

GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL
BIG DATA



Gestión de información para la toma de decisiones en el sector energético a través de la
implementación del Big Data

Anthony Marlon Pinzón Romero

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

octubre de 2024

GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL BIG DATA

Gestión de información para la toma de decisiones en el sector energético a través de la
implementación del Big Data

Anthony Marlon Pinzón Romero

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
octubre de 2024

GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL BIG DATA

Contenido

Lista de tablas.....	5
Lista de figuras.....	6
Lista de anexos.....	7
Resumen	8
Abstract	10
Introducción	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1 Descripción del problema.....	15
1.2 La pregunta de investigación.....	19
1.3 Los objetivos de investigación	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4 Justificación de la investigación.....	20
2. MARCO DE REFERENCIA	23
2.1 Marco de Antecedentes.....	23
2.2 Marco Teórico	26
2.3 Marco normativo.....	38
3. METODOLOGÍA	41
3.1 Enfoque y alcance de la investigación.....	41
3.2 Población y muestra.....	46
3.2.1 Definición de la población	47
3.2.2 Cálculo y selección de la muestra.....	48
3.3 Instrumento(s)	50
3.4 Descripción de procedimientos	51
3.5 Análisis de información.....	52
3.6 Consideraciones éticas.....	52
3.6.1 Análisis de consideraciones éticas.....	55
4. HIPÓTESIS	56
4.1 Las variables.....	56

GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL BIG DATA

4.1.1	Variable(s) independiente(s)	56
4.1.2	Variable(s) dependiente(s)	57
4.1.3	Variable(s) interviniente(s)	57
4.1.4	Variable(s) moderadora(s).....	57
4.1.5	Variable(s) aleatoria(s)	58
4.1.6	Variable(s) extraña(s)	58
4.2	Planteamiento de hipótesis	58
5	RESULTADOS	60
5.1	Resultados y análisis del instrumento	60
6.1	Propuesta al sector	69
6.2	Discusión	70
5.	CONCLUSIONES	72
6.	Referencias	76
	Anexos.....	81

GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL
BIG DATA

Lista de tablas

Tabla 1 *Compromisos profesionales*53

GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL BIG DATA

Lista de figuras

Figura 1 <i>Matriz de generación eléctrica en Colombia</i>	61
Figura 2 <i>Agentes generadores de energía</i>	62
Figura 3 <i>Empresas del sector de transmisión energética en Colombia</i>	63
Figura 4 <i>Empresas de servicio eléctrico con mayores interrupciones en el suministro energético</i>	64

GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL
BIG DATA

Lista de anexos

Anexo A. Consultas bibliográficas.....81

GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL BIG DATA

Resumen

El crecimiento constante de datos en el sector energético demanda la implementación de herramientas como el Big Data para la gestión de proyecto, lo cual permitirá a los gerentes la toma de decisiones acertadas en los diferentes campos de generación, transmisión, comercialización y consumo energético de acuerdo con los tipos de datos que se generen dentro del sistema, por lo cual se realiza un análisis de información científica dentro de las plataforma de bases de datos WEB Scopus, ScienceDirect, Dialnet y SciELO, en la cual se valida la implementación de tecnologías emergentes en el proceso de captura, procesamiento y análisis de datos dentro del sector energético a nivel global, identificando las principales características y desafíos en dicha implementación desde la parte de gerencia de proyectos.

En este sentido el objetivo general de la investigación plantea el análisis de la información proveniente del sistema energético a través de la herramienta Big Data para la toma de decisiones, para lo cual se consultó principalmente artículos, informes y revisión de conferencias realizando un análisis de contenido en la cual se evaluó de manera objetiva la necesidad e implicación que ha tenido el crecimiento de datos de acuerdo con la industria 4.0 dentro del sector energético.

El enfoque de la presente investigación es cuali- cuantitativo o mixto cualitativo - exploratorio la cual permitió tener una mejor aproximación al objeto de estudio, por lo cual la metodología de estudio se centró en revisar, analizar, levantar información relacionada con el termino Big Data, sector energético y gerencia de proyectos en la cual se limitó a los últimos cinco (5) años de publicaciones, relacionadas con la implementación de tecnología emergente, la

GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL BIG DATA

relación con la captura de datos y su integración a la herramienta del Big Data dentro del sector energético, para el mejoramiento en la gestión de proyectos y toma de decisiones gerenciales.

La investigación documental indico la baja aplicación de la herramienta del Big Data y tecnologías emergentes que contribuyan a la gestión gerencial dentro del sector energético, la transición energética y la sostenibilidad necesita la adopción e implementación de dichas tecnologías para afrontar los retos que se presentan a nivel nacional e internacional referente al sector energético.

Palabras clave: Gerencia de proyectos, sector energético, transición energética, Big Data, tecnologías emergentes.

GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL BIG DATA

Abstract

The constant growth of data in the energy sector demands the implementation of tools such as Big Data for project management, which will allow managers to make sound decisions in the different fields of generation, transmission, marketing and energy consumption according to the types of data generated within the system, for which an analysis of scientific information is carried out within the WEB database platforms Scopus, ScienceDirect, Dialnet and SciELO, in which the implementation of emerging technologies in the process of data capture, processing and analysis within the energy sector at a global level is validated, identifying the main characteristics and challenges in said implementation from the project management part.

In this sense, the general objective of the research raises the analysis of information from the energy system through the Big Data tool for decision making, for which mainly articles, reports and a review of conferences were consulted, carrying out a content analysis in which the need and implication that the growth of data has had in accordance with industry 4.0 within the energy sector was objectively evaluated.

The approach of this research is qualitative - exploratory, which allowed to have a better approach to the object of study, so the study methodology focused on reviewing, analyzing, and collecting information related to the term Big Data, the energy sector, and project management, which was limited to the last five (5) years of publications, related to the implementation of emerging technology, the relationship with data capture and its integration into the Big Data tool within the energy sector, for the improvement of project management and managerial decision making.

GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL BIG DATA

The documentary research indicated the low application of the Big Data tool and emerging technologies that contribute to managerial management within the energy sector, the energy transition and sustainability requires the adoption and implementation of these technologies to face the challenges that arise at the national and international level regarding the energy sector.

Keywords: Project management, energy sector, energy transition, Big Data, emerging technologies.

Introducción

El crecimiento económico global ha incrementado una demanda energética que crece diariamente, la producción de energía a partir de fuentes renovables, la integración de tecnologías emergentes, la adopción de políticas y acuerdos internacionales por parte del estado y de las empresas, en la eficiencia energética y la sostenibilidad son puntos cruciales en el crecimiento de la industria minero-energética del país.

Desde la gestión de proyectos se busca la mejora continua en cada uno de los procesos por lo cual la implementación de herramientas tecnológicas como el Big Data es una necesidad en el mercado actual energético, lo cual crea nuevos retos y oportunidades en la integración de información de las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. En el desarrollo de esta investigación documental parte de la gerencia aplicada a la integración de la herramienta del Big Data en la matriz energética del país, para lo cual se ejecutó la consulta a través de plataformas de datos especializadas en la Web relación con el sistema energético, implementación de la herramienta Big Data y gestión de proyectos, los cuales se relacionaron dentro de la consulta para analizar el estado de matriz energética colombiana y la integración de tecnologías emergentes.

El problema que se plantea en la investigación acude al estado actual de integración de la herramienta del Big Data en el sistema energético colombiano en el desarrollo de la gestión de gerencia y toma de decisiones, para lo cual se realiza un análisis de la consolidación y análisis de los datos que se presentan dentro de la literatura, teniendo que examinar información relevante

de la matriz energética, las necesidades de la herramienta Big Data en el contexto nacional y inferir los factores que pueden afectar las decisiones desde la gerencia de proyecto.

A partir de lo anterior, se busca analizar el estado de matriz energética colombiana y la integración de tecnologías emergentes principalmente la herramienta del Big Data, la cual de acuerdo con Bhagwan (2022) se tiene el concepto y la importancia de la implementación de herramientas en el sector energético es baja, presentando grandes retos en la calidad y veracidad de la información. De igual forma se consultó a nivel internacional la interacción de la herramienta del Big Data y el sector energético, de acuerdo con Mohanty et al. (2024) los avances tecnológicos en el sistema energético están generando grandes volúmenes de datos los cuales deben ser recolectados, procesados y analizados, por lo cual surge la herramienta del Big Data lo que contribuye al mejoramiento en la gestión energética.

En el desarrollo de la investigación en el capítulo uno (1) se encuentra el planteamiento del problema el cual se centra en el tema de investigación y sus objetivos, en el capítulo dos (2) se encuentra el marco de referencia donde se realiza la revisión documental a través de bases de datos especializadas, en el capítulo tres (3) encontramos la metodología establecida para la consulta documental a través de la bibliográfica, en el capítulo cuatro (4) se encuentran las hipótesis planteadas por el investigador y sus variables, por último en el capítulo cinco (5) se dan los resultados de la investigación de acuerdo con los objetivos planteados.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento de la industria, la revolución tecnológica y la misma globalización ha generado dentro de las empresas una competitividad por el mejoramiento en los procesos y la gestión en la calidad, costos y riesgos asociados a cada proyecto (Medina y Ortegón 2006). La era digital ha transformado la gestión de proyectos dado que se generan datos cuyo tamaño, complejidad y velocidad de crecimiento dificulta la captura, gestión, procesamiento y análisis de datos con los métodos tradicionales, si bien se han fomentado nuevas herramientas digitales para la captura de información se presenta un gran reto en la estructuración y análisis de los datos capturados (Gallego 2023), esto se da debido a que las tecnología emergentes no tiene la capacidad de discernir la información adecuada para los reportes, la tecnología y herramientas aun dependen de una orden adecuada y de los lineamientos establecidos por seres humanos quienes deben establecer metodologías acordes al objetivo y al alcance planteado para la recolección de datos, esta información debe ser seleccionada y discriminada para cada área dentro de un proyecto, dado que la tecnología se basa en patrones, esta no puede analizar y verificar que datos son necesarios y aún más cuales no presentan error lo que generar una incertidumbre en la veracidad y calidad de los datos capturados o discriminados para cada área de trabajo (González 2016).

