129,3	130,3	-1,0	1,0	-0,7	0,7
41	128,8	129,5	-0,8	0,8	-0,6	0,6
42	123,7	128,8	-5,2	5,2	-4,2	4,2
43	130,5	127,2	3,3	3,3	2,5	2,5
44	124,6	128,1	-3,4	3,4	-2,8	2,8
45	125,3	126,9	-1,6	1,6	-1,3	1,3
46	117,5	126,1	-8,6	8,6	-7,3	7,3
47	124,2	124,5	-0,3	0,3	-0,2	0,2
48	126,1	122,9	3,2	3,2	2,5	2,5
49	123,4	123,3	0,2	0,2	0,1	0,1
50	124,5	122,8	1,7	1,7	1,4	1,4
51	116,6	124,6	-8,0	8,0	-6,9	6,9
52	122,4	122,7	-0,2	0,2	-0,2	0,2
53		121,7				

**Tabla 36.** Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Simple con n=4.



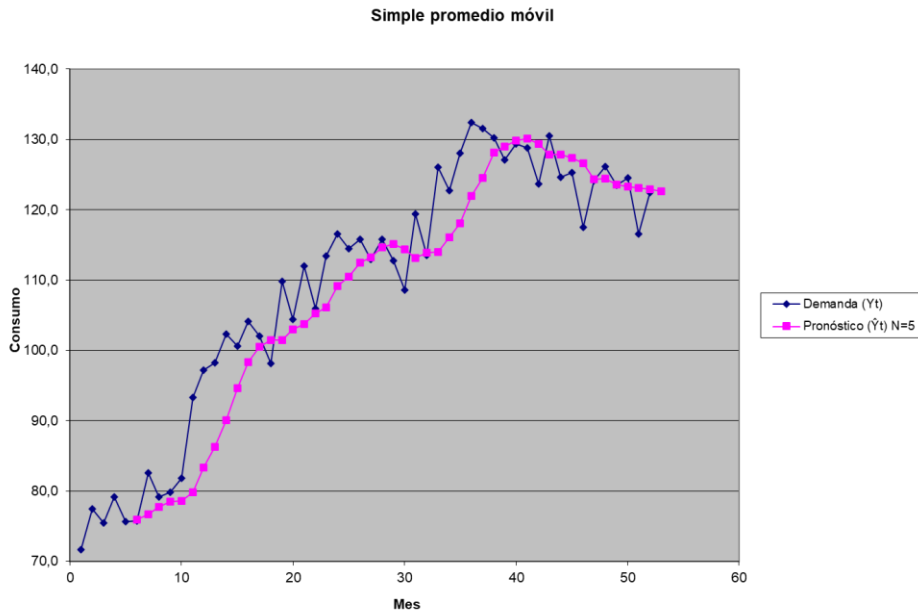
**Ilustración 17.** Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Simple n=4.

Cuando  $n = 4$  el valor proyectado para el período 53 es igual a 121.7 GWh con un Error Medio Cuadrado (EMC) = 32.39, Desviación Absoluta de la Media (DAM) = 4.33, Porcentaje Medio de Error (PME) = 2.16 y Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) = 3.94.

Mes	Demanda ( $Y_t$ )	Pronóstico ( $\hat{Y}_t$ ) N=5	Error (e)			
			Error de pronóstico o residual $e_t$	$ e_t $	$e_t/Y_t$ (%)	$ e_t /Y_t$ (%)
1	71,7					
2	77,5					
3	75,5					
4	79,2					
5	75,7					
6	75,8	75,9	-0,1	0,1	-0,2	0,2
7	82,6	76,7	5,8	5,8	7,1	7,1
8	79,2	77,7	1,4	1,4	1,8	1,8
9	79,8	78,5	1,4	1,4	1,7	1,7
10	81,8	78,6	3,2	3,2	3,9	3,9
11	93,4	79,8	13,5	13,5	14,5	14,5
12	97,2	83,4	13,9	13,9	14,3	14,3
13	98,3	86,3	12,0	12,0	12,2	12,2
14	102,3	90,1	12,2	12,2	11,9	11,9
15	100,7	94,6	6,1	6,1	6,0	6,0
16	104,2	98,4	5,8	5,8	5,6	5,6
17	102,0	100,5	1,5	1,5	1,4	1,4
18	98,2	101,5	-3,3	3,3	-3,3	3,3

19	109,8	101,5	8,3	8,3	7,6	7,6
20	104,4	103,0	1,4	1,4	1,4	1,4
21	112,0	103,7	8,3	8,3	7,4	7,4
22	106,0	105,3	0,7	0,7	0,6	0,6
23	113,5	106,1	7,4	7,4	6,5	6,5
24	116,6	109,1	7,4	7,4	6,4	6,4
25	114,5	110,5	4,0	4,0	3,5	3,5
26	115,8	112,5	3,3	3,3	2,8	2,8
27	113,0	113,3	-0,3	0,3	-0,2	0,2
28	115,8	114,7	1,2	1,2	1,0	1,0
29	112,7	115,1	-2,4	2,4	-2,1	2,1
30	108,6	114,4	-5,8	5,8	-5,4	5,4
31	119,4	113,2	6,3	6,3	5,2	5,2
32	113,5	113,9	-0,4	0,4	-0,4	0,4
33	126,1	114,0	12,1	12,1	9,6	9,6
34	122,8	116,1	6,7	6,7	5,5	5,5
35	128,0	118,1	9,9	9,9	7,8	7,8
36	132,4	122,0	10,5	10,5	7,9	7,9
37	131,5	124,5	7,0	7,0	5,3	5,3
38	130,2	128,2	2,0	2,0	1,6	1,6
39	127,1	129,0	-1,9	1,9	-1,5	1,5
40	129,3	129,8	-0,5	0,5	-0,4	0,4
41	128,8	130,1	-1,4	1,4	-1,0	1,0
42	123,7	129,4	-5,7	5,7	-4,6	4,6
43	130,5	127,8	2,7	2,7	2,1	2,1
44	124,6	127,9	-3,2	3,2	-2,6	2,6
45	125,3	127,4	-2,1	2,1	-1,7	1,7
46	117,5	126,6	-9,1	9,1	-7,8	7,8
47	124,2	124,3	-0,1	0,1	-0,1	0,1
48	126,1	124,4	1,7	1,7	1,3	1,3
49	123,4	123,5	-0,1	0,1	-0,1	0,1
50	124,5	123,3	1,2	1,2	0,9	0,9
51	116,6	123,1	-6,6	6,6	-5,7	5,7
52	122,4	123,0	-0,5	0,5	-0,4	0,4
53		122,6				

**Tabla 37.** Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Simple con n=5.



**Ilustración 18.** Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Simple n=5.

Cuando  $n = 5$  el valor proyectado para el período 53 es igual a 122.6 GWh con un Error Medio Cuadrado (EMC) = 38.32, Desviación Absoluta de la Media (DAM) = 4.73, Porcentaje Medio de Error (PME) = 2.71 y Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) = 4.30.

De lo anterior, se puede observar que entre más grande es el parámetro  $n$  más se aleja y suaviza la curva entre los números reales proporcionados por la organización en su demanda energética durante la totalidad de los 53 periodos y los valores pronosticados para el mismo tiempo.

**Modelo promedio móvil doble:** este pronóstico de demanda se utilizó para suavizar la variabilidad y capturar mejor la dirección del crecimiento o decrecimiento de los datos y predecir el periodo 53 que corresponde al mes de enero del año 2025. Se ejecutaron varios resultados con diferentes parámetros en la variable  $n$  (combinación de número de periodos) desde 2 hasta 5 para evaluar cual sería el óptimo en cuanto a la diferencia entre el valor real y el valor pronosticado.

Mes	Demanda (Y <sub>t</sub> )	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> ''	Pronóstico o Ŷ <sub>t+w</sub> N=2	Error (e)				
					e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub> <sup>2</sup>	e <sub>t</sub>  /Y <sub>t</sub> (%)	e <sub>t</sub> /Y <sub>t</sub> (%)
1	71,7								
2	77,5	74,6							
3	75,5	76,5	75,6						

4	79,2	77,3	76,9	79,3	-0,2	0,2	0,0	0,2	-0,2
5	75,7	77,4	77,4	78,6	-2,9	2,9	8,7	3,9	-3,9
6	75,8	75,7	76,6	77,5	-1,8	1,8	3,1	2,3	-2,3
7	82,6	79,2	77,5	73,2	9,4	9,4	88,0	11,4	11,4
8	79,2	80,9	80,0	84,4	-5,2	5,2	27,0	6,6	-6,6
9	79,8	79,5	80,2	83,4	-3,6	3,6	12,7	4,5	-4,5
10	81,8	80,8	80,2	77,5	4,4	4,4	19,1	5,3	5,3
11	93,4	87,6	84,2	82,8	10,5	10,5	110,8	11,3	11,3
12	97,2	95,3	91,4	97,7	-0,5	0,5	0,2	0,5	-0,5
13	98,3	97,7	96,5	106,8	-8,6	8,6	73,7	8,7	-8,7
14	102,3	100,3	99,0	101,4	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9
15	100,7	101,5	100,9	104,1	-3,4	3,4	11,9	3,4	-3,4
16	104,2	102,4	102,0	103,3	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
17	102,0	103,1	102,8	103,8	-1,8	1,8	3,3	1,8	-1,8
18	98,2	100,1	101,6	104,1	-5,9	5,9	34,7	6,0	-6,0
19	109,8	104,0	102,0	95,6	14,2	14,2	201,3	12,9	12,9
20	104,4	107,1	105,6	109,9	-5,4	5,4	29,7	5,2	-5,2
21	112,0	108,2	107,7	111,8	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2
22	106,0	109,0	108,6	109,9	-3,9	3,9	15,3	3,7	-3,7
23	113,5	109,7	109,4	110,2	3,3	3,3	11,0	2,9	2,9
24	116,6	115,0	112,4	110,8	5,7	5,7	33,1	4,9	4,9
25	114,5	115,5	115,3	123,0	-8,5	8,5	71,7	7,4	-7,4
26	115,8	115,1	115,3	116,3	-0,5	0,5	0,3	0,5	-0,5
27	113,0	114,4	114,8	114,5	-1,6	1,6	2,4	1,4	-1,4
28	115,8	114,4	114,4	113,2	2,6	2,6	6,8	2,2	2,2
29	112,7	114,3	114,3	114,5	-1,7	1,7	2,9	1,5	-1,5
30	108,6	110,6	112,5	114,1	-5,6	5,6	30,9	5,1	-5,1
31	119,4	114,0	112,3	105,2	14,2	14,2	203,0	11,9	11,9
32	113,5	116,5	115,2	119,0	-5,5	5,5	30,6	4,9	-4,9
33	126,1	119,8	118,1	120,2	5,9	5,9	35,0	4,7	4,7
34	122,8	124,4	122,1	124,8	-2,0	2,0	4,0	1,6	-1,6
35	128,0	125,4	124,9	131,4	-3,4	3,4	11,3	2,6	-2,6
36	132,4	130,2	127,8	126,8	5,6	5,6	31,1	4,2	4,2
37	131,5	132,0	131,1	137,5	-5,9	5,9	35,0	4,5	-4,5
38	130,2	130,9	131,4	134,6	-4,4	4,4	19,4	3,4	-3,4
39	127,1	128,6	129,8	129,2	-2,1	2,1	4,6	1,7	-1,7
40	129,3	128,2	128,4	125,3	4,0	4,0	16,4	3,1	3,1
41	128,8	129,1	128,6	127,6	1,2	1,2	1,4	0,9	0,9
42	123,7	126,2	127,6	130,3	-6,6	6,6	43,9	5,4	-5,4
43	130,5	127,1	126,7	122,0	8,5	8,5	73,0	6,5	6,5
44	124,6	127,6	127,4	128,4	-3,8	3,8	14,5	3,1	-3,1
45	125,3	125,0	126,3	128,3	-3,0	3,0	8,8	2,4	-2,4
46	117,5	121,4	123,2	121,1	-3,6	3,6	13,0	3,1	-3,1
47	124,2	120,8	121,1	116,0	8,2	8,2	66,7	6,6	6,6
48	126,1	125,2	123,0	120,0	6,1	6,1	37,8	4,9	4,9
49	123,4	124,8	125,0	131,6	-8,2	8,2	67,2	6,6	-6,6
50	124,5	124,0	124,4	124,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2

51	116,6	120,5	122,2	122,7	-6,2	6,2	38,4	5,3	-5,3
52	122,4	119,5	120,0	115,3	7,1	7,1	50,2	5,8	5,8
53				117,9					
SUMA					-2,4	229,2	1605,5	209,0	-5,3

Tabla 38. Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Doble con n=2.

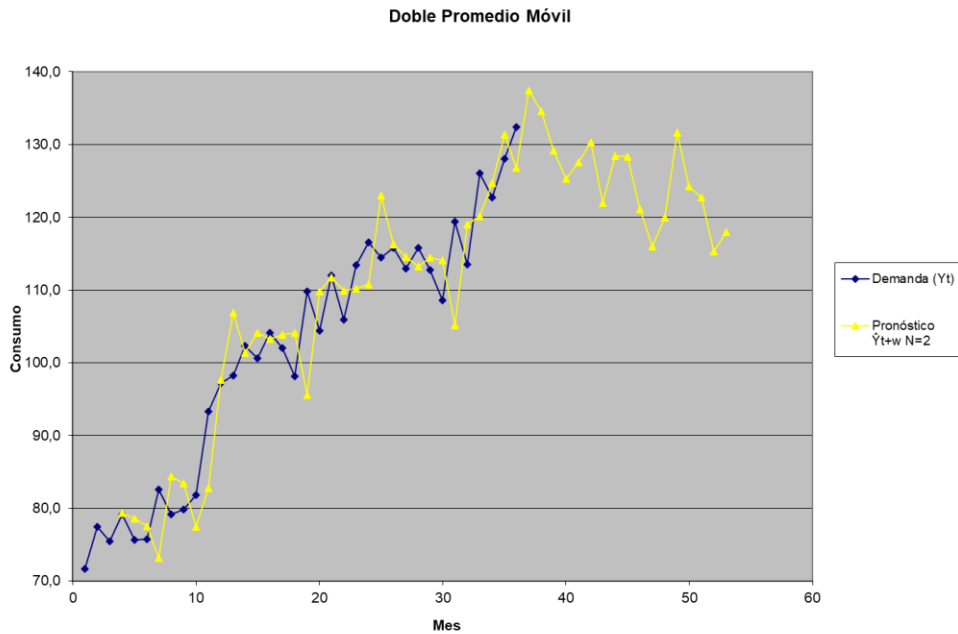


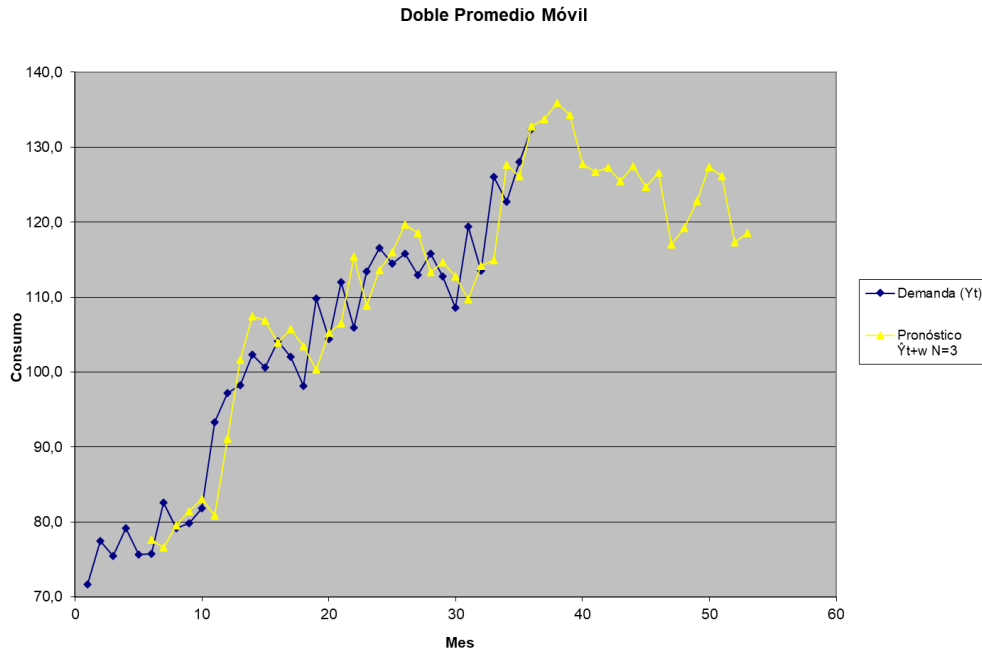
Ilustración 19. Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Doble n=2.

Cuando  $n = 2$  el valor proyectado para el período 53 es igual a 117.9 GWh con un Error Medio Cuadrado (EMC) = 32.76, Desviación Absoluta de la Media (DAM) = 4.68, Porcentaje Medio de Error (PME) = 0.11 y Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) = 4.27.

Mes	Demanda (Y <sub>t</sub> )	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> ''	Pronóstico $\hat{Y}_{t+w} N=3$	Error (e)				
					e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub> <sup>2</sup>	e <sub>t</sub>  /Y <sub>t</sub> (%)	e <sub>t</sub> /Y <sub>t</sub> (%)
1,0	71,7								
2,0	77,5								
3,0	75,5	74,9							
4,0	79,2	77,4							
5,0	75,7	76,8	76,4						
6,0	75,8	76,9	77,0	77,6	-1,8	1,8	3,4	2,4	-2,4
7,0	82,6	78,0	77,2	76,6	6,0	6,0	35,7	7,2	7,2
8,0	79,2	79,2	78,0	79,6	-0,4	0,4	0,2	0,5	-0,5
9,0	79,8	80,5	79,2	81,5	-1,6	1,6	2,7	2,1	-2,1
10,0	81,8	80,3	80,0	83,1	-1,3	1,3	1,6	1,6	-1,6
11,0	93,4	85,0	81,9	80,8	12,5	12,5	156,4	13,4	13,4
12,0	97,2	90,8	85,4	91,1	6,1	6,1	37,0	6,3	6,3
13,0	98,3	96,3	90,7	101,7	-3,4	3,4	11,7	3,5	-3,5
14,0	102,3	99,3	95,5	107,4	-5,1	5,1	26,3	5,0	-5,0

15,0	100,7	100,4	98,7	106,9	-6,2	6,2	39,0	6,2	-6,2
16,0	104,2	102,4	100,7	103,9	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
17,0	102,0	102,3	101,7	105,8	-3,8	3,8	14,3	3,7	-3,7
18,0	98,2	101,5	102,0	103,4	-5,2	5,2	27,6	5,3	-5,3
19,0	109,8	103,3	102,4	100,3	9,5	9,5	90,5	8,7	8,7
20,0	104,4	104,1	103,0	105,3	-0,9	0,9	0,8	0,8	-0,8
21,0	112,0	108,7	105,4	106,5	5,6	5,6	30,9	5,0	5,0
22,0	106,0	107,5	106,8	115,4	-9,5	9,5	89,4	8,9	-8,9
23,0	113,5	110,5	108,9	108,8	4,6	4,6	21,6	4,1	4,1
24,0	116,6	112,0	110,0	113,7	2,9	2,9	8,4	2,5	2,5
25,0	114,5	114,8	112,4	116,0	-1,5	1,5	2,3	1,3	-1,3
26,0	115,8	115,6	114,2	119,7	-3,9	3,9	15,1	3,4	-3,4
27,0	113,0	114,4	115,0	118,5	-5,5	5,5	30,7	4,9	-4,9
28,0	115,8	114,9	115,0	113,3	2,5	2,5	6,3	2,2	2,2
29,0	112,7	113,9	114,4	114,7	-1,9	1,9	3,6	1,7	-1,7
30,0	108,6	112,4	113,7	112,8	-4,3	4,3	18,1	3,9	-3,9
31,0	119,4	113,6	113,3	109,7	9,7	9,7	94,1	8,1	8,1
32,0	113,5	113,8	113,3	114,2	-0,7	0,7	0,5	0,6	-0,6
33,0	126,1	119,7	115,7	115,0	11,1	11,1	123,7	8,8	8,8
34,0	122,8	120,8	118,1	127,6	-4,9	4,9	23,7	4,0	-4,0
35,0	128,0	125,6	122,0	126,1	1,9	1,9	3,5	1,5	1,5
36,0	132,4	127,7	124,7	132,8	-0,4	0,4	0,2	0,3	-0,3
37,0	131,5	130,7	128,0	133,8	-2,2	2,2	5,0	1,7	-1,7
38,0	130,2	131,4	129,9	136,0	-5,8	5,8	33,1	4,4	-4,4
39,0	127,1	129,6	130,5	134,3	-7,2	7,2	52,3	5,7	-5,7
40,0	129,3	128,9	130,0	127,7	1,6	1,6	2,6	1,3	1,3
41,0	128,8	128,4	129,0	126,7	2,0	2,0	4,2	1,6	1,6
42,0	123,7	127,3	128,2	127,3	-3,6	3,6	12,8	2,9	-2,9
43,0	130,5	127,7	127,8	125,4	5,1	5,1	25,9	3,9	3,9
44,0	124,6	126,3	127,1	127,4	-2,8	2,8	7,9	2,2	-2,2
45,0	125,3	126,8	126,9	124,7	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5
46,0	117,5	122,5	125,2	126,6	-9,2	9,2	84,2	7,8	-7,8
47,0	124,2	122,3	123,9	117,0	7,2	7,2	51,2	5,8	5,8
48,0	126,1	122,6	122,5	119,2	6,9	6,9	47,6	5,5	5,5
49,0	123,4	124,6	123,2	122,8	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5
50,0	124,5	124,7	124,0	127,4	-2,9	2,9	8,6	2,4	-2,4
51,0	116,6	121,5	123,6	126,2	-9,6	9,6	92,1	8,2	-8,2
52,0	122,4	121,2	122,4	117,3	5,1	5,1	26,2	4,2	4,2
53,0				118,6					
<b>SUMA</b>					-4,0	207,5	1373,8	186,6	-4,5

Tabla 39. Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Doble con n=3.



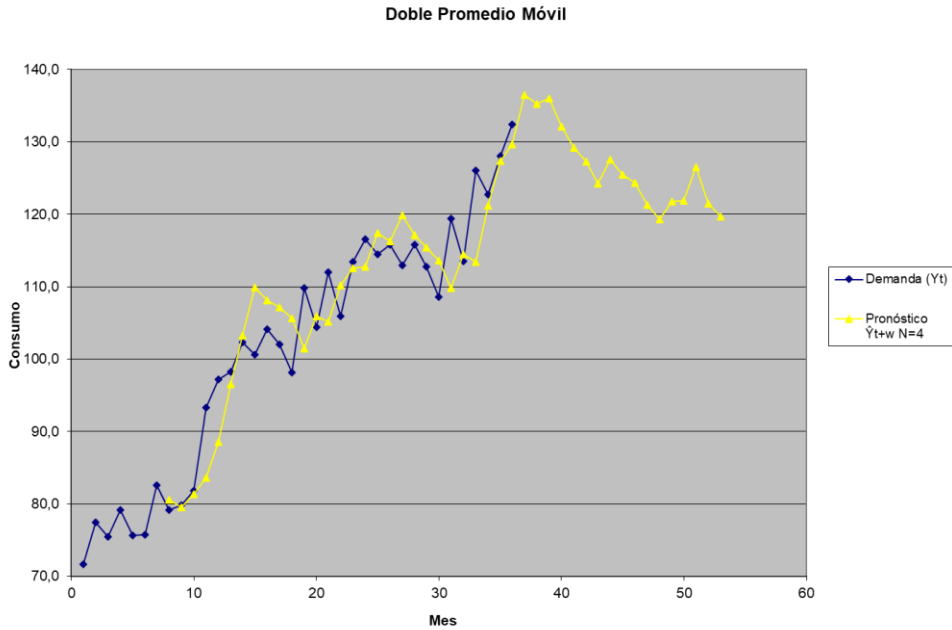
**Ilustración 20.** Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Doble  $n=3$ .

Cuando  $n = 3$  el valor proyectado para el período 53 es igual a 118.6 GWh con un Error Medio Cuadrado (EMC) = 29.23, Desviación Absoluta de la Media (DAM) = 4.41, Porcentaje Medio de Error (PME) = 0.10 y Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) = 3.97.

Mes	Demanda (Y <sub>t</sub> )	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> "	Pronóstico $\hat{Y}_{t+w}$ N=4	Error (e)				
					e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub> <sup>2</sup>	e <sub>t</sub>  /Y <sub>t</sub> (%)	e <sub>t</sub> /Y <sub>t</sub> (%)
1	71,7								
2	77,5								
3	75,5								
4	79,2	76,0							
5	75,7	77,0							
6	75,8	76,5							
7	82,6	78,3	76,9						
8	79,2	78,3	77,5	80,6	-1,4	1,4	2,0	1,8	-1,8
9	79,8	79,3	78,1	79,6	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3
10	81,8	80,9	79,2	81,4	0,4	0,4	0,2	0,5	0,5
11	93,4	83,5	80,5	83,6	9,7	9,7	95,0	10,4	10,4
12	97,2	88,1	83,0	88,6	8,6	8,6	74,3	8,9	8,9
13	98,3	92,7	86,3	96,6	1,7	1,7	2,8	1,7	1,7
14	102,3	97,8	90,5	103,3	-1,0	1,0	1,0	1,0	-1,0
15	100,7	99,6	94,5	109,9	-9,3	9,3	85,6	9,2	-9,2
16	104,2	101,4	97,9	108,1	-3,9	3,9	15,3	3,8	-3,8
17	102,0	102,3	100,3	107,2	-5,2	5,2	26,9	5,1	-5,1
18	98,2	101,3	101,1	105,7	-7,5	7,5	55,7	7,6	-7,6
19	109,8	103,5	102,1	101,5	8,3	8,3	69,4	7,6	7,6

20	104,4	103,6	102,7	105,9	-1,5	1,5	2,3	1,5	-1,5
21	112,0	106,1	103,6	105,2	6,9	6,9	47,2	6,1	6,1
22	106,0	108,0	105,3	110,2	-4,3	4,3	18,3	4,0	-4,0
23	113,5	109,0	106,7	112,6	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
24	116,6	112,0	108,8	112,8	3,8	3,8	14,3	3,2	3,2
25	114,5	112,6	110,4	117,4	-2,9	2,9	8,3	2,5	-2,5
26	115,8	115,1	112,2	116,3	-0,6	0,6	0,3	0,5	-0,5
27	113,0	115,0	113,7	119,9	-6,9	6,9	48,2	6,1	-6,1
28	115,8	114,8	114,4	117,1	-1,3	1,3	1,6	1,1	-1,1
29	112,7	114,3	114,8	115,5	-2,7	2,7	7,4	2,4	-2,4
30	108,6	112,5	114,1	113,6	-5,0	5,0	25,2	4,6	-4,6
31	119,4	114,1	113,9	109,8	9,6	9,6	92,3	8,0	8,0
32	113,5	113,6	113,6	114,5	-1,0	1,0	1,0	0,9	-0,9
33	126,1	116,9	114,3	113,4	12,7	12,7	160,3	10,0	10,0
34	122,8	120,4	116,3	121,2	1,5	1,5	2,3	1,2	1,2
35	128,0	122,6	118,4	127,4	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5
36	132,4	127,3	121,8	129,6	2,8	2,8	7,8	2,1	2,1
37	131,5	128,7	124,8	136,5	-5,0	5,0	24,6	3,8	-3,8
38	130,2	130,5	127,3	135,2	-5,0	5,0	25,1	3,8	-3,8
39	127,1	130,3	129,2	136,0	-8,9	8,9	79,2	7,0	-7,0
40	129,3	129,5	129,8	132,1	-2,8	2,8	7,8	2,2	-2,2
41	128,8	128,8	129,8	129,2	-0,4	0,4	0,2	0,3	-0,3
42	123,7	127,2	129,0	127,2	-3,5	3,5	12,6	2,9	-2,9
43	130,5	128,1	128,4	124,3	6,2	6,2	39,0	4,8	4,8
44	124,6	126,9	127,8	127,5	-2,9	2,9	8,3	2,3	-2,3
45	125,3	126,1	127,1	125,5	-0,2	0,2	0,0	0,1	-0,1
46	117,5	124,5	126,4	124,4	-6,9	6,9	47,5	5,9	-5,9
47	124,2	122,9	125,1	121,3	2,8	2,8	8,1	2,3	2,3
48	126,1	123,3	124,2	119,3	6,9	6,9	47,0	5,4	5,4
49	123,4	122,8	123,4	121,8	1,7	1,7	2,8	1,4	1,4
50	124,5	124,6	123,4	121,9	2,6	2,6	6,9	2,1	2,1
51	116,6	122,7	123,3	126,5	-10,0	10,0	99,3	8,6	-8,6
52	122,4	121,7	122,9	121,5	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7
53				119,7					
<b>SUMA</b>					-10,9	188,8	1275,4	167,0	-10,5

Tabla 40. Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Doble con n=4.



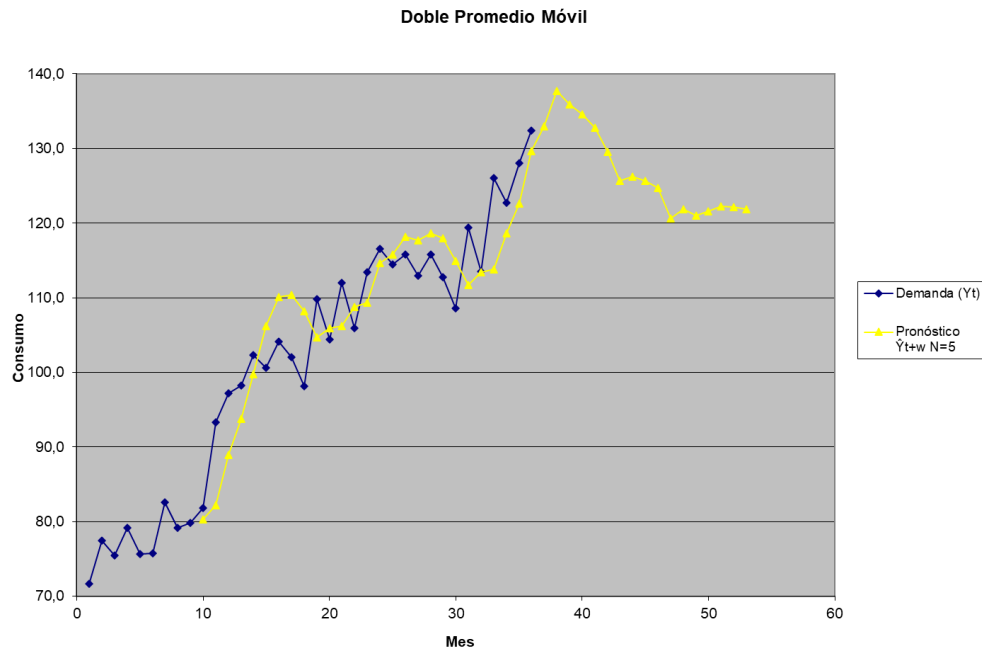
**Ilustración 21.** Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Doble n=4.

Cuando  $n = 4$  el valor proyectado para el período 53 es igual a 119.7 GWh con un Error Medio Cuadrado (EMC) = 28.34, Desviación Absoluta de la Media (DAM) = 4.20, Porcentaje Medio de Error (PME) = 0.23 y Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) =3.71.

Mes	Demanda (Y <sub>t</sub> )	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> ''	Pronóstico $\hat{Y}_{t+w} N=5$	Error (e)				
					e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub> <sup>2</sup>	e <sub>t</sub>  /Y <sub>t</sub> (%)	e <sub>t</sub> /Y <sub>t</sub> (%)
1	71,7								
2	77,5								
3	75,5								
4	79,2								
5	75,7	75,9							
6	75,8	76,7							
7	82,6	77,7							
8	79,2	78,5							
9	79,8	78,6	77,5						
10	81,8	79,8	78,3	80,3	1,5	1,5	2,4	1,9	1,9
11	93,4	83,4	79,6	82,2	11,2	11,2	124,8	12,0	12,0
12	97,2	86,3	81,3	89,0	8,3	8,3	68,1	8,5	8,5
13	98,3	90,1	83,6	93,7	4,5	4,5	20,4	4,6	4,6
14	102,3	94,6	86,8	99,8	2,5	2,5	6,4	2,5	2,5
15	100,7	98,4	90,5	106,2	-5,6	5,6	31,1	5,5	-5,5
16	104,2	100,5	94,0	110,1	-5,9	5,9	35,1	5,7	-5,7
17	102,0	101,5	97,0	110,4	-8,4	8,4	69,9	8,2	-8,2
18	98,2	101,5	99,3	108,2	-10,0	10,0	99,7	10,2	-10,2
19	109,8	103,0	101,0	104,7	5,1	5,1	25,6	4,6	4,6

20	104,4	103,7	102,0	106,0	-1,6	1,6	2,4	1,5	-1,5
21	112,0	105,3	103,0	106,2	5,8	5,8	33,4	5,2	5,2
22	106,0	106,1	103,9	108,7	-2,8	2,8	7,7	2,6	-2,6
23	113,5	109,1	105,4	109,3	4,1	4,1	17,1	3,6	3,6
24	116,6	110,5	106,9	114,7	1,9	1,9	3,5	1,6	1,6
25	114,5	112,5	108,7	115,8	-1,3	1,3	1,7	1,1	-1,1
26	115,8	113,3	110,3	118,2	-2,5	2,5	6,0	2,1	-2,1
27	113,0	114,7	112,0	117,7	-4,7	4,7	22,3	4,2	-4,2
28	115,8	115,1	113,2	118,6	-2,8	2,8	7,8	2,4	-2,4
29	112,7	114,4	114,0	118,0	-5,3	5,3	27,8	4,7	-4,7
30	108,6	113,2	114,1	114,9	-6,4	6,4	40,7	5,9	-5,9
31	119,4	113,9	114,2	111,8	7,7	7,7	58,9	6,4	6,4
32	113,5	114,0	114,1	113,4	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
33	126,1	116,1	114,3	113,8	12,2	12,2	149,5	9,7	9,7
34	122,8	118,1	115,0	118,7	4,1	4,1	16,5	3,3	3,3
35	128,0	122,0	116,8	122,6	5,4	5,4	29,4	4,2	4,2
36	132,4	124,5	118,9	129,7	2,7	2,7	7,4	2,1	2,1
37	131,5	128,2	121,8	133,0	-1,4	1,4	2,1	1,1	-1,1
38	130,2	129,0	124,3	137,8	-7,6	7,6	57,1	5,8	-5,8
39	127,1	129,8	126,7	135,9	-8,9	8,9	78,7	7,0	-7,0
40	129,3	130,1	128,3	134,6	-5,2	5,2	27,3	4,0	-4,0
41	128,8	129,4	129,3	132,8	-4,0	4,0	16,2	3,1	-3,1
42	123,7	127,8	129,2	129,5	-5,8	5,8	33,9	4,7	-4,7
43	130,5	127,9	129,0	125,7	4,8	4,8	23,4	3,7	3,7
44	124,6	127,4	128,5	126,2	-1,6	1,6	2,4	1,2	-1,2
45	125,3	126,6	127,8	125,7	-0,4	0,4	0,1	0,3	-0,3
46	117,5	124,3	126,8	124,8	-7,3	7,3	53,2	6,2	-6,2
47	124,2	124,4	126,1	120,6	3,6	3,6	12,7	2,9	2,9
48	126,1	123,5	125,3	121,9	4,2	4,2	17,9	3,4	3,4
49	123,4	123,3	124,4	121,0	2,5	2,5	6,1	2,0	2,0
50	124,5	123,1	123,8	121,6	2,9	2,9	8,3	2,3	2,3
51	116,6	123,0	123,5	122,2	-5,7	5,7	32,2	4,9	-4,9
52	122,4	122,6	123,1	122,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2
53				121,9					
<b>SUMA</b>					-9,7	200,2	1287,4	177,2	-7,8

Tabla 41. Resultados obtenidos del modelamiento del Promedio Móvil Doble con n=5.