La aplicación de la herramienta Big Data dentro del sector minero energético se establece como prioridad en el mejoramiento de la eficiencia y gestión de proyectos (Valencia 2016), lo cual ha sido un reto debido a los desafíos en la implementación de tecnologías en los diferentes departamentos del país y de acuerdo a la diversidad de compañías dentro de los diferentes sectores, lo que genera un problema en la integración de datos, análisis económicos,

proyecciones minero energética, políticas de estado, inversiones en proyectos energéticos, implementación de nuevas tecnologías, crecimiento empresarial, mejoramiento en la calidad del servicio y problemas sociales dentro de las comunidades por los altos costos en el servicio.

1.1 Descripción del problema

El crecimiento de la demanda energética en el país asociada a parámetros como la sostenibilidad y la conservación de recursos presenta nuevos retos en la integración de nuevas fuentes energéticas (Gifreu 2019), de igual forma el sector presenta dificultades en mantener altos niveles de eficiencia en la generación, transmisión, comercialización y consumo energético, lo cual genera pérdidas económicas y de energía, esto dado por el alto costo operativo, mantenimiento de equipos, redes eléctricas, pérdidas en la distribución y en los cobros a los usuarios. El sistema eléctrico presenta ineficiencia en la producción y el uso de métodos tradicionales en la gestión proyectos, la optimización de los recursos y la integración efectiva de energías renovables requieren un análisis de datos más avanzados, con la capacidad para optimizar el uso de recursos y gestionar la integración de energías renovables, la cual en el momento es limitada, uno de los factores a considerar es la información disponibles en las bases de datos ya que no siempre se utilizan de manera efectiva para prever la demanda, gestionar la oferta y equilibrar la carga de manera eficiente.

La transición hacia un modelo energético más sostenible es una prioridad global y nacional, por lo cual la capacidad de monitorear y gestionar el impacto ambiental de las actividades energéticas con precisión es limitada, dado que las herramientas tradicionales pueden no proporcionar los detalles necesario para evaluar y mitigar adecuadamente los efectos ambientales y cumplir con los objetivos de sostenibilidad propuestos por el estado y por cada una de las

compañías energéticas del país. Si bien se cuenta con grandes volúmenes de datos en el sector minero energético estos no se encuentran debidamente integrados y con una falta de análisis avanzado lo cual impide una visión holística del sistema (Bernal Ramírez 2022), sin presentar una respuesta proactiva a los desafíos que se presentan dentro de la globalización y los nuevos mercados internos y externos del país dado a la dispersión de datos en diferentes sistemas y la ausencia de herramientas analíticas avanzadas, impidiendo y limitando la capacidad para extraer datos valiosos y compartirlos con diferentes entidades para un bien común (Arteaga y Ríos, 2022).

Las diferentes organizaciones públicas y privadas de Colombia cuentan con grandes volúmenes de información extraída desde ambientes físico y temporal, la cual no se encuentra consolidada e integrada, sino por lo contrario dispersa, se debe comprender que el mercado energético se encuentra dividido en generadores, transmisores y comercializadores o distribuidores que trabajan de manera independiente de acuerdo a la normatividad vigente por el estado y los estamentos reguladores, por lo cual los datos de su infraestructura, redes y usuarios, son propios y solo se comparte lo determinado por la ley, por lo cual hay información que no se divulga y que es valiosa dentro de los diferentes análisis gerenciales en el desarrollo energético. La integración de datos energéticos es de suma importancia debido a las políticas de la transformación energética, sostenibilidad y del mismo cambio climático (Dormido et al., 2022), por lo cual las diferentes compañías deben realizar una integración de datos, los cuales son cambiantes de acuerdo con los factores ambientales, sociales, políticos y económicos en que se encuentran inmersos.

La proyección y gestión de la demanda energética en Colombia y en sus países colindantes pueden ser imprecisas debido a la falta de análisis en tiempo real y la incapacidad para integrar los datos de diversas fuentes, lo cual puede llevar a una planificación inadecuada, interrupciones en el suministro y dificultades para satisfacer las necesidades energéticas en su crecimiento.

De acuerdo con Millares, R. (2017) el sector energético debe mejorar el servicio, para lo cual se presenta la transformación digital, donde se involucra la disminución de costos, la generación de nuevos negocios y un medio más sostenible, lo cual es parte de la optimización de recursos, conservación del medio ambiente y políticas que el país viene trabajando por la transición energética.

De acuerdo con Diagnóstico base para la Transición Energética Justa (2023) la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios) presenta un análisis de la calidad del servicio de energía eléctrica en el país, el cual analiza la calidad del servicio eléctrico en grupos basados en zonas geográficas, las cuales contienen características similares correspondiente a los centros poblados y el riesgo de falla en los sistemas eléctricos lo cual se puede presentarse por factores físicos externos, en este informe presenta las interrupciones en el suministro energético, el cual contempla operaciones de mantenimiento programada y no programado para el año 2021 por cada una de la empresas comercializadoras del servicio teniendo una participación de Enel Colombia (7,95 %), AFINIA (15,3%), ESSA (7,78 %), AIR-e (9,4 %) y EPM (17,4%) siendo esta ultima la que presenta mayores inconvenientes en la prestación del servicio energético en el país. Lo anterior de acuerdo con el diagnóstico para el 2021 los indicadores de servicio de energía se encuentran por debajo de la media proyectada por

la comisión de la CGRG 010 de 2018, lo que indica que para el año 2023 se tendrá el mismo comportamiento en la prestación del servicio.

De igual forma es importante trabajar en la calidad del servicio como base para la adecuación de nuevas tecnologías y mejoramiento de la calidad del servicio dado que se presenta diversas irregularidades en cada uno de los sectores del sistema energético, de acuerdo con el Diagnóstico base para la Transición Energética Justa (2023) emitido por el Ministerio de Minas y Energía se presenta las barreras desde la solicitud de conexión ante los distribuidores u operadores en las cuales resaltan:

- Los sistemas de información son complejos y no posee la información requerida.
- Los operadores no dan abasto con las solicitudes realizadas por los usuarios.
- Presuntamente los operadores dan prioridad a sus proyectos que a los usuarios.
- Algunos operadores condicionan las solicitudes para que le sean comprado los mismos equipos.
- De igual forma se solicita requisitos adicionales fuera de la ley para la aprobación de la conexión.
- Se encuentra falencia por parte de los operadores a la hora de interpretar los certificados pertenecientes al RETIE.
- Los operadores presentan inconvenientes al momento de realizar la valoración de los excedentes que se generan en las conexiones.
- Los operadores generan sobrecostos en los costos relacionados al traslado de usuarios.

- Parte de la infraestructura física y eléctrica no es adecuada para la prestación del servicio.

1.2 La pregunta de investigación

¿Cuál es el estado de la implementación de la herramienta del Big Data en el sistema energético colombiano para la gestión de proyectos y toma de decisiones?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar desde la gerencia de proyectos la consolidación y análisis de datos provenientes del sector energético a través del Big Data en Colombia para el desarrollo de proyectos y toma de decisiones.

1.3.2 Objetivos específicos

- Examinar información relevante del sector energético en la implementación de nuevas tecnologías de acuerdo con el crecimiento de la demanda energética.
- Explicar la necesidad de la adopción de la herramienta del Big Data en el sector energético y sus características.
- Inducir los factores principales que afecten las decisiones desde la gerencia de proyectos en el sector energético debido a la implementación del Big Data.

1.4 Justificación de la investigación

La transformación en la gestión del sector energético es de gran importancia debido a las políticas de estado, sostenibilidad y demanda energética, al igual que los compromisos que se genera a nivel nacional e internacional. Las empresas del sector energético según Mohanty et al. (2024) deben estar a la vanguardia de los avances tecnológicos e innovación del mercado energético, lo cual mejora la eficiencia, sostenibilidad y capacidad de gestión dentro del sector, actualmente este enfrenta múltiples desafíos de acuerdo con la generación de energía a partir de los recursos renovables, de acuerdo con Echeverria (2022) esta depende del cambios climático lo cual puede generar un déficit en la generación eléctrica dado el cambio climático, por lo cual es de gran importancia que las empresas del sector energético adopten las tecnologías emergentes como parte de su crecimiento.

El estado colombiano viene realizando acuerdos nacionales e internacionales con respecto a la transición energética, el cual está en dirección de la explotación de recursos renovables y de modelos más amigables con el medio ambiente, como son la implementación de sistema energéticos solares y eólicos. Estos sistemas requieren la integración de tecnología, herramientas e infraestructura adecuada de acuerdo con la zona donde se instale, de igual forma se debe tener en cuenta la interconexión con el sistema eléctrico para su adecuado funcionamiento y prestación del servicio. La incorporación de estos sistemas trae consigo la generación de una gran cantidad de información la cual debe ser recopilada, procesada y analizada, como lo menciona Wang et al. (2023) dentro de dichos sistemas existe una gran cantidad de datos heterogéneos, los cuales deben vincularse dentro de los procesos de adaptación, instalación e interconexión de las nuevas fuentes energéticas lo que facilita gestión de proyectos y de la propuesta establecida por el gobierno nacional.

La adopción e implementación de la herramienta del Big Data en el sector energético colombiano contribuye al mejoramiento y gestión gerencial en la implementación de nuevos proyectos, procesos internos dentro de las empresas y aun mas en la construcción de la matriz energética del país, sin contar los beneficios en sector social, de investigación y desarrollo tecnológico. La adopción de las tecnologías emergentes puede colocar al sistema energético del país como líder a nivel Latinoamérica dado los componentes y características en que se desarrollan los procesos de generación y explotación de recursos renovables dentro del país, de igual forma la implementación efectiva de la herramienta del Big Data ofrece una oportunidad única para abordar los problemas y transformar el sector energético, la cual debe tener un acompañamiento y apoyo del estado con políticas claras para dichas implementación y adopción de las tecnologías emergentes lo que contribuirá el desarrollo económico y ambiental del país.