**Ilustración 22.** Serie de tiempo del modelo Promedio Móvil Doble  $n=5$ .

Cuando  $n = 5$  el valor proyectado para el período 53 es igual a 121.9 GWh con un Error Medio Cuadrado (EMC) = 29.94, Desviación Absoluta de la Media (DAM) = 4.66, Porcentaje Medio de Error (PME) = 0.18 y Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) = 4.12.

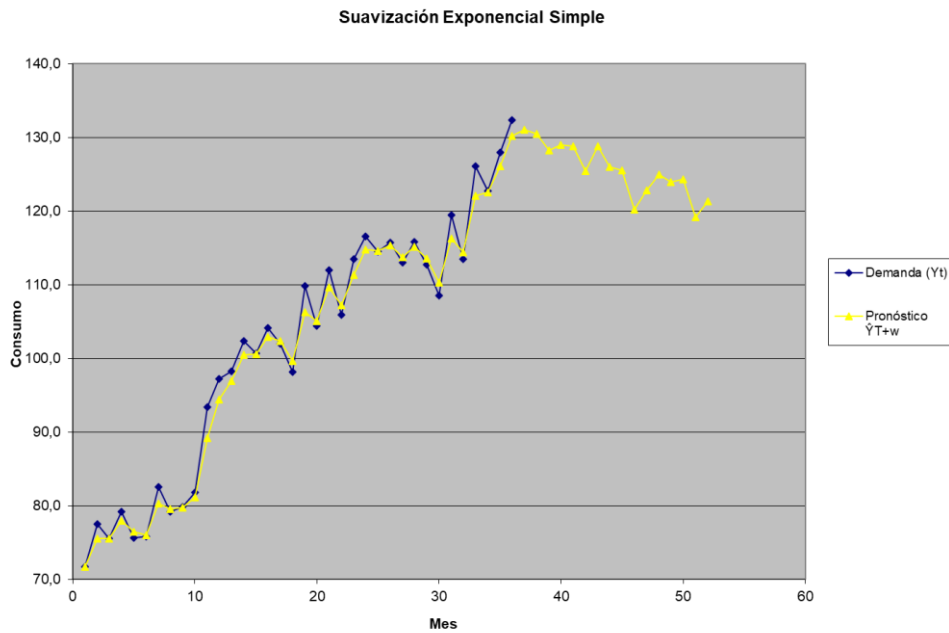
De lo anterior, se puede observar que entre más grande es el parámetro  $n$  más se acerca y suaviza la curva entre los números reales proporcionados por la organización en su demanda energética durante la totalidad de los 53 periodos y los valores pronosticados para el mismo tiempo.

**Modelo suavización exponencial simple:** este pronóstico de demanda se utilizó para generar una predicción más precisa al dar mayor importancia a los datos más recientes reduciendo el impacto de las fluctuaciones aleatorias y predecir el periodo 53 que corresponde al mes de enero del año 2025. Se utiliza el parámetro de  $\alpha$  con un valor de arranque de 0.2 y posteriormente, se utiliza la herramienta de Excel de analítica de datos Solver para evaluar cual sería el valor óptimo para que se obtenga el mínimo error medio con la finalidad de que los valores reales y pronosticados se acerquen más a los históricos.

Mes	Demanda (Y <sub>t</sub> )	S <sub>T</sub>	Pronóstico $\hat{Y}_{T+w}$	Error (e)				
				e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub> <sup>2</sup>	e <sub>t</sub>  /Y <sub>t</sub> (%)	e <sub>t</sub> /Y <sub>t</sub> (%)
1	71,7	71,7						
2	77,5	75,5	71,7	5,8	5,8	33,2	7,4	7,4
3	75,5	75,5	75,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	79,2	77,9	75,5	3,7	3,7	13,5	4,6	4,6
5	75,7	76,4	77,9	-2,3	2,3	5,1	3,0	-3,0
6	75,8	76,0	76,4	-0,6	0,6	0,4	0,9	-0,9
7	82,6	80,3	76,0	6,6	6,6	43,0	7,9	7,9
8	79,2	79,6	80,3	-1,2	1,2	1,3	1,5	-1,5
9	79,8	79,7	79,6	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3
10	81,8	81,1	79,7	2,1	2,1	4,3	2,5	2,5
11	93,4	89,2	81,1	12,2	12,2	149,8	13,1	13,1
12	97,2	94,5	89,2	8,1	8,1	65,2	8,3	8,3
13	98,3	97,0	94,5	3,8	3,8	14,5	3,9	3,9
14	102,3	100,5	97,0	5,4	5,4	28,8	5,2	5,2
15	100,7	100,6	100,5	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2
16	104,2	102,9	100,6	3,6	3,6	12,8	3,4	3,4
17	102,0	102,3	102,9	-1,0	1,0	0,9	0,9	-0,9
18	98,2	99,6	102,3	-4,1	4,1	17,0	4,2	-4,2
19	109,8	106,3	99,6	10,2	10,2	103,8	9,3	9,3
20	104,4	105,1	106,3	-1,9	1,9	3,6	1,8	-1,8
21	112,0	109,6	105,1	7,0	7,0	48,4	6,2	6,2
22	106,0	107,2	109,6	-3,7	3,7	13,4	3,5	-3,5
23	113,5	111,3	107,2	6,3	6,3	39,1	5,5	5,5
24	116,6	114,8	111,3	5,2	5,2	27,4	4,5	4,5
25	114,5	114,6	114,8	-0,3	0,3	0,1	0,2	-0,2
26	115,8	115,4	114,6	1,2	1,2	1,4	1,0	1,0
27	113,0	113,8	115,4	-2,4	2,4	5,7	2,1	-2,1
28	115,8	115,1	113,8	2,0	2,0	4,1	1,8	1,8
29	112,7	113,6	115,1	-2,4	2,4	5,7	2,1	-2,1
30	108,6	110,3	113,6	-5,0	5,0	25,1	4,6	-4,6
31	119,4	116,3	110,3	9,2	9,2	84,0	7,7	7,7
32	113,5	114,4	116,3	-2,8	2,8	7,9	2,5	-2,5
33	126,1	122,1	114,4	11,6	11,6	135,3	9,2	9,2
34	122,8	122,5	122,1	0,7	0,7	0,4	0,5	0,5
35	128,0	126,1	122,5	5,5	5,5	30,1	4,3	4,3
36	132,4	130,3	126,1	6,3	6,3	39,5	4,7	4,7
37	131,5	131,1	130,3	1,3	1,3	1,6	1,0	1,0
38	130,2	130,5	131,1	-0,9	0,9	0,8	0,7	-0,7
39	127,1	128,3	130,5	-3,4	3,4	11,8	2,7	-2,7
40	129,3	129,0	128,3	1,1	1,1	1,2	0,8	0,8
41	128,8	128,8	129,0	-0,2	0,2	0,0	0,2	-0,2
42	123,7	125,5	128,8	-5,1	5,1	26,4	4,2	-4,2
43	130,5	128,8	125,5	5,1	5,1	25,8	3,9	3,9
44	124,6	126,1	128,8	-4,2	4,2	17,3	3,3	-3,3

45	125,3	125,6	126,1	-0,7	0,7	0,5	0,6	-0,6
46	117,5	120,3	125,6	-8,1	8,1	65,8	6,9	-6,9
47	124,2	122,8	120,3	3,9	3,9	15,5	3,2	3,2
48	126,1	125,0	122,8	3,3	3,3	10,8	2,6	2,6
49	123,4	124,0	125,0	-1,5	1,5	2,4	1,3	-1,3
50	124,5	124,3	124,0	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4
51	116,6	119,2	124,3	-7,8	7,8	60,3	6,7	-6,7
52	122,4	121,3	119,2	3,2	3,2	10,3	2,6	2,6
53			121,3					
<b>SUMA</b>				75,5	194,6	1215,7	180,0	72,6

**Tabla 42.** Resultados obtenidos del modelamiento de Suavización Exponencial Simple.



**Ilustración 23.** Serie de tiempo del modelo Suavización Exponencial Simple.

Solver calcula la menor desviación absoluta de la media y encuentra el valor de  $\alpha$  óptimo y cercano a la realidad. El resultado fue  $\alpha = 0.66$  con un valor proyectado para el período 53 igual a 121.3 GWh con un Error Medio Cuadrado (EMC) = 23.84, Desviación Absoluta de la Media (DAM) = 3.82, Porcentaje Medio de Error (PME) = 1.42 y Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) = 3.53. Se utilizaron restricciones en el valor de  $\alpha$  como  $\alpha \leq 0.99$  y  $\alpha \geq 0.01$ .

Se puede observar que la curva se ajusta proporcionalmente a los valores reales durante los 53 periodos y contempla las diferentes fluctuaciones que ha tenido a lo largo del tiempo.

**Modelo suavización exponencial doble:** este pronóstico de demanda se utilizó para capturar la tendencia de los datos con un componente adicional al modelo de suavización exponencial doble, ya que se utiliza cuando los datos de una serie de tiempo presentan una tendencia,

como en este caso. Se estimará el valor del periodo 53 que corresponde al mes de enero del año 2025. Se utiliza el parámetro de  $\alpha$  con un valor de arranque de 0.2 y posteriormente, se utiliza la herramienta de Excel de analítica de datos Solver para evaluar cual sería el valor óptimo para que se obtenga el mínimo error medio con la finalidad de que los valores reales y pronosticados se acerquen más a los históricos.

Mes	Demanda ( $Y_t$ )	$S_T$	$S_T''$	Pronóstico o $\hat{Y}_{T+w}$	Error (e)				
					$e_t$	$ e_t $	$e_t^2$	$ e_t /Y_t$ (%)	$e_t/Y_t$ (%)
1	71,7	71,7	71,7						
2	77,5	73,7	72,4	71,7	5,8	5,8	33,2	7,4	7,4
3	75,5	74,3	73,0	75,6	-0,1	0,1	0,0	0,1	-0,1
4	79,2	75,9	74,0	76,2	3,0	3,0	9,0	3,8	3,8
5	75,7	75,8	74,6	78,8	-3,1	3,1	9,9	4,2	-4,2
6	75,8	75,8	75,0	77,7	-1,9	1,9	3,6	2,5	-2,5
7	82,6	78,1	76,0	77,0	5,5	5,5	30,6	6,7	6,7
8	79,2	78,4	76,8	81,1	-2,0	2,0	3,9	2,5	-2,5
9	79,8	78,9	77,5	80,9	-1,0	1,0	1,0	1,3	-1,3
10	81,8	79,9	78,3	81,0	0,8	0,8	0,7	1,0	1,0
11	93,4	84,4	80,3	82,2	11,1	11,1	123,5	11,9	11,9
12	97,2	88,7	83,1	90,5	6,8	6,8	45,9	7,0	7,0
13	98,3	91,9	86,0	97,0	1,3	1,3	1,6	1,3	1,3
14	102,3	95,4	89,2	100,6	1,7	1,7	2,9	1,7	1,7
15	100,7	97,1	91,8	104,7	-4,0	4,0	16,2	4,0	-4,0
16	104,2	99,5	94,4	105,1	-0,9	0,9	0,9	0,9	-0,9
17	102,0	100,3	96,4	107,1	-5,2	5,2	26,5	5,1	-5,1
18	98,2	99,6	97,5	106,3	-8,1	8,1	65,1	8,2	-8,2
19	109,8	103,0	99,3	102,9	6,9	6,9	48,2	6,3	6,3
20	104,4	103,5	100,7	108,6	-4,2	4,2	17,4	4,0	-4,0
21	112,0	106,3	102,6	107,7	4,4	4,4	19,0	3,9	3,9
22	106,0	106,2	103,8	112,0	-6,0	6,0	36,0	5,7	-5,7
23	113,5	108,6	105,4	109,8	3,6	3,6	13,2	3,2	3,2
24	116,6	111,3	107,4	113,5	3,1	3,1	9,5	2,6	2,6
25	114,5	112,4	109,0	117,2	-2,7	2,7	7,0	2,3	-2,3
26	115,8	113,5	110,5	117,3	-1,6	1,6	2,5	1,4	-1,4
27	113,0	113,3	111,5	118,0	-5,0	5,0	24,7	4,4	-4,4
28	115,8	114,2	112,4	116,1	-0,3	0,3	0,1	0,2	-0,2
29	112,7	113,7	112,8	116,9	-4,1	4,1	17,0	3,7	-3,7
30	108,6	112,0	112,5	115,0	-6,5	6,5	41,7	5,9	-5,9
31	119,4	114,5	113,2	111,1	8,3	8,3	68,8	6,9	6,9
32	113,5	114,1	113,5	116,4	-2,9	2,9	8,5	2,6	-2,6
33	126,1	118,1	115,0	115,1	11,0	11,0	120,5	8,7	8,7
34	122,8	119,7	116,6	122,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35	128,0	122,5	118,5	124,3	3,7	3,7	13,8	2,9	2,9
36	132,4	125,8	121,0	128,3	4,1	4,1	16,7	3,1	3,1

37	131,5	127,7	123,2	133,0	-1,5	1,5	2,2	1,1	-1,1
38	130,2	128,5	125,0	134,4	-4,2	4,2	17,9	3,3	-3,3
39	127,1	128,1	126,0	133,9	-6,8	6,8	46,0	5,3	-5,3
40	129,3	128,5	126,8	131,1	-1,8	1,8	3,1	1,4	-1,4
41	128,8	128,6	127,4	131,0	-2,2	2,2	4,8	1,7	-1,7
42	123,7	126,9	127,3	130,3	-6,6	6,6	43,8	5,4	-5,4
43	130,5	128,1	127,6	126,5	4,1	4,1	16,5	3,1	3,1
44	124,6	127,0	127,4	129,0	-4,4	4,4	19,3	3,5	-3,5
45	125,3	126,4	127,0	126,4	-1,1	1,1	1,1	0,9	-0,9
46	117,5	123,4	125,8	125,5	-8,0	8,0	64,3	6,8	-6,8
47	124,2	123,7	125,1	119,8	4,4	4,4	19,1	3,5	3,5
48	126,1	124,5	124,9	121,5	4,6	4,6	21,1	3,6	3,6
49	123,4	124,1	124,7	123,9	-0,4	0,4	0,2	0,3	-0,3
50	124,5	124,3	124,5	123,4	1,1	1,1	1,2	0,9	0,9
51	116,6	121,7	123,6	123,9	-7,3	7,3	53,5	6,3	-6,3
52	122,4	121,9	123,0	118,8	3,6	3,6	12,8	2,9	2,9
53				120,3					
54				119,7					
55				119,2					
56				118,6					
57				118,1					
58				117,6					
SUMA					-4,9	202,5	1166,3	187,3	-2,2

Tabla 43. Resultados obtenidos del modelamiento de Suavización Exponencial Doble.