La herramienta del Big Data ofrece al sector minero energético del país el poder consolidar y analizar la información de todas las empresas asociadas y vinculadas a la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización del sistema energético dando soluciones a la gestión de proyectos y como lo menciona Elkhatib et al. (2023) aprovechando los beneficios que estas tecnologías emergentes pueden traer en la transformación energética que se está generando a nivel mundial.

La integración de las tecnologías emergentes trae consigo grandes retos y barreras que se deben analizar desde diversos puntos de vista, para esta investigación es importante analizar como se encuentra la calidad y veracidad de los datos que se puedan integrar a la herramienta del Big Data, dado que esta información va a ser procesada y analizada para la toma de decisiones empresariales dentro de la gestión de proyectos. Para Hong y Pinson (2019) es de gran

importancia la integración de la industria y de la academia los cuales pueden ayudar a resolver estos problemas y variables que se puedan generar en la adopción de estas tecnologías. La integración de profesionales expertos en temas como gerencia de proyectos, sistemas eléctricos, herramientas tecnológicas, programación, sistemas de georeferenciación, entre otras pueden contribuir al desarrollo e implementación de estas tecnologías emergentes dentro del sector energético.

Los desarrollos tecnológicos deben estar soportados por investigaciones e implementación en cada modelo energético con el fin de asegurar el éxito de su aplicación, para lo cual se necesita el apoyo no solo del estado sino de los Stakeholder, lo cual puede traer beneficios y un crecimiento económico para cada uno de las personas que hacen parte del sistema energético, desde la parte gerencial de proyectos se debe incluir un rubro presupuestal o inclusión de colaboradores específicos para el desarrollo de investigación e implementación de tecnologías emergentes lo cual contribuirá a enfrentar los desafíos actuales y futuras del sector. De igual forma la implementación de la herramienta del Big Data puede transformar la manera en que se gestiona los recursos, la eficiencia operativa y como se promueve la sostenibilidad desde el sector energético.

2. MARCO DE REFERENCIA

El análisis documental de la presente investigación se puede aplicar en diferentes tipos de consultas y áreas de conocimiento lo que genera conceptos y la contextualización del tema referencia. Las tecnologías emergentes en los sistemas energéticos para la gestión de proyectos y toma de decisiones se encuentran en desarrollo dado que los cambios tecnológicos, la eficiencia energética y sostenibilidad ha tenido gran impacto sobre la última década, dado que estos temas no siempre se encuentran asociados se realiza una consulta de los marcos de antecedentes, teórico y normativo que integran este tipo de información los cuales se describen a continuación.

2.1 Marco de Antecedentes

Para el desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo bajo la metodología de análisis de contenido, basada en la búsqueda, consulta y análisis de información literaria en los repositorios de las bases de datos Web establecidas dentro de los buscadores académicos durante los últimos cinco (5) años, utilizando operadores booleanos como “AND” y “OR” con el fin de conectar palabras de búsqueda en las cuales se integraron los conceptos de “gerencia de proyectos”, “gestión de proyectos”, “sector energético” y “Big Data” para lo cual se realizó combinación de los conceptos dentro de la búsqueda en bases de datos Scopus, ScienceDirect, Dialnet y SciELO.

El sector energético como lo menciona Abril (2020) necesita una transformación digital dado problemáticas mencionadas y de los retos que se presentaran en el futuro, si bien algunos sectores han venido incorporando algunas tecnologías, estas deben consolidarse en toda la matriz energética del país, la digitalización genera una gran oportunidad en las empresas del sector

energético a nivel competitivo la cual debe aprovecharse con la integración de nuevas herramientas tecnológicas.

El informe del Ministerio de Minas y Energía (2021) indica que el sistema eléctrico depende en gran medida de la energía hidroeléctrica, que representa más del 60% de la generación eléctrica, sin embargo, el sector enfrenta desafíos como la variabilidad de los recursos hídricos y la necesidad de diversificar su matriz energética a partir de la explotación de fuentes renovables como la solar y la eólica, las cuales deben vincularse a la matriz energética del país (Urbano et al., 2023).

De acuerdo con Unidad de Planeación Minero-Energética (2023) la eficiencia en la gestión y operación de la infraestructura energética es crítica, la cual presenta dificultades en mantener la estabilidad del suministro y satisfacer la creciente demanda de energía, que ha sido impulsada por el crecimiento económico y la transición energética, de igual forma como lo menciona Balza et al. (2024) el aumento de los precios de los combustibles fósiles, la incorporación de energías renovables y el cambio climático, ha creado una volatilidad en los mercados energéticos lo que afecta la eficiencia económica, para lo cual debe generarse regulaciones en los componentes del mercado energético.

De acuerdo con Mohanty et al. (2024) los avances tecnológicos generan en el sistema eléctrico un gran volumen de datos que influyen dentro de las redes eléctricas y su operación por lo cual surge la herramienta del Big Data, la adopción de esta en el sector energético ha ganado relevancia como una herramienta clave para la optimización de operaciones, la gestión de recursos y la sostenibilidad, permitiendo la recopilación, almacenamiento y análisis de grandes volúmenes de datos generados por sensores y sistemas de

monitoreo en tiempo real, dichos datos son fundamentales para la predicción de demanda, el mantenimiento predictivo y la gestión eficiente de la red eléctrica.

En Colombia, la integración de Big Data en el sector energético está en sus primeras etapas, con algunos avances en la implementación de tecnologías emergentes para mejorar la gestión de la infraestructura energética y la eficiencia operativa, pero aún existen desafíos relacionados con la infraestructura de datos, la capacidad analítica y la integración de sistemas, de acuerdo con Chen et al. (2023) la implantación de la herramienta mejora la calidad en construcción de infraestructura.

Existen antecedentes internacionales que ilustran el impacto positivo del Big Data en el sector energético, en Estados Unidos la empresa General Electric que ha utilizado Big Data para optimizar el rendimiento de sus turbinas eólicas, mejorando la eficiencia energética y reduciendo costos operativos, en Europa, empresas como Siemens y Enel han implementado soluciones de Big Data para gestionar redes inteligentes y mejorar la integración de energías renovables, de igual forma como lo indica Pérez (2022) el uso de herramientas tecnológicas en el futuro permitirá el desarrollo de habilitaciones automáticas generando la capacidad de autocorrección del sistema, lo que indica los impactos positivos en dichas implementaciones.

Según Elkhatib et al. (2023) el análisis de la información a través de la herramienta del Big Data las empresas del sector energético de Colombia podrán generar valor agregado a la prestación del servicio a la aprovechar la cantidad de datos que se generan de la implantación de las tecnologías emergentes, en los cuales se generan nuevos proyectos, la gestión de estos, la implementación de tecnología y la sostenibilidad dentro del ejercicio energético, para (Gallego et

al., 2023) se requiere como complemento el componente regulatorio que facilite el ingreso de nuevos inversionistas como sustentación de dichas implementaciones.

2.2 Marco Teórico

El crecimiento industrial y económico del país como el poblacional hace que cada día aumente la demanda energética, al igual que se crean y se implemente nuevos equipos tecnológicos para el sistema eléctrico, de acuerdo con Mohanty et al. (2024) los avances tecnológicos en el sistema energético está generando un gran volumen de datos que influyen dentro de las redes eléctricas y su operación por lo cual surge la herramienta del Big Data, la cual contribuye al control, prevención y mejorando la gestión del sistema energético, para lo cual debe generarse el control y supervisión del espectro energético desde el proceso de generación hasta su consumo.

En la gestión de la demanda y oferta analiza los datos de consumo lo que permite ajustar la oferta de energía en función de la demanda real lo que puede permitir la mejora en la eficiencia y reduciendo costos, de igual forma la integración de energías renovables a través de la información analizada por la herramienta del Big Data puede facilitar la implementación de dichas fuentes energéticas a partir de datos meteorológicos, geográficos, de producción, transmisión y consumo de igual forma validando la viabilidad de cada proyecto y al mismo poder optimizar recursos en la ejecución de dichos proyectos energéticos.

El sector energético presenta un gran reto en la construcción de sistemas de generación eléctrica suficientes para abastecer la demanda energética del país, de acuerdo con la Unidad de Planeación Minero Energética (2024) es de 6837 GWh-mes, los cuales se generan en por recurso

renovables y no renovables, de acuerdo con la Asociación Colombiana de Generadores de Energías Eléctrica (2024) la matriz de generación eléctrica colombiana es una de la más limpias del mundo con un 68% de instalaciones es fuentes renovables, conformada por 65.3% de generación hidráulica, 3.7% generación solar, 0.9% Cogenerador, 0.1% en generación Eólica y un 30% en térmica para el 2022 se contaba con 19 plantas de generación termoeléctricas (carbonerías) las cuales y de acuerdo con la “Hoja de Ruta – Electricidad 100 % Renovable en Colombia a 2030” dejarán de generar de funcionar, de igual forma el país cuenta con termoeléctricas de Gas las cuales son confiables, las diferentes agrupaciones de servicios públicos como Andesco (2024) en su informe advierte la posibilidad de una crisis sistémica en el sector energético y de Gas dada las políticas establecidas por el gobierno.

El país debe mejorar la matriz energética realizando grandes inversiones en la adopción de tecnología y en la explotación de medios renovables para la generación de energía eléctrica, como lo indica Echeverría (2022) el país soporta la generación de energía en las hidroeléctricas, lo cual puede generar déficit en la generación dado los cambios climáticos que se presentan en el mundo, es importante que a través de las políticas públicas se fortalezca la implementación de energías renovables en el camino de la transición energética, dado que la implementación de alternativas como la generación solar y eólica son bastante bajas ante la demanda del país.

El aumento de la demanda energética a nivel global se encuentra en crecimiento, de acuerdo con Shi et al. (2023) se debe considerar la gestión en proyectos para la construcción de infraestructura con el fin de tener respuestas inmediatas a las diferentes solicitudes de servicio, en Colombia dada su topografía es importante implementar sistemas geográficos con el fin de

mapear los diferentes sitios de posibles demandas energéticas y de la interconexión con la red de distribución y de generación eléctrica.

De acuerdo con Diagnóstico base para la Transición Energética Justa (2023) la generación eléctrica se desarrolla bajo el marco de la libre competencia, para lo cual en el 2021 se contaba con 79 agentes generadores registrados.

Para la generación de energía y de acuerdo con los planteamientos de sostenibilidad y transición energética según Yaqueline et al. (2023) esto trae una serie de implementaciones tecnológicas dentro de los sistemas de comunicación e información, lo que permitirá a los diferentes involucrados incrementar la eficiencia dentro de los sistemas energéticos, de igual forma deberá establecerse la normatividad reglamentaria para las diferentes fuentes energética. En los últimos años se tiene una afluencia en sistemas fotovoltaicos lo cual indica que este será una de las principales fuentes de generación a nivel individual (usuarios) y de operadores en la generación, lo que presentará grandes retos en la interconexión a la red.

En el sistema de transmisión energética nacional con potencia mayor a 220 kV de acuerdo con lo indicado por XM administradores del mercado eléctrico (2024) se realiza por nueve (9) empresas, la principal Interconexión Eléctrica S.A. (ISA) con una propiedad del 60% de la infraestructura y su filial Transelca con 11%, las Empresas Públicas de Medellín (EPM) con un 6,5%, Empresa de Energía de Bogotá con un 5,6% el restante 16,9% se dividen en otras empresas del sector las cuales tienen a cargo la infraestructura eléctrica y de conectividad del país, lo anterior se concibe como un monopolio dado el grado de participantes y de las tarifas que estas empresas dan en el mercado.

La construcción de infraestructura eléctrica cuenta con grandes retos dado que la información que se tiene para realizar el proyecto se toma directamente del sitio, lo cual dificulta el control de obras para la construcción y transmisión de energía dentro del país según Chen et al. (2023) los estudios basados en Big Data mejoran los controles de calidad en la construcción de infraestructura eléctrica donde se combinan datos digitales y modelos BIM que contribuye al mejoramiento de los procesos dentro de los sistemas energéticos.

La comercialización y distribución del servicio eléctrico presentan limitaciones en la gestión de la calidad del servicio de acuerdo con el reporte de los administradores del mercado eléctrico (2024) se presentaron interrupciones en el suministro de energía para el año 2021 con una participación de Enel Colombia (7,95 %), AFINIA (15,3%), ESSA (7,78 %), AIR-e (9,4 %) y EPM (17,4%), lo cual nos da un panorama de la calidad del servicio sin tener en cuenta los daños en los electrodomésticos de cada usuario por factores de sobrecargas y propias de la red, lo cual se indica por An et al. (2024) donde la evaluación del riesgo de falla se puede predecir al contar con los datos de los equipos y del medio ambiente, lo que permite contar con datos históricos e identificar los modos de falla típicos dentro de los diferentes equipos eléctricos, creando así un modelo de predicción logarítmica y con la implementación de inteligencia artificial (IA) un aprendizaje automático para predecir dichas fallas en el sistema.

De igual forma se puede indicar que el riesgo en las operaciones de la red eléctrica es alto debido a la falta de actualización del estado de los elementos eléctricos dentro de la red, los problemas que se presentan en los equipos eléctricos y el mismo actuar dentro de estos, para lo cual dichas fallas e inconvenientes solo se pueden evidenciar en el sitio una vez las cuadrillas se encuentren ante la emergencia o daño en el sistema, de allí se genera el reporte, de acuerdo con

Li y Zhang (2024), la implementación de inteligencia artificial (IA) puede mejorar la calidad del servicio dado que puede realizar y generar escenarios de cargas eléctricas dentro del sistema eléctrico para realizar proyecciones de fallas en los diferentes sistemas, de igual forma aprovechar la herramienta del Big Data para extraer y analizar datos para respaldar la toma de decisiones comerciales.

En los sistemas energéticos los equipos de maniobra y elementos eléctricos de conexión son los que más presentan inconvenientes o fallas en la prestación de servicio de acuerdo con Protasova y Surnina (2023) las empresas energéticas deben tener en cuenta dentro de la gestión de proyectos la depreciación de los activos, dado que los mantenimiento de estos equipos aumenta la operación y disminuye la calidad del servicio, de igual forma debe tenerse en cuenta el tipo de equipos instalados y su capacidad dentro las diferentes solicitudes realizadas para la prestación del servicio.

Para el mejoramiento del servicio debe analizarse desde diferentes puntos de vista, dado que esto no solo depende de las empresas prestadoras del servicio, si no de regulaciones del estado, la misma topografía donde se prestara el servicio y de la red que lo alimentara, el uso final que le dará el solicitante y las condiciones medio ambientales que rodean a la red y punto de conexión eléctrica para lo cual según Pérez (2022) se puede implementar tecnologías emergentes como los modelos digitales que pueden ayudar a dar una visión en la prestación del servicio mejorando la calidad de este.

El establecimiento de la normatividad urbanística bajo parámetros de crecimiento poblacional adecuados y legales es uno de los grandes retos para los operadores de servicios públicos, dado que de acuerdo con la constitución política de Colombia en su artículo 365 indica

que el estado debe asegurar la prestación del servicio a todos los habitantes del territorio nacional según Jacques et al.(2024) la mala planificación urbanística acentúa los problemas en la prestación de los servicios públicos dada las necesidades de la población, para lo cual propone la situación en ciudades inteligentes donde se puede potencializar las acciones y estrategias en el desarrollo urbanístico eficiente.

Los diseños de la red eléctrica presentan diferentes inconvenientes jurídicos en Colombia, esto se presenta porque las estas redes eléctricas pasan por predios privados que afecta a los propietarios, debido a la topografía por donde se traslada el servicio eléctrico y donde se requiere el servicio según Chen et al. (2023) los sistemas eléctricos nuevos deben basarse en las características y uso de la energía para lo cual debe realizarse un estudio de proyección del servicio a través de modelos que integren la cadena de suministro energético.

Como se establece el sector energético crece diariamente por lo cual es de suma importancia entender los aspectos generales y de interacción con el medioambiente lo cual dará una visualización completa del panorama energético desde su generación hasta la distribución en cada usuario, hoy en día no solo se habla de un elemento propio en este caso del servicio energético, si no de la interacción con los componentes del medio ambiente ya sean seres vivos o inertes, esto determina un ambiente adecuado en el desarrollo social y ambiental dentro de cada sociedad.

De acuerdo con, Wang et al. (2023) indica que el usos de Big Data es una de las tecnologías impulsadoras de la próxima revolución industrial, si bien en el sector energético se cuenta con muchos datos heterogéneos que son de suma importancia para la generación, transmisión y comercialización de energía, estos presenta grandes barreras para la integración e

intercambio de información dentro del sector energético y las compañías responsables, lo cual se presenta por el monopolio y políticas dentro de las compañías y de los estamentos reguladores. De igual forma se encuentra falta de apoyo y de conciencia en todo el sector energético sobre la herramienta del Big Data, dado que esta incluye parámetros desafiantes para su implementación e integración.

La herramienta del Big data en el sector energético puede optimizar la operación de redes eléctricas, el Big Data permite el análisis en tiempo real de datos provenientes de sensores y medidores inteligentes, lo que ayuda a gestionar la red eléctrica de manera más eficiente y a predecir y prevenir fallos y contingencias que se pueda producir en la red, de igual forma el mantenimiento predictivo teniendo la capacidad a través de otras tecnologías analíticas realizar un análisis de datos históricos que permitan identificar patrones en la red eléctrica de fallas potenciales lo que facilita un mantenimiento preventivo y reduciendo los tiempos de inactivos de la red.

Los beneficios y retos del Big Data en el sector energético pueden indicarse así:

- Mejora en la Eficiencia Operativa: Reducción de costos operativos y mejora en la gestión de la infraestructura.
- Optimización del Mantenimiento: Reducción de tiempos de inactividad y costos asociados a fallos inesperados.
- Incremento en la Sostenibilidad: Mejora en la gestión del impacto ambiental y apoyo a la transición hacia energías renovables.

De igual forma encontramos retos dentro de la implementación del Big Data como lo son infraestructura de datos para lo cual se requiere de inversiones en tecnología y sistemas de almacenamiento de datos, lo cual se complementa con la capacitación y habilidades que los colaboradores deben tener para el analizar y utilizar los datos efectivamente, por último, tenemos la privacidad y seguridad de los datos los cuales son los riesgos asociados a la ciberseguridad.

El Big Data se refiere a conjuntos de datos que son tan grandes y complejos que las herramientas tradicionales de procesamiento de datos no pueden manejarlos eficientemente, según Mayer-Schönberger y Cukier (2013), el Big Data se caracteriza por las "tres Vs": Volumen, Velocidad y Variedad, estos datos provienen de diversas fuentes, como sensores, redes sociales y transacciones comerciales, y requieren técnicas avanzadas de análisis para extraer información útil, para Mohammadpoor y Torabi (2020) Big data o análisis Big Data que incluyen seis características definidas como volumen, variedad, velocidad, veracidad, valor y complejidad, las cuales incluyen grandes desafíos en su implantación.

Esta herramienta nos permite según Park (2022) la recolección de grandes cantidades de datos no estructurados en el sistema energético, para lo cual es de gran importancia generar una estructura sistemática en la recolección y análisis de datos, dado a el cambio climático que se presenta en el mundo, esto contribuirá a tener datos y poder realizar evaluaciones de los impactos ambientales y económicos que se encuentra derivados del sistema energético, para lo cual y de acuerdo con Pérez (2022) los datos obtenidos pueden incluir inteligencia artificial (IA) para la generación de modelos digitales lo cual ayudara a la gestión y mejoramiento de la prestación de los servicios públicos.