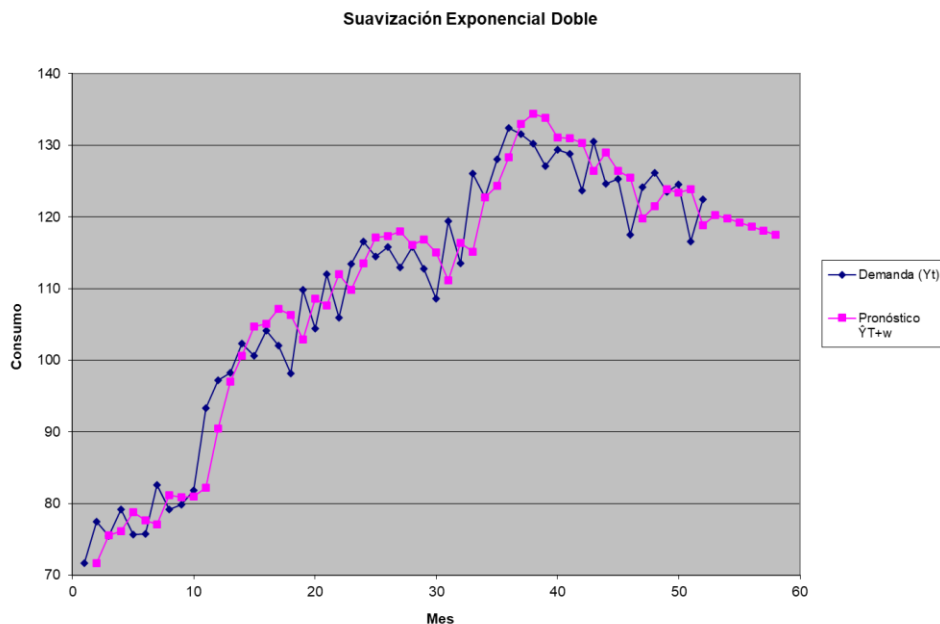


Ilustración 24. Serie de tiempo del modelo Suavización Exponencial Doble.

Solver calcula la menor desviación absoluta de la media y encuentra el valor de  $\alpha$  óptimo y cercano a la realidad. El resultado fue  $\alpha = 0.33$  con un valor proyectado para el período 53

igual a 120.3 GWh, periodo 54 igual a 119.7 GWh, periodo 55 igual a 119.2 GWh, periodo 56 igual a 118.6 GWh, periodo 57 igual a 118.1 GWh y periodo 58 igual a 117.6 GWh, con un Error Medio Cuadrado (EMC) = 22.87, Desviación Absoluta de la Media (DAM) = 3.97, Porcentaje Medio de Error (PME) = 0.04 y Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) = 3.67. Se utilizaron restricciones en el valor de  $\alpha$  como  $\alpha \leq 0.99$  y  $\alpha \geq 0.01$ .

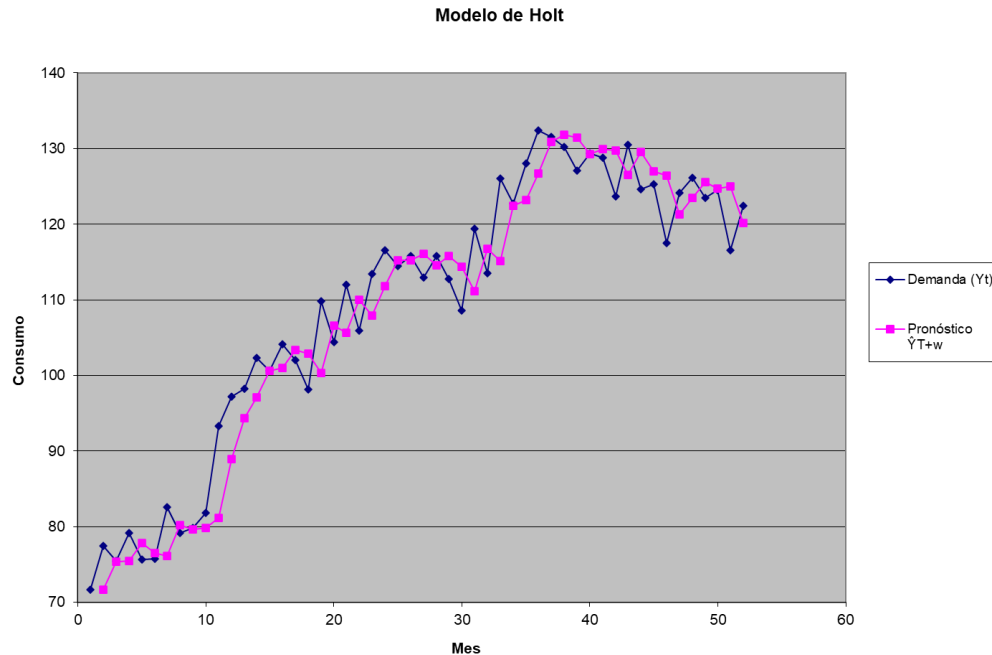
Se puede observar que la curva se ajusta proporcionalmente a los valores reales durante los 53 periodos y contempla las diferentes fluctuaciones que ha tenido a lo largo del tiempo.

**Modelo del holt:** este pronóstico de demanda se utilizó para capturar la tendencia de los datos incorporando el modelo de suavización exponencial simple, ya que se utiliza cuando los datos de una serie de tiempo presentan un patrón de crecimiento o decrecimiento a lo largo del tiempo, como en este caso. Se estimará el valor del periodo 53 que corresponde al mes de enero del año 2025. Se utiliza el parámetro de  $\alpha$  con un valor de arranque de 0.2 y un parámetro de  $\beta$  con un valor de 0.3. Posteriormente, se utiliza la herramienta de Excel de analítica de datos Solver para evaluar cual sería el valor óptimo para que se obtenga el mínimo error medio con la finalidad de que los valores reales y pronosticados se acerquen más a los históricos.

Mes	Demanda (Y <sub>t</sub> )	A <sub>T</sub>	T <sub>T</sub>	Pronóstico $\hat{Y}_{T+w}$	Error (e)				
					e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub>	e <sub>t</sub> <sup>2</sup>	e <sub>t</sub> /Y <sub>t</sub>	e <sub>t</sub> /Y <sub>t</sub>
1	71,7	71,7							
2	77,5	75,3	0,0	71,7	5,8	5,8	33,2	7,4	7,4
3	75,5	75,4	0,0	75,3	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2
4	79,2	77,8	0,1	75,5	3,7	3,7	13,6	4,7	4,7
5	75,7	76,5	0,1	77,8	-2,2	2,2	4,7	-2,9	2,9
6	75,8	76,1	0,1	76,6	-0,8	0,8	0,6	-1,0	1,0
7	82,6	80,1	0,1	76,1	6,4	6,4	41,4	7,8	7,8
8	79,2	79,6	0,1	80,2	-1,1	1,1	1,1	-1,3	1,3
9	79,8	79,8	0,1	79,7	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2
10	81,8	81,1	0,1	79,9	2,0	2,0	3,8	2,4	2,4
11	93,4	88,7	0,2	81,2	12,2	12,2	147,9	13,0	13,0
12	97,2	94,1	0,3	88,9	8,3	8,3	69,0	8,5	8,5
13	98,3	96,8	0,3	94,3	3,9	3,9	15,4	4,0	4,0
14	102,3	100,3	0,3	97,1	5,3	5,3	27,6	5,1	5,1
15	100,7	100,7	0,3	100,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	104,2	103,0	0,4	101,0	3,2	3,2	10,0	3,0	3,0
17	102,0	102,5	0,4	103,3	-1,3	1,3	1,8	-1,3	1,3
18	98,2	100,0	0,3	102,9	-4,7	4,7	21,8	-4,8	4,8

19	109,8	106,2	0,4	100,3	9,5	9,5	90,2	8,6	8,6
20	104,4	105,2	0,4	106,6	-2,2	2,2	4,7	-2,1	2,1
21	112,0	109,6	0,4	105,6	6,4	6,4	40,9	5,7	5,7
22	106,0	107,5	0,4	110,0	-4,0	4,0	16,3	-3,8	3,8
23	113,5	111,4	0,4	107,9	5,6	5,6	31,0	4,9	4,9
24	116,6	114,7	0,5	111,8	4,8	4,8	22,7	4,1	4,1
25	114,5	114,8	0,5	115,2	-0,7	0,7	0,5	-0,6	0,6
26	115,8	115,6	0,5	115,3	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4
27	113,0	114,2	0,5	116,0	-3,1	3,1	9,4	-2,7	2,7
28	115,8	115,4	0,5	114,6	1,2	1,2	1,5	1,1	1,1
29	112,7	113,9	0,4	115,8	-3,1	3,1	9,5	-2,7	2,7
30	108,6	110,8	0,4	114,4	-5,8	5,8	33,7	-5,4	5,4
31	119,4	116,3	0,5	111,2	8,3	8,3	68,4	6,9	6,9
32	113,5	114,7	0,4	116,7	-3,3	3,3	10,6	-2,9	2,9
33	126,1	121,9	0,5	115,2	10,9	10,9	119,2	8,7	8,7
34	122,8	122,6	0,5	122,4	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3
35	128,0	126,2	0,6	123,2	4,9	4,9	23,6	3,8	3,8
36	132,4	130,2	0,6	126,7	5,7	5,7	32,4	4,3	4,3
37	131,5	131,3	0,6	130,8	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5
38	130,2	130,8	0,6	131,9	-1,7	1,7	2,8	-1,3	1,3
39	127,1	128,7	0,6	131,4	-4,4	4,4	19,1	-3,4	3,4
40	129,3	129,3	0,6	129,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
41	128,8	129,2	0,6	129,9	-1,1	1,1	1,3	-0,9	0,9
42	123,7	126,0	0,5	129,8	-6,1	6,1	36,7	-4,9	4,9
43	130,5	129,0	0,5	126,5	4,0	4,0	16,2	3,1	3,1
44	124,6	126,5	0,5	129,5	-4,9	4,9	24,0	-3,9	3,9
45	125,3	126,0	0,5	127,0	-1,7	1,7	2,8	-1,3	1,3
46	117,5	120,9	0,4	126,5	-9,0	9,0	80,8	-7,7	7,7
47	124,2	123,1	0,4	121,3	2,9	2,9	8,2	2,3	2,3
48	126,1	125,1	0,5	123,5	2,6	2,6	6,7	2,1	2,1
49	123,4	124,3	0,4	125,6	-2,1	2,1	4,6	-1,7	1,7
50	124,5	124,6	0,4	124,7	-0,2	0,2	0,0	-0,2	0,2
51	116,6	119,8	0,4	125,0	-8,5	8,5	71,6	-7,3	7,3
52	122,4	121,6	0,4	120,2	2,3	2,3	5,2	1,9	1,9
58				122,0					
SUMA					49,7	193,3	1187,9	51,0	179,2

Tabla 44. Resultados obtenidos del modelamiento de Holt.



**Ilustración 25.** Serie de tiempo del modelo Holt.

Solver calcula la menor desviación absoluta de la media y encuentra el valor de  $\alpha$ ,  $\beta$  óptimo y cercano a la realidad. El resultado fue  $\alpha = 0.62$  y  $\beta = 0.01$  con un valor proyectado para el período 53 igual a 122.0 GWh y con un Error Medio Cuadrado (EMC) = 23.29, Desviación Absoluta de la Media (DAM) = 3.79, Porcentaje Medio de Error (PME) = 3.51 y Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) = 1.00. Se utilizaron restricciones en el valor de  $\alpha$ ,  $\beta$  como  $\alpha \leq 0.99$  y  $\alpha \geq 0.01$ .

Se puede observar que la curva se ajusta proporcionalmente a los valores reales durante los 53 periodos y contempla las diferentes fluctuaciones que ha tenido a lo largo del tiempo.

#### 5.1.4 Resultados objetivo 4

**Seleccionar y evaluar el mejor modelo de pronóstico de la demanda energética a partir de la aplicación de modelos encontrados en diferentes referencias bibliográficas con un planteamiento de comparación efectivo que permita acercar el objeto de estudio a la realidad.**

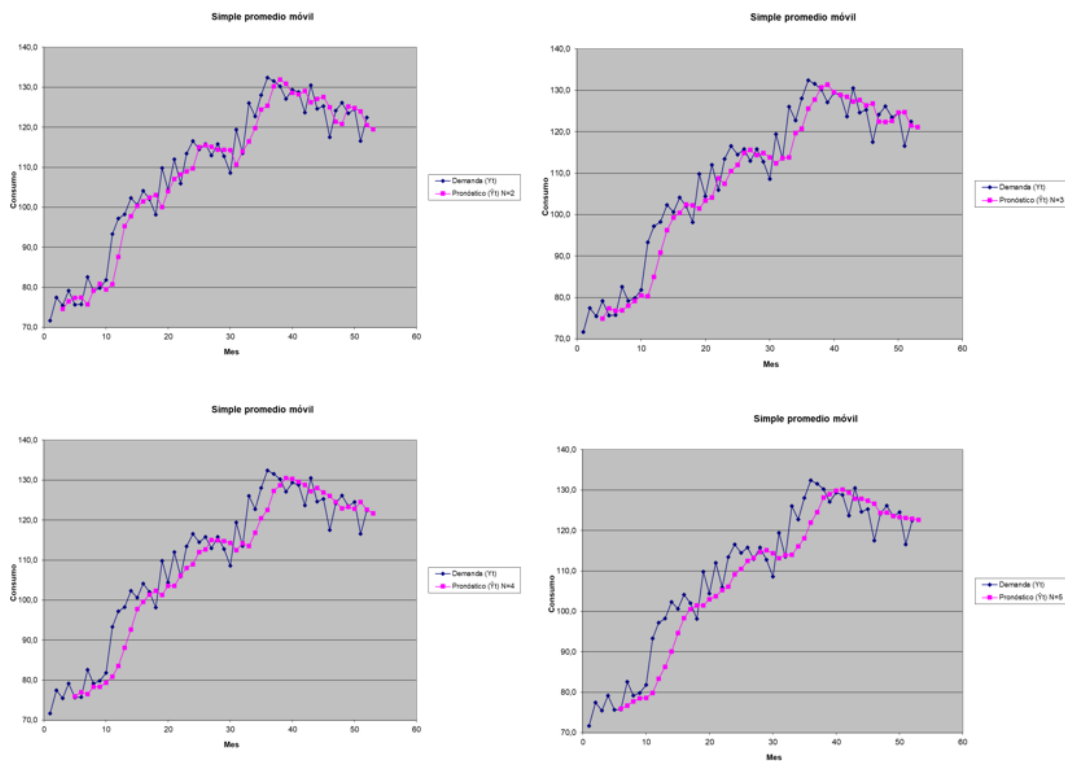
Para identificar el modelo de pronóstico más adecuado para la demanda energética en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali se utilizan las métricas de comparación de error como la Desviación Absoluta de la Media (DAM), el Error

Medio Cuadrático (EMC), el Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) y Porcentaje Medio de Error (PME) entre los modelos de promedio móvil simple, promedio móvil doble, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble y Holt. Adicional, se evalúan y analizan las gráficas de comportamiento para contar con un segundo factor de comparación, en este caso, sería el juicio de expertos.

Para el caso del modelo Promedio Móvil Simple se presentan los resultados de las métricas de error a continuación y la comparación del comportamiento de la curva entre los datos históricos y los datos proyectados:

Comparación de pronósticos				
n	EMC	DAM	PME	PEMA
2	21,69	3,55	1,27	3,26
3	27,00	3,95	1,75	3,63
4	32,39	4,33	2,16	3,94
5	38,32	4,73	2,71	4,30

**Tabla 45.** Comparación de pronósticos del Promedio Móvil Simple mediante parámetros de error.



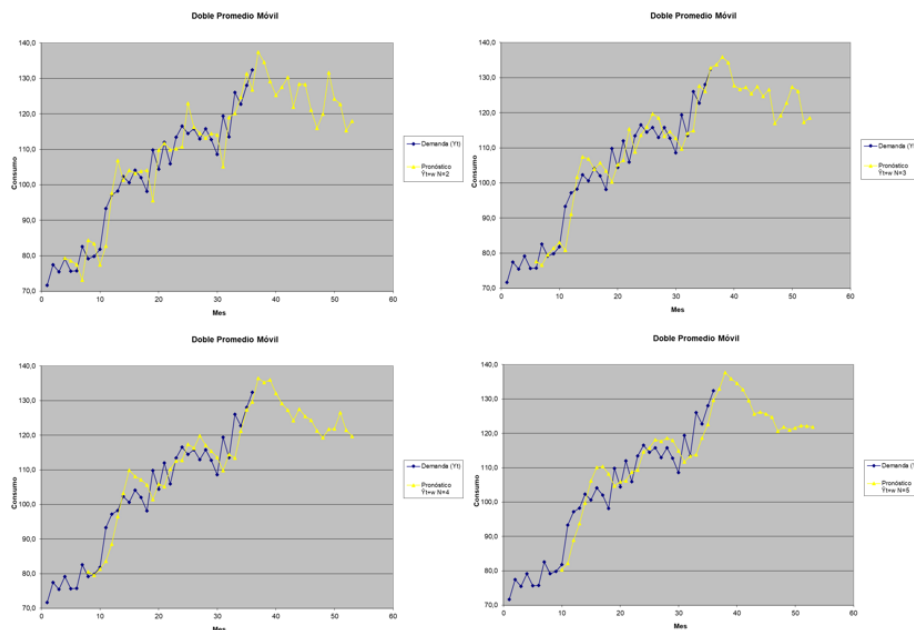
**Ilustración 26.** Comparación de series de tiempo de los modelos Promedio Móvil Simple con diferente parámetro n.