Según Marinakis et al. (2020) el Big data se encuentra en ascenso en el sector energético en el cual encontramos el termino de “la gestión inteligente de la energía” lo que permite realizar una gestión en las proyecciones de consumo y las diferentes interacciones que se pueden realizar con los consumidores energéticos, en este sentido la explotación de del internet de las cosas (IoT) en las comunicaciones de las redes y de los consumidores tendrán un volumen de datos que dará un impacto significativo en los datos que se pueden generar, por lo cual la herramienta de Big Data tendrá un papel significativo en la gestión, procesamiento y análisis de información, para lo cual se propone una arquitectura de alto nivel en esta herramienta, que puede respaldar el servicio energético y su mejora. Es importante mencionar que dicha implantación según, Deepa et al. (2022) debe traer consigo privacidad y seguridad de los datos dentro del Big Data por lo cual en los últimos años es de gran interés en los dominios científicos y de ingeniería dado los grandes desafíos que se involucran dentro de la calidad del servicio de Big Data.

La implementación de nuevas tecnologías trae consigo retos tanto técnicos como de su misma implementación de acuerdo a los diferentes factores de un proyecto, de acuerdo con Sun y Gu (2021) el Big Data puede manejar cantidades masivas de datos, teniendo aun deficiencias en la precisión y temporalidad de la información, para lo cual la integración de tecnologías emergentes como de visualización de modelos BIM con los datos generados entre el sistema energético dará una alternativa para mejorar los sistemas de información y poder realizar una mejor gestión en el ámbito eléctrico y su entorno.

La herramienta del Big data debe partir de un punto dentro de la información, es decir que los datos son importantes dentro de los análisis de datos, por lo cual ElZahed y Marzouk (2022) propone un marco de integración de información con capacidad de búsqueda que aumente

la eficiencia en los datos existentes lo cual no afectara la operación dentro de la transición tecnológica, lo cual integraría la implementación de técnicas de minería de datos y la herramienta del Big Data estructurando cada uno de los datos respaldando los proyectos en curso.

La integración y generación de datos en el modelo Big Data parte de la integración de nuevas tecnologías que generan grandes volúmenes de información de acuerdo con Bhagwan y Evans (2022) son las tecnologías de la cuarta revolución industrial (4RI) las que generan datos para la mejora en la eficiencia en el sistema energético, si bien se tiene el concepto y la importancia de la implementación de la cuarta revolución y su crecimiento tecnológico dicha implementación o adopción de estas tecnologías es muy baja. La adopción e integración de estas tecnologías de acuerdo con Al-Ali et al. (2024) se tiene el concepto de ciudades inteligentes donde se potencia el internet de las cosas (IoT) y las mismas plataformas en la nube, lo cual conlleva a la implementación de redes inteligentes y sistemas de medición inteligentes, que a su vez generan grandes volúmenes de datos los cuales deben recopilarse, almacenarse, procesarse, analizarse, extraerse y visualizarse y es donde la herramienta del Big Data es de gran importancia.

Por parte de Anejionu et al. (2019) se plantea la integración de un sistema de datos urbanos espaciales los cuales contribuyen y respaldan un análisis espacial de cada uno de los aspectos sociales y económicos de una ciudad, esto permitirá el análisis e interacción de modelos económicos de diferentes proyectos con el entorno donde se rodea, lo que permitirá un análisis de la tecnología, negociación e implementación de nuevos proyectos, al igual que Taherdoost (2024) nos indica la inclusión de redes inteligentes lo cual puede mejorar la gestión dentro de los

sistemas energéticos con la herramienta del Big Data y las aplicaciones de Samar Grid contribuyendo a la eficiencia energética, la seguridad y la sostenibilidad con la implementación de metodologías rigurosas.

En las tecnologías emergentes es importante mencionar los gemelos digitales los cuales son representaciones gráficas del terreno y forma digital lo que contribuye a la interacción de cada usuario en la red con el entorno donde crea nuevos proyectos, para las diferentes industrias prestadoras de servicios públicos es de gran importancia al validar y actualizar el inventario de los elementos que se encuentran distribuidos en el país, de igual forma puede detectar falencia de los equipos y la interacción con el medio ambiente según Dwivedi et al. (2024) la introducción de esta tecnología ha surgido una era de creatividad, eficiencia y optimización en los sectores industriales donde ha generado una mejor eficiencia en cada uno de los aspectos de gestión de las compañías.

Desde la gerencia de proyectos dentro del sector energético debe evaluarse la cada día el mejoramiento de la sostenibilidad y reducción de la huella de carbono, por lo cual la implementación e innovación tecnológica ya no es opcional si no una prioridad en la gestión de proyectos, de acuerdo con Canelón et al. (2022) es claro que dado el avance tecnológico debe formalizarse disciplinas para el diseño de plataformas tecnológicas que involucran la innovación en el desarrollo tecnológico, lo cual debe estar dirigido a los objetivos de cada proyecto y que debe verse en un panorama general donde se pueda crear valor agregado a dicha implementación.

Como lo indica Popkova y Sergi (2024) se debe pasar de la toma de decisiones intuitivas a partir de algunos datos obtenidos, a la recolección de todos los datos a través del Big Data y la

implementación de tecnología que permita la relación de información que con lleve a la toma de decisiones acertadas a partir de todo el panorama que se produce dentro de un proyecto y que se visualiza a partir de toda la información que se trabaja a partir del Big Data., como se menciona es de suma importancia en la gestión de proyectos contar con todas la variables que se pueden producir en cada área a través de información consolidada.

La toma de decisiones dentro de un proyecto debe partir de datos completos y veraces para lo cual la industria debe contar con la integración de tecnologías de la información que permitan validar la calidad de los datos que se recolecta para lo cual y de acuerdo con Hong y Pinson (2019) se debe generar mejores procesos y análisis en el mundo del Big Data, para lo cual se debe involucrar en el mejoramiento continuo por parte de la industria y la academia, lo que permitirá avances esenciales en la integración de la herramienta de Big Data en el sector energético y de servicios públicos. De igual forma es gran importancia según Kinelski (2020) se debe dar la revisión de la literatura en el ámbito de mediciones y rendimientos que se cuentan actualmente para poder evaluar la eficacia en la gestión, independiente de los factores políticos y regulatorios de cada país, lo que puede generar nuevas oportunidades la cuarta revolución industrial.

Según Li (2023) en su investigación la integración de datos de los diferentes actores logra una diversificación de los datos para su análisis y gestión dentro de cada proyecto, donde se puede tener proyecciones de consumo de acuerdo con los avances tecnológicos en cada sector, la inclusión de herramientas como el Big Data y la inteligencia artificial (IA), dan grandes resultados de datos en los cuales se puede obtener informes automáticos e información relevante para la toma de decisiones, lo cual y de acuerdo con Elkhatib et al. (2023) el análisis a través de

la herramienta de Big Data las empresas y gerentes de proyectos podrán aprovechar los beneficios que esta tecnologías emergente da para la gestión de proyectos.

2.3 Marco normativo

En Colombia la ley establece regulación y normativas al sistema energético, el cual debe cumplirse por cada uno de los prestadores de servicios dentro de la matriz energética, de igual forma se dictaminan objetivos en cada gobierno para la mejora energética del país, el sistema está regulado por el ministerio de minas y energía, subdirecciones, superintendencias y la CREG, de igual forma las empresas del sistema se encuentra asociada a diferentes organizaciones de regulación, por lo cual se describen las normas principales dentro del margo energético y sus derivados.

- Ley 143 de 1994: Establece el marco regulador para el sector eléctrico en Colombia, definiendo el régimen para las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad. La ley también contempla aspectos relacionados con la eficiencia energética y la sostenibilidad (Congreso de la República de Colombia, 1994).
- Ley 142 de 1994: Establece el marco regulador de los servicios públicos, a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos de que trata el artículo 15 de la presente ley, y a las actividades complementarias definidas en el capítulo II del presente título y a los otros servicios previstos en normas especiales de esta.

- Ley 2099 de 2021: Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país, constituyendo normas que regulan el sector eléctrico.
- Ley 1715 de 2014: La ley promueve la integración de fuentes de energía renovable no convencionales en la matriz energética nacional. Establece incentivos y regulaciones para fomentar el desarrollo de energías limpias y sostenibles (Congreso de la República de Colombia, 2014).
- Ley 1341 de 2009: La cual establece las regulaciones para el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), dentro del régimen de competencias para asegurar la calidad de los servicios, promoción de la inversión en el sector y el desarrollo de estas tecnologías, el uso eficiente de las redes y del espectro radioeléctrico, así como las potestades del Estado en relación con la planeación, la gestión, la administración adecuada y eficiente de los recursos, regulación, control y vigilancia del mismo y facilitando el libre acceso y sin discriminación de los habitantes del territorio nacional a la Sociedad de la Información.
- Ley 1581 de 2012: La cual establece la protección de datos personales con el fin de desarrollar el derecho constitucional que tienen las personas en conocer, actualizar y rectificar los datos que se cuenten de ellas.
- Resolución CREG 030 de 2014: La resolución regula el uso de tecnologías de información y comunicación en el sector eléctrico, estableciendo directrices para la implementación de medidores inteligentes y sistemas de gestión de datos (Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2014).

- Resolución 174 de 2021: la cual regula las actividades de autonegación a pequeña escala y de generación distribuida en los sistemas energéticos del país, los cuales deben asegurar la prestación eficiente del servicio para cada uno de los usuarios.
- Directiva Europea 2009/72/EC: la cual establece el marco para el mercado interno de electricidad en la Unión Europea, promoviendo la integración de redes inteligentes y la eficiencia energética para la gestión de redes eléctricas (Unión Europea, 2009).
- Normas ISO 50001: Estas normas establecen un sistema de gestión de la energía que ayuda a las organizaciones a mejorar su eficiencia energética y reducir el impacto ambiental, y pueden ser complementadas con soluciones basadas en Big Data para una mejor gestión de la energía (ISO, 2018).
- Plan nacional de TIC 2008-2019: El cual plantea la transformación de tecnologías de la información y de las comunicaciones el cual cobija el ámbito social, político, económico y personal de cada uno de los ciudadanos.

3. METODOLOGÍA

A través del alcance y enfoque que se le dé a la investigación se puede tener una mejor aproximación al objeto de estudio, los cuales permiten abordar el tema con mayor perspectiva, de esta manera se presenta a continuación información relacionada al alcance, enfoque, población y muestra, lo que conllevará a la obtención de resultados de acuerdo con los objetivos planteados.

En cuanto a las fuentes para la recolección de datos y/o información se utilizó la observación secundaria externa, por medio de fuentes especializadas y fuentes bibliográficas. Con respecto a la clase de investigación esta es teórica, la forma de investigación según objetivos extrínsecos del presente estudio se constituye como aplicada o tecnológica o activa o dinámica.

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

El enfoque de la investigación se direcciona a atender los problemas encontrados con el fin de buscar y plantear una solución de mejora para el sector eléctrico, esta tiene un enfoque cualitativo el cual ha permitido revisar, analizar, levantar información y determinar cuál es la problemática actual que presenta el sector energético debido a la falta de integración de los datos para dar una solución en la gestión de proyectos energéticos.

Basándose en los resultados que se lograron se propone medidas de que contribuyan a mejorar la calidad y veracidad de los datos recolectados procesados y analizados para este sector, por lo cual se aplica el enfoque cualitativo con el fin de estudiar los procesos de análisis de información y datos que se llevan a cabo en la generación , transmisión, distribución y comercialización eléctrica, para lograr determinar cuáles serán las acciones más adecuadas en la gestión de proyectos, a partir de la información que se encuentran en las bases de datos con el fin

de tomar decisiones más con respecto a la gestión de riesgos, control y ejecución de proyectos ya sean en proyectos actuales y en proyección.

Esta investigación aporta a profundizar el conocimiento de las competencias del gerente de proyectos desde la línea de investigación, innovación, sostenibilidad y la gestión como valor agregado en la rama de sistemas energéticos aplicados a tecnologías emergentes dentro de los sistemas de generación, transmisión, comercialización y consumos energético dentro del país, para lo cual se realiza la consulta de información literaria especializada correspondiente a la integración de volúmenes de datos estructurado y no estructurados con el termino de Big Data, lo cual contribuye a la visualización del panorama nacional en la integración de datos.

El enfoque de la investigación se establece como cualitativo - exploratorio por observación del tema, para lo cual en el ámbito cualitativo se busca obtener información sobre la implementación y adopción de Big Data dentro del sector energético identificando los retos, desafíos y barreras de la concepción de datos provenientes de los diferentes sistemas de generación , transmisión, comercialización y consumos energéticos que puedan mejora la gestión del gerente del proyecto para la toma de decisiones en el mejoramiento y la eficiencia en la implementación del Big Data en el sector energético de Colombia, de igual forma establecer los posibles beneficios, integración de herramientas, técnicas, tecnologías emergentes que se pueden obtener en dicha implementación.

El alcance de la investigación es exploratorio, se busca realizar estudios de tipo fenomenológicos o narrativos constructivistas, que busquen describir las representaciones objetivas que emergen en un grupo de documentos sobre un determinado fenómeno.

Con los estudios exploratorios se pretende recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren Hernández-Sampieri et al. (2014).

Según los objetivos intrínsecos de la investigación el tipo de investigación es de tipo exploratorio o formulativo y analítico, este estudio explora cómo el Big Data es fundamental en la transformación digital para el sector energético, para lo cual los gerentes deberán tener un contexto general de la integración de datos y la adopción de nuevas tecnologías dentro del crecimiento empresarial con el fin de estar a la vanguardia dentro del mercado tecnológico y de la gestión gerencial dentro de la mejora continua de la eficiencia y sostenibilidad energética dentro del país.

Para el investigador el holotipo o nivel de alcance de la investigación o estudio en curso es analítico. El análisis como lo indica Hurtado (2000) “es un procesamiento reflexivo, lógico, cognitivo que implica abstraer pautas de relación internas de un evento, situación, fenómeno, etc. La investigación analítica tiene como objetivo analizar un evento y comprenderlo en términos de sus aspectos menos evidentes. Según Bunge (1981), intenta descubrir los elementos que componen toda la totalidad y las conexiones que explican su integración. La investigación analítica propicia el estudio y la comprensión más profunda del evento en estudio. Analizar significa desintegrar y/o descomponer una totalidad en sus partes para estudiar de forma intensiva cada uno de sus elementos y las relaciones de estos elementos entre sí y con la totalidad, a fin de comprender la naturaleza del evento.

Desde la comprensión holística, analizar implica detectar las características fundamentales que contribuyen a que el evento en estudio sea lo que es; implica además percibir

los componentes en la interacción que le permite formar la totalidad, al igual que analizar más que descomponer o desglosar, consiste en identificar y reorganizar las sinergias de un evento en base a patrones de relación implícitos o menos evidentes, a fin de llegar a una comprensión más profunda del evento.

Cuando se analiza un tema, se pueden agrupar sus cualidades con base en el seguimiento de una función específica, analizar algunas veces implica seguir una corriente de acción en esta investigación se hará el análisis de la situación de la gestión gerencial en el sistema eléctrico, donde se podrán identificar ciertos patrones de la ausencia de herramientas tecnológicas para la recolección, procesado y análisis de la información más evidente que genera el sistema energético colombiano (Desafíos de la Transición Energética en Colombia en Andicom 2024).

Lo anterior permite clasificar el estudio como una investigación predictiva por que consiste en estudiar la información y los datos históricos y actuales que a nivel nacional no se encuentra en la referencia académica de la implementación del Big Data en el sector energético a partir de revisiones periodísticas, block, e información dentro de las páginas de empresas energéticas se indica que se han realizado la implementación de dicha herramienta en el sector energético, si bien se tiene el contexto no se encuentra una implementación metodológica de la herramienta del Big Data para la recolección, procesamiento y análisis de datos que cuenten contenido veraz y confiable para toma de decisiones a nivel gerencial como investigación empírica relacionada con la previsión de acontecimientos o comportamientos futuros.

Además, la investigación se enfoca en la innovación, es decir, en aportar nuevos conocimientos y en aplicar esos aportes de forma diferente, más práctica y eficiente.

Según el sitio de realización de la investigación, será una investigación natural o en terreno o no experimental del tipo investigación monográfica – bibliográfica e investigación de observación naturalista, según el control del ejercido sobre las variables este estudio es una investigación no experimental o ex post facto. Este diseño al ser no experimental se centra en la observación de lo que sucede en condiciones naturales en las variables que estamos estudiando, a partir de esto el uso de este diseño el cual es pertinente puesto que se abarca una población en específico en este caso los documentos muestrales.

Según el control ejercido sobre las variables es investigación ex post facto no experimental ya que, se observa, mide, documenta y evalúa la información y datos pertinente, la investigación no experimental se realiza principalmente donde se desarrolla, desenvuelve o se representa el fenómeno en escenarios naturales. En cuanto al diseño de la investigación, se utilizó un diseño teórico bibliográfico y se usa puesto que el estudio se valió de fuentes bibliográficas o antecedentes como: documentos disponibles, información y datos referentes al tema de investigación.

Por lo tanto, la observación es cuali-cuantitativa o mixta de información o datos manifiestos en documentos disponibles, lo cual llevo al investigador a realizar una observación participante, observación natural y artificial, observación no oculta, observación estructurada o formal y por último una observación directa.

Dado el ámbito nacional la investigación tendrá un alcance exploratorio el cual se basará en la observación de la documentación consultada a través de las plataformas de bases de datos académicas teniendo como parámetros principales de la búsqueda de información en el contexto “Gestión de proyectos en el sector energético a través del Big Data”, esto implica la adopción de

palabras claves y criterios específicos con el fin de filtrar información, para lo cual se utiliza términos claves relacionados con Big Data, eficiencia energética, sostenibilidad energética, herramientas y técnicas de Big Data, desafíos y barreras del Big Data y aplicación del Big Data, en la implementación de la búsqueda se utiliza operadores booleanos como “AND” y “OR” con el fin de conectar palabras de búsqueda para simplificar los resultados, de igual forma se realiza una revisión sistemática dentro de los datos filtrados.

3.2 Población y muestra

Para la revisión documental de las fuentes de información basadas en las plataformas de bases de datos WEB mencionadas y filtradas de acuerdo con los parámetros de búsqueda teniendo en cuenta documentación establecida en artículos, actas de conferencias y la revisión de conferencias que contengan información relevante a tecnología emergente específicamente de Big Data relacionada al sector energético y su implementación.

La investigación se delimita en la búsqueda de información en las plataformas de bases de datos a los últimos cinco (5) años dado que la información debe dar una visión clara en la implementación de las tecnologías en el sector energético en Colombia y el impacto de estas en la toma de decisiones en la gerencia de proyectos, de igual forma se restringe al tipo de fuente para lo cual se realizará consultas en artículos científicos, informes y revisión de conferencias, la población de estudio para la investigación son los documentos consultados en la ubicación física de la muestra.

Para la revisión documental de las fuentes de información basadas en las plataformas de bases de datos Web mencionadas y filtradas de acuerdo con los parámetros de búsqueda teniendo

en cuenta documentación establecida en artículos, actas de conferencias y la revisión de conferencias que contengan información relevante a tecnología emergente específicamente de Big Data relacionada al sector energético y su implementación.

Las unidades de muestreo para la investigación fue la Institución Universitaria Minuto de Dios en los repositorios de la biblioteca y los elementos son los buscadores académicos siguientes son Scopus, ScienceDirect, Dialnet y SciELO, para lo cual se procedió a la identificación del Marco Muestral; que es la lista de citas consultadas. Ver listado Anexo A. Consultas bibliográficas.