Se puede observar que el pronóstico realizado con el parámetro  $n = 2$  presenta un menor error en la desviación absoluta de la media en comparación con las demás estimaciones y en el comportamiento de la gráfica los valores pronosticados (curva color rosa) se acerca significativamente a los valores históricos (curva color azul), sin embargo, es muy sensible a la alta variabilidad y a los cambios presentados en la tendencia lo que puede generar un alto ruido o sesgo en el pronóstico. En el caso del modelo estimado con el parámetro  $n = 3$  presenta un error en la desviación absoluta de la media de 3.95 (+0.4 en comparación con  $n = 2$ ), sin embargo, la curva de los valores pronosticados presenta una mejor suavización sobre los datos históricos sin alterar significativamente las pequeñas fluctuaciones lo que puede indicar una mejor precisión en los resultados. En este caso, se selecciona el promedio móvil simple con  $n = 3$ .

En el modelo Promedio Móvil Doble se presentan igualmente los resultados de las métricas de error a continuación y la comparación del comportamiento de la curva entre los datos históricos y los datos proyectados:

Comparación de pronósticos				
n	EMC	DAM	PME	PEMA
2	32,76	4,68	0,11	4,27
3	29,23	4,41	0,10	3,97
4	28,34	4,20	0,23	3,71
5	29,94	4,66	0,18	4,12

**Tabla 46.** Comparación de pronósticos del Promedio Móvil Doble mediante parámetros de error.



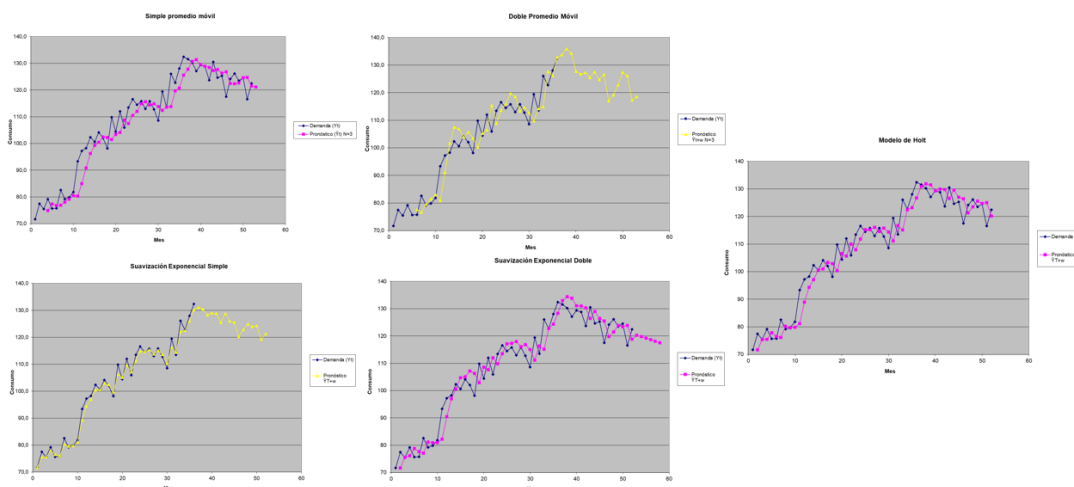
**Ilustración 27.** Comparación de series de tiempo de los modelos Promedio Móvil Doble con diferente parámetro n.

Se puede observar que el pronóstico realizado con el parámetro  $n = 4$  presenta un menor error en la desviación absoluta de la media en comparación con las demás estimaciones y en el comportamiento de la gráfica los valores pronosticados (curva color amarillo) se acerca significativamente a los valores históricos (curva color azul) y es más estable en la suavización, sin embargo, presenta un desfase mayor con respecto a los datos reales en comparación con los demás modelos lo que puede generar una menor precisión en los cambios abruptos que se presenten en la demanda energética. En el caso del modelo estimado con el parámetro  $n = 3$  presenta un error en la desviación absoluta de la media de 4.41 (+0.21 en comparación con  $n = 4$ ), sin embargo, la curva de los valores pronosticados captura de manera más adecuada la tendencia fluctuante sin alterarse ante pequeñas variaciones evitando el sobreajuste que se presenta en  $n = 2$  y los atrasos en  $n = 4$  y  $n = 5$ . En este caso, se selecciona el promedio móvil doble con  $n = 3$ .

Ahora, se realiza la comparación entre los modelos Promedio Móvil Simple  $n = 3$ , Promedio Móvil  $n = 3$ , Suavización Exponencial Simple con  $\alpha = 0.66$ , Suavización Exponencial Doble con  $\alpha = 0.33$  y Holt con  $\alpha = 0.62$  y  $\beta = 0.61$ .

Modelo	DAM (Desviación absoluta de la media)	EMC (Error medio cuadrado)	PEMA (Porcentaje de error medio absoluto)	PME (Porcentaje medio de error)
Promedio Móvil Simple con $n=3$	3,95	27,00	3,63	1,75
Promedio Móvil Doble con $n=3$	4,41	29,23	3,97	0,10
Suavización Exponencial Simple	3,82	23,84	3,53	1,42
Suavización Exponencial Doble	3,97	22,87	3,67	0,04
Holt	3,79	23,29	1,00	3,51

**Tabla 47.** Comparación de pronósticos del Promedio Móvil Simple, Promedio móvil Doble, Suavización Exponencial Simple, Suavización Exponencial Doble y Holt mediante parámetros de error.



**Ilustración 28.** Comparación de series de tiempo de los modelos Promedio Móvil Simple  $n=3$ , Promedio Móvil Doble  $n=3$ , Suavización Exponencial Simple, Suavización Exponencial Doble y Holt.

Según lo anterior, el pronóstico de **Suavización Exponencial Simple** presenta un menor error en la desviación absoluta de la media igual a 3.82 en comparación con las demás estimaciones como el Promedio Móvil Simple con  $n = 3$  con DAM de 3.95 (+0.13), Promedio Móvil Doble con  $n = 3$  con DAM de 4.41 (+0.59), Suavización Exponencial Doble con DAM de 3.97 (+0.15) y Holt con DAM de 3.79 (+0.03). Adicional, el comportamiento de la gráfica de los valores pronosticados (curva color amarillo) se acerca con una exactitud del 98.58% a los valores históricos (curva color azul), captura de forma precisa la tendencia general de los datos con sus variaciones y fluctuaciones durante los 52 periodos estimados (meses) sin retrasos significativos lo que permite representar asertivamente los cambios de los datos por lo cual **es el pronóstico más adecuado y el seleccionado para proponer a la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali.**

#### **5.1.5 Resultados objetivo 5**

**Proponer estrategias operativas eficientes que permitan abordar oportunamente los cambios en el comportamiento de la demanda energética en un horizonte de tiempo entre 1 a 6 meses con la finalidad de disminuir los impactos abruptos en la organización.**

El diseño y la propuesta de estrategias operativas eficientes para anticipar y reaccionar adecuadamente ante los cambios externos a la organización se detallarán en el siguiente apartado: 5.2. Propuesta al sector, el cual será explicado a continuación.

#### **5.2 Propuesta al sector**

Para la elaboración de propuestas futuras se tendrán en cuenta tres elementos importantes para la creación de valor: pensamiento estratégico, planeación y estrategia con la finalidad de generar ventajas competitivas sostenibles y mejorar la operatividad/optimización de procesos. El estudio cuantitativo utilizado mediante el instrumento de la encuesta online sobre la evaluación operativa en cada una de las áreas de la organización que tienen un mayor impacto cuando el consumo energético fluctúa en el mercado permitió identificar las fortalezas y debilidades al interior como también las posibles amenazas y oportunidades que se tienen en el ambiente externo. A continuación, se detallan cada una de las estrategias propuestas por medio de un análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas):

<p><b>Matriz DOFA</b></p>	<p><b>Fortalezas (F)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Infraestructura y tecnología actualizada</li> <li>*Estructura financiera sólida</li> <li>*Capital humano especializado</li> <li>*Cumplimiento normativo y buenas prácticas ambientales</li> <li>*Relación estratégica con grandes clientes</li> <li>*Adecuado mantenimiento a la infraestructura</li> <li>*Solidez en negociaciones de clientes robustos</li> <li>*Diversificación de servicios</li> <li>*Adaptabilidad al cambio</li> <li>*Poca dependencia de grandes clientes industriales</li> <li>*Mayor participación en el mercado de energía regulada</li> <li>*Base de datos de clientes estable</li> </ul>	<p><b>Debilidades (D)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Capacitación ocasional al personal</li> <li>*Falta de infraestructura y tecnología avanzada</li> <li>*Falta de diversificación de fuentes de energía</li> <li>*Escasez de proyectos de inversión</li> <li>*Falta de digitalización y automatización</li> <li>*Alta vulnerabilidad a factores externos</li> <li>*Ralentización en planes de mejora continua</li> <li>*Dependencia de un modelo de generación energética en específico (eléctrico)</li> <li>*Escasez de servicios que contribuyan a la sostenibilidad y compromiso ambiental</li> </ul>
<p><b>Oportunidades (O)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Barreras normativas existentes que tiene el sector para impedir la entrada de nuevos competidores</li> <li>*Barreras en términos de conocimientos requerido que tiene el sector para impedir la entrada de nuevos competidores</li> <li>*Avances en inteligencia artificial y big data</li> <li>*Diversificación de la matriz energética</li> <li>*Desarrollos de pronóstico de demanda mediante inteligencia artificial y machine Learning</li> <li>*Expansión a mercados emergentes y nuevas tarifas</li> <li>*Implementación de redes inteligentes (Smart Grids)</li> <li>*Almacenamiento de energía para estabilizar la oferta</li> <li>*Generación distribuida y autoconsumo</li> <li>*Participación en el mercado de energía mayorista y contratos bilaterales</li> <li>*Implementación de programas de eficiencia energética</li> <li>*Regulación y beneficios gubernamentales</li> </ul>	<p><b>Estrategias (FO)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Mejorar la documentación y seguimiento de los procesos clave</li> <li>*Incrementar la inversión en financiamiento e infraestructura para fortalecer la respuesta operativa y la mejora continua</li> <li>*Asegurar que todas las estrategias o planes de acción proyectados cuenten con evidencia clara sobre el nivel de automatización</li> <li>*Fomentar la inversión en software para mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones</li> <li>*Reforzar la escalabilidad en estrategias a implementar</li> <li>*Aumentar la difusión de información sobre procesos críticos para mejorar la reacción del personal.</li> <li>*Evaluar qué factores generan retrasos y aplicar metodologías ágiles para reducir tiempos de ejecución</li> </ul>	<p><b>Estrategias (DO)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Ofrecer capacitaciones periódicas para equilibrar el nivel de respuesta de los empleados ante cualquier eventualidad interna o externa</li> <li>*Invertir en herramientas digitales que permitan gestionar de manera más eficiente los procesos.</li> <li>*Fortalecer la formación en mejora continua, asegurando que más equipos tengan herramientas para optimizar procesos.</li> <li>*Reducir los procesos manuales en áreas clave para mejorar la capacidad de respuesta</li> <li>*Implementación de herramientas digitales y automatización de procesos</li> <li>*Introducción de planes de contingencia en la mejora de procesos para anticiparse a eventos futuros</li> <li>*Implementar revisiones más frecuentes de los procesos para evitar que la actualización de tecnologías y metodologías se queden atrás</li> </ul>

*Innovación y digitalización en la atención al cliente		
<b>Amenazas (A)</b> *Inversiones de posibles nuevos competidores para participación en el sector *Nuevas estrategias de penetración en el mercado usadas por nuevos competidores *Volatilidad en la demanda energética *Fluctuaciones en los precios de energía *Impacto del cambio climático y fenómenos naturales *Cierre y liquidación de comercializadoras del mismo sector *Competencia con nuevos actores de energías alternativas *Riesgos tecnológicos y ciberataques *Dependencia de infraestructura obsoleta *Endeudamiento y problemas financieros *Percepción negativa y problemas de servicio al cliente	<b>Estrategias (FA)</b> *Desarrollar estrategias para garantizar que la actualización tecnológica y metodológica no se vea interrumpida por fallos operativos *Implementar capacitaciones automatizadas y plataformas digitales de formación *Fortalecer la formación en atención al cliente para mejorar la capacidad de respuesta y la satisfacción del usuario. *Digitalizar los sistemas administrativos y operativos para agilizar trámites y mejorar el servicio al cliente *Aplicar estrategias de cobertura financiera para mitigar fluctuaciones en los precios de energía *Desarrollar tarifas flexibles y modelos de contrato que se ajusten a las necesidades del mercado. *Ofrecer soluciones energéticas integrales que incluyan almacenamiento y optimización del consumo	<b>Estrategias (DA)</b> *Integrar estrategias para la reducción de costos y tiempos, evitando solo enfocarse en la optimización de equipos y flujos de trabajo. *Incluir más estrategias a mediano plazo para mejorar la transición de nuevas fuentes de energía entre corto y largo plazo. *Implementar programas de formación continua en energías renovables, digitalización y gestión del riesgo. *Establecer alianzas con universidades y centros de investigación para mejorar la capacitación del personal *Implementar sensores IoT y Big Data para monitoreo en tiempo real y respuesta rápida a fallas *Promover soluciones de almacenamiento energético para estabilizar la oferta en momentos de baja generación *Buscar fuentes de financiamiento para modernización e innovación tecnológica

**Tabla 48.** Matriz DOFA para establecer las propuestas al sector y a las organizaciones energéticas

### 5.3 Discusión

Los resultados obtenidos en la implementación del modelo de pronóstico de la demanda energética como la Suavización Exponencial Simple, indican una precisión del 98.58% con respecto a los valores históricos vs los valores proyectados. Este hallazgo concuerda con los estudios de **Gil-Vera (2016)**, en donde afirma que los consumos de la demanda de energía evaluados mediante pronósticos de series de tiempo facilitan la identificación de patrones y tendencias en los valores. Esto brinda importantes beneficios al momento de diseñar estrategias, mejorar la eficiencia operativa y gestionar acuerdos bilaterales entre productores, distribuidores y grandes consumidores. El autor resalta que el modelo presentado permite obtener estimaciones precisas sobre la demanda futura de energía eléctrica (GWh) y destaca su facilidad de implementación como una ventaja clave.

Sin embargo, a diferencia del modelo propuesto por el investigador **Flaite et al. (2018)** donde presenta un modelo FORECAST para analizar y estimar escenarios a largo plazo de demanda energética en el sector industrial y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se considera que las proyecciones realizadas en un horizonte de tiempo a largo plazo (más de 1 año) pueden ser muy sesgadas, ya que, existen muchos factores que se encuentran en constante cambio como la difusión de tecnologías y reemplazo de equipos, escenarios de política, variables económicas o variables como impuestos al carbono, normativas de eficiencia energética, nuevas regulaciones y la transición a energías limpias.

Finalmente, se concuerda con el trabajo realizado por el autor **Matabajoy-Salas (2022)**, donde presenta una propuesta de implementación de un modelo estimador del pronóstico de demanda eléctrica a partir de datos históricos obtenidos de medidores inteligentes donde evaluó ciertas variables climáticas como presión, nubosidad, humedad, temperatura, dirección y velocidad del viento, extrayendo estos datos de diferentes grupos de uso como residencial, comercial, educativo e institucional dando un análisis más preciso y con una mayor calidad en los datos para mejorar la adaptabilidad ante eventos externos inesperados como las fluctuaciones en los precios de energía y los cambios climáticos.

## 6. CONCLUSIONES

La recopilación de la información en la investigación fue un proceso fundamental para identificar las variables y parámetros que influyen en los comportamientos de la demanda energética y sus predicciones. Adicional, la metodología planteada y utilizada en el estudio fue la base para comprender la problemática de la organización tanto sus antecedentes en el periodo 2020 al 2022 como el punto de inflexión en el periodo 2023 y la preparación, limpieza, organización y codificación de los datos permitieron modelar los diferentes pronósticos con menos porcentaje de error y menos posibles sesgos por información inconsistente que se encontraba en la base de datos obtenida por el área de Gestión de la Medida. La selección de la muestra mediante el método probabilístico utilizado garantizó una adecuada representatividad y exactitud de los datos proyectados en comparación con los datos obtenidos mediante la solicitud de revisión de registros existentes a la organización, en lo cual se obtuvo un tamaño de muestra de 52 periodos de una población total de 60.

Una vez recopilados los datos mediante la realización de la encuesta online a los 15 participantes involucrados en áreas como Gestión de la Medida, Peajes, Facturación, Servicio al cliente y Ventas permitió identificar los criterios clave que impactan en la operatividad interna como consecuencia de las fluctuaciones de la demanda energética mediante clasificaciones como nivel de preparación actual del personal, tiempo de respuesta actual ante las eventualidades externas e internas, estrategias aplicadas actualmente en la organización, recursos utilizados en las actividades ejecutadas, impacto en la operación actual, nivel de automatización y digitalización de procesos, estrategias de capacitación y desarrollo del personal, optimización de recursos, tiempo de implementación de las estrategias aplicadas, tipo de estrategias de aprendizaje, áreas en que se requiere una mayor capacitación, tipos de procesos involucrados y frecuencia de evaluación de la operatividad permitiendo también reconocer las debilidades y fortalezas con las que cuenta la organización para proponer mejores estrategias futuras.

Implementada la prueba estadística de Distribución Normal Z para evaluar la probabilidad de rechazo de la hipótesis nula o alternativa planteadas para la investigación  $-H_0 =$  la implementación de un modelo de pronóstico de la demanda energética mejorará la precisión en la estimación del consumo, permitiendo una adecuada gestión operativa interna en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali y  $H_1 =$  la

implementación de un modelo de pronóstico de la demanda energética no mejorará la precisión en la estimación del consumo, lo cual no tendrá un impacto significativo en la gestión operativa interna en la empresa generadora y comercializadora de energía en la ciudad de Santiago de Cali- se utilizó un nivel de significancia del 5% que corresponde a la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera, dando como resultado en la tabla estadística de distribución normal Z, un valor de 0.4664 siendo  $z=1.83$ . Por tanto, el cálculo constata que se aprueba la hipótesis nula y que el objetivo central de investigación dará cumplimiento al resultado esperado.

Mediante la estimación e implementación de modelos de pronóstico de series de tiempo como Promedio Móvil Simple con parámetros n desde 2 hasta 5, Promedio Móvil Ponderado Doble con parámetros n igualmente desde 2 hasta 5, Suavización Exponencial Simple, Suavización Exponencial Doble y Holt permitieron evaluar y comparar las diferentes métricas de error obtenidas como DAM (Desviación absoluta de la media), EMC (Error Medio Cuadrado), PEMA (Porcentaje de Error Medio Absoluto) y PME (Porcentaje Medio de Error) para seleccionar el mínimo error medio absoluto y adicional, se incluyó un segundo factor de comparación y evaluación como el juicio de expertos por parte de los autores donde validaron los comportamientos, tendencias y fluctuaciones de cada una de las estimaciones para evidenciar el porcentaje de exactitud y desfase que se tienen entre los datos históricos proporcionados por la empresa y los datos pronosticados.

El modelo de **Suavización Exponencial Simple** es el pronóstico seleccionado por ser el más adecuado, ya que, presenta un menor error en la desviación absoluta de la media igual a 3.82 en comparación con las demás estimaciones como el Promedio Móvil Simple con  $n = 3$  con DAM de 3.95 (+0.13), Promedio Móvil Doble con  $n = 3$  con DAM de 4.41 (+0.59), Suavización Exponencial Doble con DAM de 3.97 (+0.15) y Holt con DAM de 3.79 (+0.03). Adicional, el comportamiento de la gráfica de los valores pronosticados se acerca con una exactitud del 98.58% a los valores históricos lo cual captura de forma precisa la tendencia general de los datos con sus variaciones y fluctuaciones durante los 52 periodos estimados (meses) sin retrasos significativos lo que permite representar asertivamente los cambios de los consumos.

Se recomienda como un trabajo futuro, comparar los resultados de la presente investigación con las proyecciones realizadas al interior de la organización para el periodo 53 el cual corresponde al mes de enero del año 2025 con la finalidad de afirmar o desestimar los valores

obtenidos mediante el modelo seleccionado **Suavización Exponencial Simple**. Adicional, se sugiere evaluar cada una de las estrategias propuestas por los autores y comparar si actualmente al interior de la organización se llevan a cabo procesos desde la mejora continua, capacitación al personal, gestión de la oferta y la demanda, optimización del consumo energético, flexibilización en la operatividad y, automatización y digitalización de procesos.

Finalmente, se propone en la investigación reforzar en estrategias como la adecuada planificación de la demanda energética mediante diversos pronósticos de series de tiempo o inteligencia artificial, el fomento de la inversión en software para aumentar la eficiencia operativa y la toma de decisiones, incrementar la inversión en financiamiento e infraestructura para fortalecer la respuesta operativa y la mejora continua, evaluar factores que generan retrasos y aplicar metodologías ágiles para reducir tiempos de ejecución, desarrollar estrategias para garantizar que la actualización tecnológica y metodológica no se vea interrumpida por fallos operativos, implementar capacitaciones automatizadas y plataformas digitales de formación, aplicar estrategias de cobertura financiera para mitigar fluctuaciones en los precios de energía, desarrollar tarifas flexibles y modelos de contrato que se ajusten a las necesidades del mercado, ofrecer soluciones energéticas integrales que incluyan almacenamiento y optimización del consumo, introducción de planes de contingencia en la mejora de procesos para anticiparse a eventos futuros, incluir más estrategias a mediano plazo para mejorar la transición de nuevas fuentes de energía entre corto y largo plazo e implementar sensores IoT y Big Data para monitoreo en tiempo real y respuesta rápida a fallas. Todo esto, contribuirá a mejorar la operatividad interna en cada una de las áreas clave de la organización, estar más preparados a las fluctuaciones del mercado y la economía, y, minimizar los impactos del ambiente externo.

## 7. REFERENCIAS

Acosta Argote. (2022). La industria está jalonando la demanda de energía que aumentó 5.54% en enero. Recuperado el [29 de enero, 2025] de [<https://www.larepublica.co/economia/la-industria-esta-jalonando-la-demanda-de-energia-que-aumento-5-54-en-enero-3304785>]

Admin. (2021, 5 septiembre). Normatividad y leyes del sector eléctrico colombiano - S&G Colombia. S&G Colombia. recuperado el [29 de enero, 2025] de [<https://www.sygenergy.co/2021/09/05/normatividad-y-leyes-del-sector-electrico-colombiano/>]

Agudelo Arbeláez. (2022). Crisis energética mundial: Análisis, causas e impacto para Colombia. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://www.bancolombia.com/empresas/capital-inteligente/actualidad-economica-sectorial/crisis-energetica-mundial-analisis-causas-e-impacto-para-colombia>]

Almaguer-Torres, Perez-Campaña & Aguilera-Garcia (2021). Ciclo de vida de proyectos: guía para diseñar e implementar proyectos de desarrollo local. Recuperado el [28 de febrero, 2025], de [[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-340X2021000200431&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-340X2021000200431&script=sci_arttext)]

Andrade-Bonilla & Castellanos-Valencia (2022). Universidad ICESI: Modelo de pronóstico para la demanda de electricidad con un horizonte de tiempo a cinco años en el mercado regulado y no regulado de energía en Cali. Recuperado el [10 de febrero, 2025] de [<https://repository.icesi.edu.co/server/api/core/bitstreams/3d4dcd53-865c-4980-bbf5-da42ef3ffe06/content>]

Andrade Huane, J. (2020, 5 febrero). Estudio del pronóstico de la demanda de energía eléctrica, utilizando modelos de series de tiempo. [Vídeo]. YouTube. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://www.youtube.com/watch?v=mSkaJb-Nv2o>]

Aprende con energía (s.f.), Fundación Chile FCH: Cadena de suministro. Recuperado el [10 de febrero, 2025] de [<https://www.aprendeconenergia.cl/usos-de-la-energia/cadena-de-suministro>]

Ariza Ramirez (2013). Modelo para la proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado [28 de febrero, 2025] de [\[https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/ee2fb283-daa7-4987-b747-faa1e42e9711/content\]](https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/ee2fb283-daa7-4987-b747-faa1e42e9711/content)

Asocodis. (s.f.). Modelo para la proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [\[https://www.asocodis.org.co/docs/xi-jornada/sesion1/1.%20ModeloparalaProyecciondeDemandadeEnergiaElecricaenColombia.pdf\]](https://www.asocodis.org.co/docs/xi-jornada/sesion1/1.%20ModeloparalaProyecciondeDemandadeEnergiaElecricaenColombia.pdf)

Benitez (s.f.). Holaluz, Luz y sector energético, Introducción al sector eléctrico: nuevos agentes. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [\[https://blog.holaluz.com/introduccion-al-sector-electrico-los-nuevos-agentes\]](https://blog.holaluz.com/introduccion-al-sector-electrico-los-nuevos-agentes)

BIA (s.f.), Los impactos de un consumo energético ineficiente en las empresas. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [\[https://www.bia.app/blog/impacto-consumo-energetico-ineficiente-empresas\]](https://www.bia.app/blog/impacto-consumo-energetico-ineficiente-empresas)

Biwares - Technology. (2022, 20 enero). Predicción de Demanda Eléctrica con modelos de Inteligencia Artificial y Machine Learning [Vídeo]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pTL-JMb2yiQ>

C. Flores (s.f.), El sector energético de Honduras: Diagnóstico y política energética. Recuperado el [31 de enero, 2025] de [\[https://www.researchgate.net/profile/Wilfredo-Flores-6/publication/264880697\\_El\\_sector\\_energetico\\_de\\_Honduras\\_Diagnostico\\_y\\_politica\\_energetica/links/55f8839508aec948c47fedb7/El-sector-energetico-de-Honduras-Diagnostico-y-politica-energetica.pdf\]](https://www.researchgate.net/profile/Wilfredo-Flores-6/publication/264880697_El_sector_energetico_de_Honduras_Diagnostico_y_politica_energetica/links/55f8839508aec948c47fedb7/El-sector-energetico-de-Honduras-Diagnostico-y-politica-energetica.pdf)

Carvajo (s.f.), Director general de operación red eléctrica de España. Los mercados eléctricos y los servicios de ajuste del sistema. Recuperado el [29 de enero, 2025] de [\[https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/364/55.pdf\]](https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/364/55.pdf)

Castañeda Rodriguez (2016). Análisis del impacto ambiental, financiero y operacional de un sistema de energía fotovoltaica en el centro comercial premier limonar. Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado de <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/d6670134-fa4a-4810-bf4f-8e7f74a24796/content>

Centro Estratégico Latinoamericano de Geopolítica. (2022.). 5 cifras sobre la energía eléctrica en Colombia: Lo que los ciudadanos pierden, las empresas ganan. Recuperado el [30 de enero, 2025] de [<https://www.celag.org/5-cifras-sobre-la-energia-electrica-en-colombia-lo-que-los-ciudadanos-pierden-las-empresas-ganas/>]

Centro Nacional de Control de Energía CENACE (2017), Manual de pronósticos: Numeral 5.1 “Metodologías para el modelo de pronóstico de demanda”.

Cifuentes Medina, Pedraza Suarez. (2016). Modelo para la proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado el [25 de febrero, 2025] de [<https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/educacion/article/view/2530/3633>]

Coba Louzado. (2002). Modelo para la proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/3931>]

COCIER ORG. (2020, 21 abril). #EncuentroVirtualCOCIER / solución integral de pronósticos de demanda de energía [Vídeo]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=QMHyOMBS3KY>

Comercio industria y turismo, Colombia productiva (s.f.). Energía eléctrica: bienes y servicios. Recuperado el [28 de enero, 2025] de [<https://www.colombiaproductiva.com/ptp-sectores/historico/energia-electrica-bienes-servicios>]

Comisión Nacional de Energía. (2015). Texto de referencia sobre energía. Recuperado el [05 de febrero, 2025] de [<https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/07/texto2.pdf>]

Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. La electricidad: ¿Cómo funciona?. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [[https://www.cnmec.es/sites/default/files/editor\\_contenidos/Energia/Consumidores/1.%20La%20electricidad.%20C%C3%B3mo%20funciona.pdf](https://www.cnmec.es/sites/default/files/editor_contenidos/Energia/Consumidores/1.%20La%20electricidad.%20C%C3%B3mo%20funciona.pdf)]

Consuegra-Bolivar (2023), Universidad Simón Bolívar, edición n°6. El impacto de la investigación en la sociedad. Recuperado el [05 de febrero, 2025], de [<https://iraka.unisimon.edu.co/el-impacto-de-la-investigacion-en-la-sociedad/>]

Damelo Marino, Arango, Lotero, Jimenez. (2021). Modelo para la proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado el [9 de marzo de 2025] de [[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372021000100077](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372021000100077)]

Daniel, G. V. V. (s. f.). PRONÓSTICO DE LA DEMANDA MENSUAL DE ELECTRICIDAD CON SERIES DE TIEMPO. Recuperado el [20 de febrero, 2025] de [[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372016000200009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372016000200009&script=sci_arttext)]

David Gonzalez. (2020, 25 mayo). Modelos de pronóstico para cubrir la demanda [Vídeo]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=3pbK8VZ1B50>

DIBAG. (2020, 3 diciembre). Machine Learning para predecir la demanda con precisión - Supply Chain Week [Vídeo]. YouTube. Recuperado el [23 de febrero, 2025] de [<https://www.youtube.com/watch?v=qXzI-TxvUSY>]

Diversegy (2022). Diferencias entre energía regulada y desregulada. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [<https://diversegy.com/regulated-vs-deregulated-energy/>]

Domenech Roldan, Jose Manuel. Calidad: diagrama de correlación - dispersión. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [[http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Diagrama\\_Correlacion\\_Dispersion.pdf](http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Diagrama_Correlacion_Dispersion.pdf)]

E. Hanke & W. Wichern (2010). Pronósticos en los negocios, novena edición. Recuperado el [07 de febrero, 2025], de [[https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25599w/L1EF118\\_S1\\_R1.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25599w/L1EF118_S1_R1.pdf)]

Educar Chile (s.f.), Cadena de suministro eléctrico. Recuperado el [10 de febrero, 2025] de [<https://www.aprendeconenergia.cl/sites/default/files/2021-01/cadena-suministro-electrico2.pdf>]

Enerdata. (s.f.). ¿Quiénes somos? Recuperado el [20 de febrero, 2025] de [<https://es.enerdata.net/quienes-somos.html> ]

Enerdata. (s.f.). Datos de consumo internacional de energía total. Recuperado el [28 de enero, 2025] de [<https://datos.enerdata.net/energia-total/datos-consumo-internacional.html>]

Enerdata. (s.f.). Previsiones de demanda energética por país. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://es.enerdata.net/investigacion/previsiones-demanda-energetica-pais.html>]

Enerdata. (s.f.). Datos energéticos mundiales. Enerdata. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://datos.enerdata.net/>]

Enerdata. (s.f.). Tendencias energéticas mundiales. Enerdata. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://es.enerdata.net/publicaciones/informes-energeticos/tendencias-energeticas-mundiales.html>]

Energía eléctrica, desarrollo económico e impacto al medio ambiente. (s. f.). EGADE. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://egade.tec.mx/es/egade-ideas/opinion/energia-electrica-desarrollo-economico-e-impacto-al-medio-ambiente#:~:text=Diversos%20estudios%20muestran%20evidencia%20de,a%20partir%20de%20fuentes%20f%C3%B3siles>]

Energia.coop. (s.f). Sector energético en Colombia. Recuperado el [11 de febrero, 2025] de [<https://www2.energia.coop/colombia/sector-de-energico/#:~:text=El%2083%2C4%25%20de%20la,generaci%C3%B3n%20h%C3%ADdricas%20solares%20y%20e%C3%B3licas>]

Escuela pública digital (s.f.). Unidad 1: La información - Características de la información - Estructura temporal de la información. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [[http://contenidosdigitales.ulp.edu.ar/exe/sistemadeinfo/estructura\\_temporal\\_de\\_la\\_informacin.html#:~:text=Es%20informaci%C3%B3n%20actual%20la%20que,ejemplo%2C%20las%20ventas%20del%20mes.](http://contenidosdigitales.ulp.edu.ar/exe/sistemadeinfo/estructura_temporal_de_la_informacin.html#:~:text=Es%20informaci%C3%B3n%20actual%20la%20que,ejemplo%2C%20las%20ventas%20del%20mes.)]