3.2.1 Definición de la población

En la fase técnica de la investigación, para las unidades de información y/o de datos se tendrá en cuenta una población a través de un censo o conteo completo de documentos de los últimos cinco (5) años. (Anexo A. Consultas bibliográficas.) del cual se estableció una muestra homogénea o conteo representativo.

Para el proceso de muestreo se tuvo en cuenta la taxonomía de los términos de muestreo que se presenta a continuación se basa en la taxonomía de Leslie Kis según adaptación de Earl Babbie y citado por Taylor et al. (1993).

La definición de la población dentro de la investigación sobre el sector energético y su relación con el Big Data en Colombia, la cual se determina de acuerdo con las consultas realizadas en la plataforma de bases de datos WEB y los filtros establecidos, con el fin de que sean representativos y relevantes para el análisis de la información, dando respuesta a los objetivos establecidos dentro de la investigación en la concepción e integración de tecnologías

emergentes principalmente la implementación del Big Data en el sector energético, en las cuales podemos encontrar empresas generadoras de energía (hidroeléctricas, térmicas y solares), empresas de transmisión, comercialización de energía (distribución y venta de energía a los consumidores) y consumidores, de igual forma proveedores de servicios y tecnología relacionados con Big Data sistemas de monitoreo y soluciones analíticas para el sector energético, organismos reguladores y gubernamentales los cuales establecen las políticas del sector energético y profesionales expertos en energía y datos.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

Según Economía (2015) el censo es un sistema por el cual se tiene recuento de elementos que forman parte de una población a su vez se conoce el censo como una herramienta estadística que sirve para conocer la realidad de una población y en consecuencia, para planificar las estrategias para atenderla, de acuerdo con Unidas (2010) la característica básica del censo es generar estadísticamente sobre zonas pequeñas y pequeños grupos de población con errores de muestreo nulos o mínimos; por tanto, teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, este es el escenario propicio ya que nuestra población es finita y esta no asciende a más de 60 documentos, nuestro tipo de muestreo es no probabilístico con método de muestreo, por tanto, así permitiéndonos tener resultados cercanos a la realidad con relación a la investigación, por otro lado, debemos tener presente que la mayor ventaja es que este nos permite evaluar los datos recolectados con exactitud.

El procedimiento de muestreo cualitativo fue de la clase muestreo homogéneo de documentos, el tamaño de la muestra representativa es de 25 y 35 documentos determinándose finalmente 30 documentos, esta muestra se determina a partir de la identificación de documentos

que se relacionan con la implementación del Big Data en el sector energético en Colombia, la cual se basará en la revisión literaria de los artículos, acta de conferencia y revisión de conferencias que puedan aportar en la solución de los objetivos planteados.

Para la consulta de información en las diferentes plataformas de base de datos se determina los elementos primarios dentro del tema de investigación definida como las palabras claves para la consulta en los diferentes medios documentales mencionados, esta muestra se determina con base a criterios específicos relacionados con el tema de investigación los cuales son relevantes y representativos dentro del contexto de la investigación.

Para el procedimiento de muestreo cualitativo se utilizó el muestreo no probabilístico por medio del muestreo de juicios o criterio.

El muestreo se enfatiza en un tipo de muestra homogéneo de tipo intencional y no probabilístico, en el cual se fija una muestra de treinta (30) consultas enfatizadas a la integración del Big Data en el sector energético lo que permitirá estudiar a fondo el impacto de la transformación de la información dentro del sector, lo anterior facilita a la gerencia de proyectos la toma de decisiones y gestión de proyectos enfocados en la generación, distribución y consumo de energía dentro del país.

Las variables de segmentación de la muestra fueron temas relacionados con el Big Data, sistema energético y gerencia de proyectos, en cuanto a la ubicación física de la muestra se eligieron los siguientes buscadores Scopus, ScienceDirect, Dialnet y SciELO.

3.3 Instrumento(s)

Dentro de la investigación documental la herramienta que se utilizará para la recopilación de información dentro de las diferentes fuentes documentales y su posterior análisis se incluirá el registro de páginas electrónicas, matrices de información, implementación de softwares especializados en el análisis de datos, lo que permitirá la organización y clasificación de datos.

En la fase instrumental de la investigación se recurrió a la observación de documentos o materiales disponibles en la biblioteca de la institución como fueron archivos en bases de datos, datos de registro y documentos. Se procedió a un análisis de contenido del tema siguiente gerencia de proyectos, sistema energético y Big Data y sus indicadores e índices objetivos.

En el marco de la consulta literaria se realiza en plataformas de bases de datos en la Web donde se encuentra almacenada información extraída de investigaciones de todo el mundo, con el fin de ser consultada como fuente de datos dentro de diferentes investigaciones académicas, para esta investigación se consultan las principales plataformas académicas en las cuales encontramos Scopus, ScienceDirect y Dialnet que se encuentra dentro de la biblioteca del campus universitario UNIMINUTO, de igual forma se realiza una consulta externa en la plataforma Scielo.

En la revisión literaria se realizó una búsqueda por palabras claves en las cuales encontramos Big Data, compañías energéticas y gestión de proyectos, de igual forma se integró dentro de la búsqueda tecnologías emergentes centradas en el contexto del sector energético y la integración con el Big Data, dentro de las consultas realizadas se revisaron documentos como artículos científicos, informes, revisión de conferencias, entre otras que se encuentran dentro de las plataformas de bases de datos en la WEB enfocadas en el tema de la investigación

3.4 Descripción de procedimientos

Para la fase de recolección, procesamiento y análisis de información y/o datos, en la ejecución del proyecto de investigación, con respecto al trabajo de campo u operaciones de campo, en su secuencia de las actividades de campo se tuvo en cuenta los elementos del procesamiento por observación cuali cuantitativa; evaluación de fuentes, fichas en Excel y en Word; bibliográficas, textuales, de contenido, de registro y mixtas.

El procedimiento se establece por pasos para la consulta documental referente al tema de la implementación del Big Data en el sector energético y son:

- Validación de buscadores académicos: se revisará páginas WEB que contengan información veraz dentro del aspecto investigativo, académico y formativo, como son Scopus, ScienceDirect, Dialnet y SciELO.
- Selección del material: de acuerdo con la definición de los elementos se realizará la selección de material que esté relacionado con el tema en investigación.
- Revisión de la documentación: se clasificará el material de acuerdo con el objetivo planteado dentro de la investigación.
- Organización de la documentación: se realizará la selección de documentación relevante para la obtención de la muestra propuesta que se relaciona con el problema planteado dentro de la investigación, con el fin de obtener información textual y referencial dando soporte a la implementación del Big Data en el sector energético de Colombia.

- Análisis de datos: se analizará la información documental creando soporte textual de las condiciones actuales de los datos referente al sector energético y la gestión dentro de las organizaciones.
- Conclusiones: de acuerdo con el análisis y contextualización del tema se realizará el cierre de la investigación con la solución de las preguntas planteadas y propuestas que se consideren.

3.5 Análisis de información

El instrumento que se utilizará para la recolección de información es la observación documental, el cual es una herramienta o técnica de investigación mixta, muy eficiente; ya que permite la selección de fuentes, revisión del material útil a través de fichas en Excel y en Word; bibliográficas, textuales, de contenido, de registro y mixtas, la comparación y organización de los documentos para la obtención del contenido del estudio, el análisis, elaboración, interpretación e innovación donde su principal finalidad es identificar en los artículos resultados de investigación el aporte a las metodologías, procesos, la ciencia y al conocimiento por medio de la propuesta del investigador.

3.6 Consideraciones éticas

La investigación parte de la gestión de proyectos en el sector energético a través del Big Data el cual debe adherirse a principios éticos que garanticen la integridad y la confianza en el proceso de investigación, por ello es necesario realizar unos compromisos profesionales en los cuales se evidencie la transparencia en el manejo de la información como también el buen uso de

los recursos que se consulten, para ello me comprometo a darle estricto cumplimiento a la siguiente normativa:

Tabla 1

Compromisos profesionales

<i>Norma o Ley</i>	<i>Descripción</i>
Ley 1581 de 2012	<p>Se trata de la protección de los datos personales, reglamentada parcialmente por decreto Nacional 1377 de 2013; 17 de octubre de 2012.</p> <p>D. o 48587 articulo, los 4 Principios para el Tratamiento de datos personales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principio de legalidad en materia de tratamiento de datos. - Principio de finalidad. - Principio de acceso y circulación restringida. - Principio de seguridad. - Principio de confidencialidad.
Ley 23 de 1982	<p>Habla de los derechos de autor modificado por la ley 1403 de 2010.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las traducciones, adaptaciones, arreglos musicales y demás transformaciones realizadas sobre una obra del dominio privado, con autorización expresa del titular de la obra original. -Las obras colectivas, tales como las publicaciones periódicas, antologías, diccionarios y similares, cuando el método o sistema de selección o de organización de las distintas partes u obras que en ellas intervienen, constituye una creación original.

Acuerdo No 215 de 2014	<p>Conforme al reglamento estudiantil de la Corporación Universitaria Minuto de Dios 2014, donde habla de las faltas disciplinarias, tales como cometer fraude en cualquier documento, se relacionan las siguientes conductas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Usar citas o referencias falsas. - Presentar como propia la totalidad o parte de una obra, trabajo, documento o invención realizado por otra persona. - Copiar total o parcialmente en exámenes, pruebas, tareas y demás actividades académicas.
------------------------	---

Nota. La tabla indica los compromisos éticos de acuerdo con la normatividad vigente en el uso de datos y compromisos legales en este tipo de investigaciones.

De igual forma la integridad en la investigación implica reportar los resultados de manera honesta y precisa, evitando cualquier forma de manipulación o falsificación de datos, manteniendo la credibilidad y la fiabilidad del estudio, para lo cual se documentará claramente los métodos de recolección y análisis de datos.

El manejo de conflictos de intereses se identificará y gestionará cualquier conflicto de interés que pueda influir en los resultados o la interpretación del estudio, para lo cual se declarará el posible conflicto de interés en las publicaciones y presentaciones implementando medidas para mitigar el impacto de estos conflictos.