Espinosa-Zúñiga (2019). Aplicación de metodología CRISP-DM para segmentación geográfica de una base de datos pública. Recuperado el [28 de enero, 2025], de [<https://www.redalyc.org/journal/404/40465091008/>]

Estrada-Reyes (2015), Análisis de la gestión de proyectos a nivel mundial – Magister en la Dirección de Empresas en la Universidad de Palermo (Argentina). Recuperado el [05 de febrero, 2025] de [[https://www.palermo.edu/economicas/cbrs/pdf/pbr12/BusinessReview12\\_02.pdf](https://www.palermo.edu/economicas/cbrs/pdf/pbr12/BusinessReview12_02.pdf)]

Ethic. (2021, septiembre). Cómo funciona el mercado eléctrico. Recuperado el [2 de febrero, 2025] de Ethic. [<https://ethic.es/2021/09/como-funciona-el-mercado-electrico/>]

Euroinnova. (s.f.). ¿Qué son los pronósticos? Recuperado el [2 de febrero, 2025] de [<https://www.euroinnova.com/blog/que-son-los-pronosticos>]

Excel Hecho Fácil. (2016, 13 octubre). Forecasting con el método de medias móviles para modelos estacionales [Vídeo]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=sCOLkrhuqm4>

Expansión. (s.f.). Electricidad: Consumo en Colombia. Recuperado [07 de febrero, 2025] de [<https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/electricidad-consumo/colombia>]

ExpertosenRED OLADE. (2017, 16 febrero). Expertosenred: Modelos de proyección de demanda de energía eléctrica [Vídeo]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=7fWTIN1fGww>

Fernandez, N. (2024, 6 mayo). ¿Qué es un pronóstico de ventas? | Aprende Institute. Aprende Institute. Recuperado el [8 de febrero, 2025] de [<https://aprende.com/blog/emprendimiento/ventas-y-negociacion/que-es-un-pronostico-de-ventas/> ]

Ferrero, R. (2020). Máxima formación, ¿Qué es la correlación estadística y cómo interpretarla?. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [<https://www.maximaformacion.es/blog-dat/que-es-la-correlacion-estadistica-y-como-interpretarla/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20correlaci%C3%B3n%20es,mediante%20el%20an%C3%A1lisis%20de%20correlaci%C3%B3n.>]

Figuroa Castro, Mojica. (2023). Actualidad del sector energético colombiano. Recuperado el [30 de enero, 2025] de [[https://investigaciones.corfi.com/analisis-sectorial-y-sostenibilidad/perspectiva-sectorial-energia/actualidad-del-sector-energetico-colombiano/informe\\_1290865](https://investigaciones.corfi.com/analisis-sectorial-y-sostenibilidad/perspectiva-sectorial-energia/actualidad-del-sector-energetico-colombiano/informe_1290865)]

García et al. (2016). BID / El sector energético: oportunidades y desafíos. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [<https://publications.iadb.org/es/publicacion/17152/el-sector-energetico-oportunidades-y-desafios>]

García, J. (2014). Análisis de la demanda de energía eléctrica en Colombia. Dialnet. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [\[https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5010540 \]](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5010540)

García, J. (2016). Revista de Ingeniería, 11(2), 123-134. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [ [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372016000200009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372016000200009) ]

GestioPolis.com Experto. (2002, diciembre 18). Qué es un pronóstico. Características y métodos. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [\[https://www.gestiopolis.com/que-es-un-pronostico-empresarial/\]](https://www.gestiopolis.com/que-es-un-pronostico-empresarial/)

Gestor normativo - EVA - Función pública. (s. f.). Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [\[https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/\]](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/)

Goldstein (2016), Efectos macroeconómicos del sector energético en la Argentina del periodo 2003 al 2014. Recuperado el [05 de febrero, 2025] de [\[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53491401/Efectos\\_macroeconomicos\\_del\\_deficit\\_sector\\_energetico\\_Goldstein\\_\\_Kulfas\\_\\_Margulis\\_y\\_Zack\\_2016-libre.pdf?1497376880=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D2016\\_Efectos\\_macroeconomicos\\_del\\_defici.pdf&Expires=1740723833&Signature=VbAXc8QhM0Rgv2eTdyNbzuDQcOyJO9NnEwgVyoVn8G4kwfm2EJa h3FNTfgbtKkhJTHbkzzHRuv0buzPb5oBIb0mb4Wbd5mw8y3Vy1F8uQr1mTdgcUTHY54ntXHKy 7YCY7jt9BnSa1OLbBUaQCVi9MKS9n4pFlw~k5WnZ0dd-4aFqtQerkYr-saiK9UPeSUoTPJDWTUenJsSPcC-CdfwgIGxZDYjwp7tw361X0pKuQm12gL9BNRB2bjD6uPusB5qzE0qiWh9IEriRMbj~2KgptwvkX DvAMJfI4JFkVnTDC7clF7VO8ihN0VTrrLPpld-TTIN9Et1zedK8GPF~kPZ7Cw\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA\]](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53491401/Efectos_macroeconomicos_del_deficit_sector_energetico_Goldstein__Kulfas__Margulis_y_Zack_2016-libre.pdf?1497376880=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D2016_Efectos_macroeconomicos_del_defici.pdf&Expires=1740723833&Signature=VbAXc8QhM0Rgv2eTdyNbzuDQcOyJO9NnEwgVyoVn8G4kwfm2EJa h3FNTfgbtKkhJTHbkzzHRuv0buzPb5oBIb0mb4Wbd5mw8y3Vy1F8uQr1mTdgcUTHY54ntXHKy 7YCY7jt9BnSa1OLbBUaQCVi9MKS9n4pFlw~k5WnZ0dd-4aFqtQerkYr-saiK9UPeSUoTPJDWTUenJsSPcC-CdfwgIGxZDYjwp7tw361X0pKuQm12gL9BNRB2bjD6uPusB5qzE0qiWh9IEriRMbj~2KgptwvkX DvAMJfI4JFkVnTDC7clF7VO8ihN0VTrrLPpld-TTIN9Et1zedK8GPF~kPZ7Cw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Gomez, Carreño, Zambrano (2011). Análisis de la demanda de energía eléctrica en Colombia. Tecnura. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [\[https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/6706\]](https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/6706)

González, J. A., & Pérez, M. (2014). Análisis de la eficiencia energética en sistemas de producción agrícola. Revista de la Facultad de Agronomía, 31(1), 1 10. Recuperado el [20 de

febrero, 2025] de [[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212014000100001](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212014000100001)]

Grimaldo Guerrero (2012). Tesis. Recuperado el [08 de febrero, 2025] de [<https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/9803/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ]

Grimaldo Guerrero, Mendoza Becerra, Reyes Calle (2016). Modelo para la proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://www.revistaespacios.com/a17v38n22/a17v38n21p03.pdf>]

GRIMALDO Guerrero, MENDOZA Becerra, REYES Calle. (2016). Modelo para pronosticar la demanda de energía eléctrica utilizando el producto interno brutos sectoriales: Caso de Colombia. Revista Espacios, Volumen 38 (2). Recuperado el [08 de febrero, 2025] de [<https://www.revistaespacios.com/a17v38n22/a17v38n21p03.pdf>]

Grimaldo Guerrero. (2013). Título de la tesis. Universidad del Norte. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/9803/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>]

Harry, G. C. G. H. P. (2021). Modelo de gestión para la previsión de generación eléctrica mediante energías renovables en empresas industriales. Dialnet. Recuperado el [8 de febrero, 2025] de [<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=346366> ]

Haya (2021), Instituto de Ingeniería del Conocimiento: la metodología CRISP-DM en ciencia de datos. Recuperado el [16 de febrero, 2025] de [<https://www.iic.uam.es/innovacion/metodologia-crisp-dm-ciencia-de-datos/>]

Hernández Rodríguez, Torres Aponte (2021). Modelo de pronóstico de demanda para productos del sector eléctrico. Recuperado el [30 de enero, 2025] de [<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/a7e21e29-3c24-4fb8-a9cd-0814e65e6055/content>]

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). Análisis de datos en la ruta cuantitativa. En Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (pp. 310-386). McGraw-Hill

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). Recolección y análisis de datos en la ruta cualitativa. En Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (pp. 440-521). McGraw-Hill

Hernández-Muñiz (1994), El sector energético en Asturias evolución y perspectivas. Recuperado el [30 de enero, 2025] de [[https://www.unioviedo.es/hispalink/wp-content/uploads/Docs\\_Trabajo/DT194.pdf](https://www.unioviedo.es/hispalink/wp-content/uploads/Docs_Trabajo/DT194.pdf)]

<https://blog.up.edu.mx/topic/doctorado-en-ciencias-empresariales/que-es-la-investigacion-empresarial-y-cuales-son-sus-beneficios#:~:text=Beneficios%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20empresarial,Minimiza%20riesgos%20e%20incertidumbres.>

[https://ipse.gov.co/documento\\_prensa/documento/documentos\\_de\\_%20investigacion/Art%C3%ADculo%20Mundoel%C3%A9ctrico.pdf](https://ipse.gov.co/documento_prensa/documento/documentos_de_%20investigacion/Art%C3%ADculo%20Mundoel%C3%A9ctrico.pdf)

<https://www.piranirisk.com/es/academia/escuela-de-gestion-de-riesgos/tipos-de-impactos-que-genera-la-materializacion-de-eventos#:~:text=Impacto%20Operativos%3A%20Comprende%20riesgos%20provenientes,de%20la%20articulaci%C3%B3n%20entre%20dependencias.>

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872005000900017#:~:text=Corresponde%20a%20un%20rango%20de,establecido%20por%20consenso%20en%2095%25.](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872005000900017#:~:text=Corresponde%20a%20un%20rango%20de,establecido%20por%20consenso%20en%2095%25.)

Hurtado Aguirre, Escamilla Mejia (2014). Modelo de gestión de la demanda energética integral. Scielo, Volumen (23). Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-68052015000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-68052015000200010&script=sci_arttext)]

Hurtado Aguirre, Escamilla Mejia. (2015). Modelo para la proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado el [2 de febrero, 2025] de [[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-68052015000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-68052015000200010&script=sci_arttext)]

Iglesias Ferrer, J., Morales Salas, J (2012). Volumen (34). Modelo para la proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado el [30 de enero, 2025] de [[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59012013000100006&script=sci\\_arttext&lng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59012013000100006&script=sci_arttext&lng=en)]

Inicio - Bienvenido al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -. (2025, 7 marzo). Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/>

Instituto de Ingeniería del Conocimiento. (s.f.). Predicción de demanda de energía. Recuperado de <https://www.iic.uam.es/soluciones/energia/prediccion-demanda-energia/>

International Atomic Energy Agency. (2007). Nuclear energy series: Comparative analysis of methods and tools for nuclear energy system assessments. Volumen 18. Recuperado el [30 de enero, 2025] de [[https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/CMS-18s\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/CMS-18s_web.pdf)]

J. Lozano et al (2018), Revista TECNIA: el mercado eléctrico mayorista: agentes y modelos de organización. Recuperado el [29 de enero, 2025] de [[https://www.researchgate.net/profile/Yuri-Molina-2/publication/326125962\\_El\\_Mercado\\_Electrico\\_Mayorista\\_Agentes\\_y\\_Modelos\\_de\\_Organizacion/links/5b64eb8c458515cf1d32f2d7/EI-Mercado-Electrico-Mayorista-Agentes-y-Modelos-de-Organizacion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Yuri-Molina-2/publication/326125962_El_Mercado_Electrico_Mayorista_Agentes_y_Modelos_de_Organizacion/links/5b64eb8c458515cf1d32f2d7/EI-Mercado-Electrico-Mayorista-Agentes-y-Modelos-de-Organizacion.pdf)]

Jaramillo Herrera. (2022). Informe de proyección de demanda de energéticos. Recuperado el [30 de enero, 2025] de [[https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Informe\\_proyeccion\\_demanda\\_en\\_ergeticos.pdf](https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Informe_proyeccion_demanda_en_ergeticos.pdf)]

JMP, Statistical Discovery. Portal de formación estadística, una introducción online gratuita a la estadística. Coeficiente de correlación. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [[https://www.jmp.com/es\\_co/statistics-knowledge-portal/what-is-correlation/correlation-coefficient.html](https://www.jmp.com/es_co/statistics-knowledge-portal/what-is-correlation/correlation-coefficient.html)]

KPMG. (2023). Statistical review of world energy 2023. Recuperado el [05 de febrero, 2025] de [<https://kpmg.com/co/es/home/insights/2023/08/statistical-review-of-world-energy-2023.html>]

La República. (2023). Consumo de energía en 2023. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [<https://www.larepublica.co/economia/consumo-de-energia-en-2023-3791958>]

Lanzilotta, Rodriguez Collazo. (2014). Modelo para la proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado el [9 de marzo de 2025, de <https://www.redalyc.org/pdf/462/46247652001.pdf> ]

Leao, B. C. (s. f.). ¿Cuál es la importancia de la planificación empresarial? - Southern New Hampshire University. SNHU. Recuperado de <https://es.snhu.edu/blog/importancia-planificacion-empresarial>

Matías Cattáneo. (2021, 21 octubre). Aplicando Machine Learning para predicción de Demanda [Vídeo]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mczmYzmEgeM>

Medina Hurtado, Garcia Aguado. (2005). núm. 33, pp. 15-24. núm. Predicción demanda de energía en Colombia mediante un sistema de inferencia difuso neuronal. Recuperado el [10 de febrero, 2025] de [Redalyc.Predicción de demanda de energía en colombia mediante un sistema de inferencia difuso neuronal]

Métodos de recolección de información, Ejemplos de recolección de información. Recuperado el [03 de febrero, 2025], de [[https://ori.hhs.gov/education/products/sdsu/espanol/eg\\_info.htm#:~:text=La%20revisi%C3%B3n%20de%20registros%20tiene,pueden%20ser%20p%C3%ABlicos%20o%20privados](https://ori.hhs.gov/education/products/sdsu/espanol/eg_info.htm#:~:text=La%20revisi%C3%B3n%20de%20registros%20tiene,pueden%20ser%20p%C3%ABlicos%20o%20privados)]

Mojica Bastidas, Vinasco Mostacilla. (2023). Diseño de prácticas de control organizacional. Estudio de caso en una pequeña empresa manufacturera en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia. Universidad Cooperativa de Colombia. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://repositoriocrai.ucompensar.edu.co/server/api/core/bitstreams/d633f90f-d02a-4a7c-852f-88dbda99e1dc/content>]

Morales Ruiz. (2024). En julio, la demanda de energía en Colombia aumentó 14.4% en comparación con el mismo mes del año anterior. Recuperado el [30 de enero, 2025] de [<https://www.xm.com.co/noticias/7072-en-julio-la-demanda-de-energia-en-colombia-aumento-144-en-comparacion-con-el-mismo>]

Morales Soler. (2024). Demanda de energía en Colombia 2023: Mercado regulado. Recuperado el [05 de febrero, 2025] de [<https://www.portafolio.co/energia/demanda-de-energia-en-colombia-2023-mercado-regulado-597429>]

Muguira, A. (2023, 23 febrero). ¿Cómo analizar los datos de investigación? QuestionPro. Recuperado el [8 de febrero, 2025] de [<https://www.questionpro.com/blog/es/analizar-los-datos-de-una-investigacion/>]

Muguira, Andres (s.f.). Question Pro, ¿Cómo analizar los datos de investigación?. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [<https://www.questionpro.com/blog/es/analizar-los-datos-de-una-investigacion/>]

Murillo, Trejos, Carvajal. (2003). ESTUDIO DEL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA, UTILIZANDO MODELOS DE SERIES DE TIEMPO. Ciencia & Ingeniería Neogranadina, Volumen(Número), Pagina1-6. Recuperado el [18 de febrero, 2025] de [<https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/7379/4403>]

Nebot (2023), Stockagile. Guía completa de previsión de la demanda: métodos y mejores prácticas. Recuperado el [07 de febrero, 2025], de [<https://stockagile.com/blog/guia-completa-de-prevision-de-la-demanda-metodos-y-mejores-practicas/>]

Nogueira-Rivera (2003), Research Gate. Gestión de la demanda: Logística, temas seleccionados Tomo I.

Normativa. (s. f.). Recuperado de <https://www.minenergia.gov.co/es/repositorio-normativo/normativa/>

Normatividad - Distrito energetico. (2023, 28 julio). Distrito Energetico. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://www.distritoenergetico.com/prueba/normatividad/>]

NU-Cepal % Wolfgang F, (2001). Repositorio digital, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Reformas del sector energético, desafíos regulatorios y desarrollo sustentable en Europa y América Latina / División de Recursos Naturales e Infraestructura. Recuperado el [12 de febrero, 2025] de [<https://repositorio.cepal.org/entities/publication/be8e5895-7bd8-4a4a-96c9-68c7c9bdf1c0>]

Organización de la producción industrial. (s. f.). Google Books. Recuperado el [6 de febrero, 2025] de [\[https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=cH3uDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA127&dq=Importancia+de+la+planificaci%C3%B3n+y+gesti%C3%B3n+operativa+en+las+organizaciones&ots=DHF81sluYs&sig=8clkXAEr7T4SM4Ki8W0G6lxQXQM&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false\]](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=cH3uDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA127&dq=Importancia+de+la+planificaci%C3%B3n+y+gesti%C3%B3n+operativa+en+las+organizaciones&ots=DHF81sluYs&sig=8clkXAEr7T4SM4Ki8W0G6lxQXQM&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Ortega, Cristina (s.f.). Question Pro, Encuestas - visualización de datos: Qué es, ventajas y consejos. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [\[https://www.questionpro.com/blog/es/visualizacion-de-datos/\]](https://www.questionpro.com/blog/es/visualizacion-de-datos/)

Ortega, C. (s.f.). Question Pro, Investigación de mercado - Plan de recolección de datos: Qué es y pasos para crearlo. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [\[https://www.questionpro.com/blog/es/plan-de-recoleccion-de-datos/\]](https://www.questionpro.com/blog/es/plan-de-recoleccion-de-datos/)

Ortega, C. (s.f.). Question Pro, Investigación de mercado – Métodos de muestreo: ejemplos y usos. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [\[https://www.questionpro.com/blog/es/metodos-de-muestreo/\]](https://www.questionpro.com/blog/es/metodos-de-muestreo/)

Otero Prada. (s.f.). Modelos de proyección de la demanda de energía eléctrica. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [\[https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/Modelos%20de%20Proyecci%C3%B3n%20de%20la%20Demanda%20de%20Energ%C3%ADa%20El%C3%A9ctrica.pdf\]](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/Modelos%20de%20Proyecci%C3%B3n%20de%20la%20Demanda%20de%20Energ%C3%ADa%20El%C3%A9ctrica.pdf)

Parra, A. (2024, 10 julio). Metodología de la investigación cuantitativa. QuestionPro. Recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa/#:~:text=La%20metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n,t%C3%A9cnicas%20matem%C3%A1ticas%20estad%C3%ADsticas%20o%20inform%C3%A1ticas>.

Parra, A. (s.f.). Question Pro, Investigación de mercado: ¿Qué es la recolección de datos y como realizarla?. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [\[https://www.questionpro.com/blog/es/recoleccion-de-datos-para-investigacion/\]](https://www.questionpro.com/blog/es/recoleccion-de-datos-para-investigacion/)

Parra. (s.f.). Tipos de variables en una investigación. Recuperado el [5 de febrero, 2025] de [\[https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-variables-en-una-investigacion/\]](https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-variables-en-una-investigacion/)

Pinedo, C. J. (2021). T. Propuesta de un modelo de pronósticos de demanda y gestión de inventarios para la planeación de demanda en prendas de vestir juvenil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623528/Pinedo\\_CJ.pdf](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623528/Pinedo_CJ.pdf)]

Planeación energética y empresa pública. (s. f.). Google Books. Recuperado el [1 de febrero, 2025] de [[https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=5K5YsTlrRvgC&oi=fnd&pg=PA155&dq=concepto+de+demanda+en+el+sector+energ%C3%A9tico&ots=IAaL55Woxg&sig=PqK0n1xztimJQ-U2Ph9ksHamcBM&redir\\_esc=y#v=onepage&q=concepto%20de%20demanda%20en%20el%20sector%20energ%C3%A9tico&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=5K5YsTlrRvgC&oi=fnd&pg=PA155&dq=concepto+de+demanda+en+el+sector+energ%C3%A9tico&ots=IAaL55Woxg&sig=PqK0n1xztimJQ-U2Ph9ksHamcBM&redir_esc=y#v=onepage&q=concepto%20de%20demanda%20en%20el%20sector%20energ%C3%A9tico&f=false) ]

Power Data (2016). Características necesarias para una buena calidad de la información: descubre los conceptos que ayudan a definir el concepto de calidad de la información y toma nota de algunos ejemplos de los distintos atributos de calidad de datos. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [<https://blog.powerdata.es/el-valor-de-la-gestion-de-datos/caracteristicas-necesarias-para-una-buena-calidad-de-la-informacion>]

Programa Mundial de Alimentos. (2024). El fenómeno de El Niño en América Latina y el Caribe 2023-2024. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://es.wfp.org/publicaciones/el-fenomeno-de-el-nino-en-america-latina-y-el-caribe-2023-2024> ]

Pronóstico Experto. (s.f.). Métodos de pronósticos. Recuperado el [6 de febrero, 2025] de <https://www.pronosticoexperto.com/metodos-de-pronosticos>

Proyectos educativos CR (s.f.). Capítulo III: Marco metodológico de la investigación - 3.5. Técnica e instrumento de recolección de datos. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [<https://proyectoseducativoscr.wordpress.com/elaboracion-del-ante-proyecto/capitulo-iii-marco-metodologico-de-la-investigacion/3-5-tecnica-e-instrumento-de-recoleccion-de-datos/>]

Question Pro (s.f.), Tamaño de muestra: Conoce qué es el tamaño de muestra y cómo afecta tu investigación, y aprende a calcularlo correctamente. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [[https://www.questionpro.com/es/tama%C3%B1o-de-la-muestra.html#que\\_es\\_tama%C3%B1o\\_de\\_muestra](https://www.questionpro.com/es/tama%C3%B1o-de-la-muestra.html#que_es_tama%C3%B1o_de_muestra)]

Rafael Blanco, P. Euroinova, International Online Education. Desviación típica: aplicaciones prácticas y ejemplos de cálculo. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de

[<https://www.euroinnova.com/blog/desviacion-tipica#:~:text=La%20desviaci%C3%B3n%20t%C3%ADpica%20es%20una,los%20valores%20individuales%20del%20promedio.>]

RAP-E Región Central. (2024, 30 octubre). RAP-E Región Central. Recuperado de <https://regioncentralrape.gov.co/>

Reglero (2022), Colaborador de OBS Business School. La importancia del sector energético en la economía, Universitat de Barcelona. Recuperado el [29 de enero, 2025] de [<http://marketing.onlinebschool.es/Prensa/Informes/Informe%20OBS%20-%20Sector%20energe%CC%81tico.pdf>]

Reglero (2022), Informe OBS: la importancia del sector energético en la economía / OBS Business School. Recuperado el [29 de enero, 2025] de [<https://www.obsbusiness.school/actualidad/informes-de-investigacion/informe-obs-la-importancia-del-sector-energetico-en-la-economia#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20se%20ha%20convertido,producir%20sus%20bienes%20y%20servicios.>]

Revista de Economía ICE : Información Comercial Española : 889/890, 2/3, 2016. (2016). Ministerio de Economía y Competitividad - Torrossa. Recuperado el [12 de febrero, 2025] de [<https://www.torrossa.com/en/resources/an/3161618#page=141>]

Rios Chala. (2020). Cómo citar dentro del texto en APA. Recuperado el [29 de enero, 2025] de [[https://comunicacionylenguaje.javeriana.edu.co/documents/2032648/2129838/03\\_Como-citar-dentro-del-texto-en-APA.pdf/18d554d8-77e7-26f5-62e7-962ed4f86adb?t=1622647174820](https://comunicacionylenguaje.javeriana.edu.co/documents/2032648/2129838/03_Como-citar-dentro-del-texto-en-APA.pdf/18d554d8-77e7-26f5-62e7-962ed4f86adb?t=1622647174820)]

Rivas, A. (2024, marzo 06). Normas APA: La guía definitiva para presentar trabajos escritos. Guía Normas APA. Recuperado el [29 de enero, 2025] de [<https://normasapa.in/>]

Roberto (2022), MBA USP ESALQ. CRISP-DM: las 6 etapas de la metodología del futuro. Recuperado el [29 de enero, 2025], de [<https://blog.mbauspesalq.com/es/2022/05/31/crisp-dm-las-6-etapas-de-la-metodologia-del-futuro>]

Rodolfo, V. M. J. (2023, 23 noviembre). Modelo de predicción de demanda energética de una subestación de CNEL EP Unidad de negocio Esmeraldas. Recuperado el [2 de febrero, 2025] de [<https://repositorio.puce.edu.ec/items/815752f8-03a2-4b0a-a651-10c8daaae713>]

Rodriguez (2019). Pronostico del consumo pico para la gestión energética de la universidad de Cienfuegos. Revista Universidad y Sociedad, Volumen (11), recuperado el [20 de enero, 2025] de [[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202019000400220&script=sci\\_arttext&tlng=en#aff1](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202019000400220&script=sci_arttext&tlng=en#aff1) ]

Rodríguez A., R. [Raúl Rodríguez A.]. (2023, marzo 9). YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=TN7EvdZVa-g&ab\\_channel=Ra%C3%BAIRodr%C3%ADguezA](https://www.youtube.com/watch?v=TN7EvdZVa-g&ab_channel=Ra%C3%BAIRodr%C3%ADguezA)

Rodriguez-Castellanos (2016). Pronósticos de demanda de EPSA a 5 años para evaluar y proponer políticas de desarrollo empresarial y del mercado. Recuperado el [28 de enero, 2025], de [<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/acbaf4e2-a4f9-471b-b067-e8c8c1188785/content>]

Rosero, G. B. E., & Cali, V. E. L. (2024). El control interno y su incidencia en la gestión operativa. Deleted Journal, 13(1). Recuperado el [28 de febrero, 2025] por [<https://doi.org/10.62325/10.62325/yachana.v13.n1.2024.882>]

Rueda, Pimental. (2014). Modelo para la proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212014000100001](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212014000100001)]

Rueda, V. M., David, V. H. J., & Jaime, F. C. C. (s. f.). Avances recientes en la predicción de la demanda de electricidad usando modelos no lineales. Recuperado el [5 de enero, 2025] de [[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532011000300004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532011000300004&script=sci_arttext) ]

Ryan. Universidad de los Andes. (2008.). Diseño de un Modelo de Proyección de Demanda Energética Global Nacional de Largo Plazo. Recuperado el [10 de febrero, 2025] de [<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/a7e21e29-3c24-4fb8-a9cd-0814e65e6055/content>]

Safety Culture (2024). Guía breve de técnicas de recolección de datos. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [<https://safetyculture.com/es/temas/recoleccion-de-datos/tecnicas-de-recoleccion-de-datos/>]

Salazar, Panchi (2014) Volumen (33). Modelo para la proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado el [12 de febrero, 2025] de [[https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/218](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/218) ]

Salerno-Anatilde, (2013). Biblioteca digital de la Universidad Católica Argentina, una mirada al sector energético / Programa de desarrollo e instituciones año 12 n°2. Recuperado el [28 de enero, 2025] de [<https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/1849/1/mirada-sector-energetico-salerno.pdf>]

SalusPlay. (s.f). Las variables de investigación. Recuperado el [29 de enero, 2025] de [<https://www.salusplay.com/apuntes/apuntes-metodologia-de-la-investigacion/tema-2-las-variables-de-investigacion>]

Sánchez Durán, R. (2020). El futuro y la demanda energética. (Tesis Doctoral Inédita). Universidad de Sevilla, Sevilla. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://idus.us.es/items/4fee7c0c-199a-4d54-9266-037677560317>]

Santos. (2023.). Mercado energético en Colombia: Avances, dificultades y tensiones en la transición. Recuperado el [04 de febrero, 2025] de [<https://www.datacenterdynamics.com/es/features/mercado-energ%C3%A9tico-en-colombia-avances-dificultades-y-tensiones-en-la-transici%C3%B3n/>]

Scielo, Revista EAN (2013). El enfoque de gestión de proyectos en las organizaciones dedicadas a proyectos de investigación. Caso: grupo de investigación GIRH. Recuperado el [28 de febrero, 2025], de [[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-81602013000100011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602013000100011)]

SEE Sociedad Ecuatoriana de Estadística. (2021, 10 agosto). Predicción de la demanda de energía eléctrica [Vídeo]. Recuperado de YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=b0z\\_LJra1mM](https://www.youtube.com/watch?v=b0z_LJra1mM)

Smart Grids Info. (s.f.). Consumo de energía eléctrica. Recuperado el [23 de febrero, 2025] de [<https://www.smartgridsinfo.es/consumo-energia-electrica>]

Soporte de Minitab (2024). Interpretar todos los estadísticos y gráficas para descomposición. Recuperado el [28 de enero, 2025], de [<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/statistical-modeling/time-series/how-to/decomposition/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/>]

Stewart. (s.f). Objetivos en investigación. Recuperado el [27 de enero, 2025] de [<https://atlasti.com/es/research-hub/objetivos-investigacion>]

Stewart. (s.f). Variables en investigación. Recuperado [el 27 de enero, 2025] de [<https://atlasti.com/es/research-hub/variables-investigacio>]

Suarez Sarria, Espinosa, Sierra Florez (2017). Estudio de viabilidad para la creación de una empresa dedicada a la comercialización e instalación de paneles solares en la ciudad de Santiago de Cali. Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium. <https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/454/FUCLG0016636.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Suntaxi, J., Salazar, Y., & Loor, R. (2019). Pronóstico de la demanda en energía y potencia del Sistema Eléctrico Quito. Revista Técnica Energía, 15(2). Recuperado el [30 de enero, 2025]de [<https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v15.n2.2019.371>]

Tabares Muñoz, Velásquez Galvis, Valencia Cárdenas (2014). Comparación de técnicas estadísticas de pronóstico para la demanda de energía eléctrica. Volumen (13), páginas. Recuperado el [8 de febrero, 2025] de [<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5010540>]

Tabares Ospina, Hernández Rivera (2009). Pronósticos demanda de energía y potencia a Corto plazo. Caso de estudio: unidad de Control de pronóstico noroeste (área Antioquia-Chocó). Revista Tecnológicas, Volumen (23), páginas. Recuperado el [19 de febrero, 2025] de [<https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/246/252>]

Tascon Abadia. (2008). Modelo teórico para la optimización de la generación y distribución del aire comprimido de 100 psig y 150 psig mejorando su calidad acorde a los estándares nacionales para una planta manufacturera del valle del cauca. Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado el [2 de febrero, 2025] de [<https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/95ac286b-0686-4a6d-ae6a-d1a0b682d45a/content> ]

Terrazas-Pastor (2009). Modelo conceptual para la gestión de proyectos, Perspectivas num.24. Recuperado el [10 de febrero, 2025], de [https://www.redalyc.org/pdf/4259/425942160009.pdf]

The office of research integrity (s.f.), Módulo 4: métodos de recaudación de información. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [https://ori.hhs.gov/m%C3%B3dulo-4-m%C3%A9todos-de-recaudaci%C3%B3n-de-informaci%C3%B3n]

Ulises-Quesada (2023). Universidad para la cooperación internacional UCI, Ciclos de vida de proyectos. Recuperado el [28 de enero, 2025], de [https://omeka.campusuci2.com/biblioteca/files/original/9605246653e5c91541ba4e9ea11d0f52.pdf]

Umbarila-Valencia, Alfonso-Moreno & Rivera-Rodríguez (2015). Revista de investigación agraria y ambiental. Volumen 6 Número 2, Importancia de las energías renovables en la seguridad energética y su relación con el crecimiento económico. Facultad ingeniería, Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO). Recuperado el [30 de enero, 2025] de [https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1419/1743]

Unidad de Planeación Minero Energética. (2020). Metodología para la proyección de demanda de energía. Recuperado el [5 de febrero, 2025] de [https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Metodologia\_PDE.pdf ]

Unidad de Planeación Minero Energética. (s.f). Metodología para la elaboración del Plan de Desarrollo Energético. Recuperado el [20 de febrero, 2025] de [https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Metodologia\_PDE.pdf]

Unir, La Universidad en Internet (s.f.). Gráficos estadísticos: tipos e importancia en la comunicación de datos. Recuperado el [03 de febrero, 2025] de [https://colombia.unir.net/actualidad-unir/graficos-estadisticos/]

Universidad Autónoma Metropolitana. (s.f). Niveles de la taxonomía de Bloom. Recuperado el [29 de enero, 2025] de [https://dcbi.azc.uam.mx/media/Mejora\_docencia/18i\_Niveles\_de\_la\_taxonomia\_de\_Bloom.pdf]

Universidad Nacional Autónoma de México. (s.f). Identificación de variables. Recuperado el [15 de enero, 2025] de [[https://uapas1.bunam.unam.mx/matematicas/iden\\_variables/](https://uapas1.bunam.unam.mx/matematicas/iden_variables/)]

Universidad Nacional de Colombia. (2021). Pronóstico de la demanda de energía en Colombia a corto plazo basado en un modelo híbrido adaptativo. Recuperado el [19 de febrero, 2025] de [<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80568>]

Universidad Nacional de Colombia. (2022). Modelo estimador del pronóstico de demanda eléctrica a partir de datos históricos obtenidos de medidores inteligentes. Recuperado el [18 de febrero, 2025] de [<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80843/1032455974.2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>]

Velázquez, A. (2023, 23 febrero). ¿Qué es el análisis descriptivo? QuestionPro. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://www.questionpro.com/blog/es/analisis-descriptivo/> ]

Workday (s.f.), el camino hacia una planificación moderna. Mejor planificación de la demanda: el equipo financiero puede liderar una transformación exitosa. Recuperado el [08 de febrero, 2025], de [<https://forms.workday.com/content/dam/web/mx/documents/ebook/Demand-Planning-eBook-es-MX.pdf>]

XM. (2025). Sinergox. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de <https://sinergox.xm.com.co/Paginas/Home.aspx>

XM. (s.f). Demanda de energía nacional. Recuperado de [28 de enero, 2025] [<https://informeanual.xm.com.co/informe/pages/xm/20-demanda-de-energia-nacional.html>]

XM. (s.f). Históricos de demanda de energía en Colombia. Recuperado el [28 de febrero, 2025] de [<https://www.xm.com.co/consumo/historicos-de-demanda>]

Yepez, Levy & Valencia J (2016), El sector energético: oportunidades y desafíos. División de energía INE/ENI, Nota técnica N°967. Recuperado el [05 de febrero, 2025] de [<https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/El-sector-energ%C3%A9tico-Oportunidades-y-desaf%C3%ADos.pdf>]



## **8. ANEXOS**

**Anexo 1.** Base 1: mercado regulado y no regulado de energía

**Anexo 2.** Base 2: Energía activa por cada operador de red según su fecha de ingreso

**Anexo 3.** Herramienta de pronósticos

**Anexo 4.** Formulario de preguntas para encuesta online

**Anexo 5.** Estructuración de respuestas de la encuesta online