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

La investigación parte de la gestión de proyectos en el sector energético a través del Big Data el cual debe adherirse a principios éticos para garantizar la integridad y la confianza en el proceso de investigación, la cual está diseñada para maximizar los beneficios de la sociedad y de los interesados, al tiempo que se minimizan los riesgos y daños potenciales, lo cual garantiza que la investigación contribuya positivamente al conocimiento en el sector energético sin causar daño, para esto se evalúan los riesgos potenciales de los participantes y la comunidad tomando medidas para mitigarlos.

En la evaluación de contingencia de riesgos se monitoreará y reevaluará continuamente los riesgos durante el curso de la investigación, realizando evaluaciones periódicas de los riesgos y ajustando los procedimientos según sea necesario para garantizar la seguridad de la información.

Los investigadores son responsables de la implementación ética del estudio y de la rendición de cuentas ante los participantes, financiadores, y la comunidad científica, asegurando que el estudio se lleve a cabo de acuerdo con las normas éticas y las buenas prácticas de investigación, para lo cual se cuenta con un asesor para revisar y supervisar el estudio, donde se informará regularmente sobre el progreso y cualquier problema ético que surja.

La publicación y la entrega de resultados y hallazgos se comparten de manera accesible y transparente para contribuir al conocimiento en el campo, lo cual podrá optar por publicar los resultados en revistas académicas y presentar en conferencias, asegurando que los datos y las conclusiones sean accesibles para otros investigadores y el público interesado.

4. HIPÓTESIS

La hipótesis para la presente investigación se plantea como si una de las compañías o sector dentro del sistema energético implementa el uso de la herramienta del Big Data, esta obtendrá beneficios de acuerdo con las seis (6) características que la tecnología relaciona dentro de su implementación, las cuales intervienen en la gestión y toma de decisiones de proyectos energéticos, pero si una de estas no lo implementa no estará a la vanguardia e implementación de avances tecnológicos para el mejoramiento de la gestión y toma de decisiones en proyectos energéticos, de igual forma esta generaría una desinformación de datos dentro de la matriz energética del país impidiendo una gestión adecuada de los recursos e implementación de políticas del estado.

4.1 Las variables

En relación con el sistema de la presente investigación se determinaron las variables independientes y dependientes, intervinientes, moderadoras, aleatoria y extraña, definidas de una manera conceptual y operacional, las cuales fueron identificadas para facilitar el proceso de la investigación con el fin de ser manipuladas, controladas, observadas o medidas en el desarrollo del análisis documental.

4.1.1 Variable(s) independiente(s)

Para la presente investigación la variable independiente se contextualiza dentro del sector energético a partir de la gestión de proyecto y la toma de decisiones en la implementación de tecnologías emergentes como la presencia o ausencia de la herramienta del Big Data de acuerdo

con sus seis (6) determinantes que la integran, la cual es observable a través de la revisión bibliográfica.

4.1.2 Variable(s) dependiente(s)

Las variables dependientes identificadas dentro de la presente investigación del sistema energético que se trata de cambiar mediante la intervención de la variable independiente que fueron observadas corresponden a tres (3) factores definidos como la gestión de proyectos, toma de decisiones gerenciales y crecimiento y/o mejora del sistema energético.

4.1.3 Variable(s) interviniente(s)

Las variables intervinientes identificadas dentro de la presente investigación del sistema energético se determinan como el crecimiento de la demanda energética y los cambios tecnológicos dentro del sistema minero energético del país.

4.1.4 Variable(s) moderadora(s)

Las variables moderadoras es un tipo de variable independiente que es secundaria especial pero que afecta la relación entre la variable independiente y dependiente, para la presente investigación se denomina política y regulaciones del estado.

4.1.5 Variable(s) aleatoria(s)

La variable aleatoria identificada dentro de la presente investigación del sistema energético se determina como el cambio climático la cual no está determinada por el investigador, pero puede afectar la investigación.

4.1.6 Variable(s) extraña(s)

Las variables extrañas identificadas dentro de la presente investigación del sistema energético se determinan como los costos asociados a la implementación de la herramienta del Big Data y la integración de información provenientes de otras tecnologías.

4.2 Planteamiento de hipótesis

Con relación a la pregunta ¿Cuál es el estado de la implementación de la herramienta del Big Data en el sistema energético colombiano para la gestión de proyectos y toma de decisiones?, la hipótesis se plantea como si se implementa y se consolida la herramienta del Big Data en sus seis (6) características dentro del sistema energético colombiano, se logra la consolidación de los datos de la matriz energética del país para la gestión de proyectos y toma de decisiones.

De acuerdo con la hipótesis general esta nos permite determinar una hipótesis nula y una hipótesis alterna como se muestra a continuación.

Hipótesis nula (H_0): si un sector o empresa del sistema energético implementa la herramienta del Big Data para la ejecución de proyectos y toma de decisiones, y otro sector o empresa del sistema energético no lo adopta para la toma de decisiones y ejecución de proyectos no

habrá diferencias entre sí en cuanto a las seis (6) características que la herramienta del Big Data brinda en su implementación.

Hipótesis alterna (Ha): los sectores o empresas del sistema energético que implemente la herramienta del Big Data para la ejecución de proyectos y toma de decisiones obtendrán mejores resultados en la ejecución de proyectos y toma de decisiones de acuerdo con las seis (6) características que la tecnología emergente brinda, a diferencia de aquellos sectores que no lo implemente.

5 RESULTADOS

Para la determinación de los resultados se realiza a través de la metodología en el análisis de la revisión documental establecida para la gestión de proyectos y toma de decisiones en el sector energético a través del Big data, para lo cual se realiza un análisis del sistema energético y la aplicación o incorporación de tecnologías emergentes dentro de la matriz energética en los diferentes sectores, para lo cual se identificó las principales variables de tema a partir de la contextualización realizada por el investigador para llegar a los siguientes resultados.

5.1 Resultados y análisis del instrumento

La presente investigación demostró que el sistema energético colombiano necesita la integración de la herramienta del Big Data en la gestión de proyectos y en la toma de decisiones dado los avances tecnológicos, crecimiento de la demanda energética, políticas de sostenibilidad y transformación energética, de acuerdo con la ley 143 de 1994 el sistema eléctrico en el país se divide en generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización, lo cual hace necesario que se realice una integración de las tecnologías emergentes en cada sector como lo indica Mohanty et al. (2024) que contribuyan en el control, prevención y mejoramiento del sistema energético.

Uno de los temas principales y de los retos globales es la transición a energías más limpias, por lo cual la implementación en extracción de energías de sistemas solares y eólicos son de gran importancia como lo indica Diagnóstico base para la Transición Energética Justa (2023) los cuales deben integrarse la red energética por lo cual se plantea la implementación y

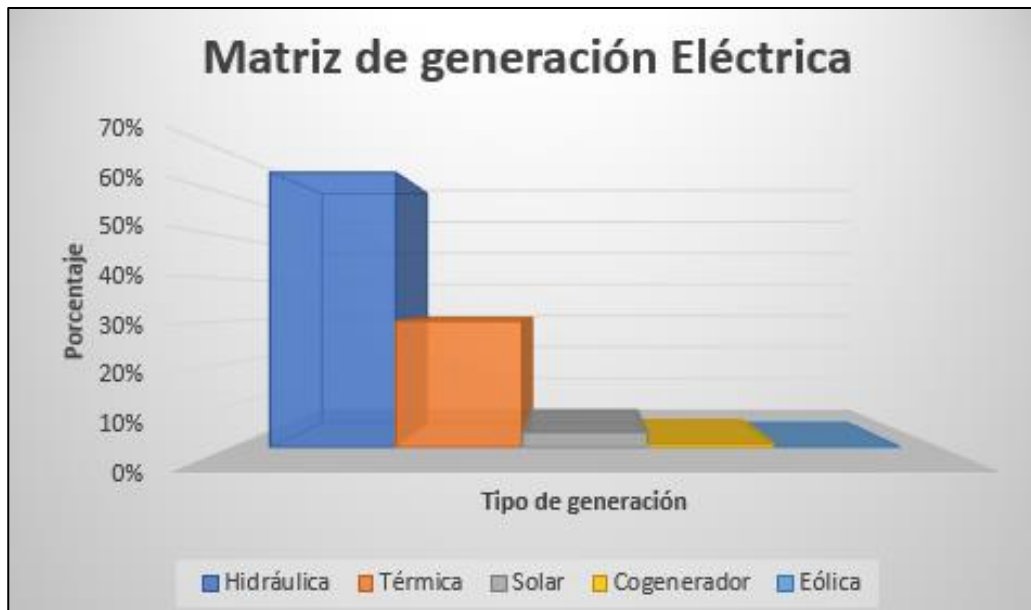
adecuación de esta, al igual que la generación de desarrollos tecnológicos de cada uno de los sistemas y sectores energéticos.

La matriz de generación energética del país de acuerdo con AGOLDEN (2024) es una de las más limpias del mundo, dado que parte de recursos renovables, de igual forma la matriz energética cuenta con un porcentaje de generación eléctrica dependiente de recursos no renovables como es la generación térmica a partir del Carbón y de Gas, como se puede observar en la Figura 1

Matriz de generación eléctrica en Colombia, como lo indica Echeverria (2022) el país se soporta en la generación de energía en las hidroeléctricas lo cual representa un riesgo debido al cambio climático.

Figura 1

Matriz de generación eléctrica en Colombia



Nota. La grafica representa la matriz eléctrica en porcentajes de acuerdo con el tipo de generación dentro del país, Asociación Colombiana de Generadores de Energías Eléctrica (2024).

De igual forma se identifica que las empresas generadoras de energía se concentran en siete (7) compañías, lo que indica el mercado está controlado por estas como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, si bien en el mercado se encuentran otras compañías estas generan un porcentaje menor al 2% de la demanda energética del país.

Figura 2

Agentes generadores de energía



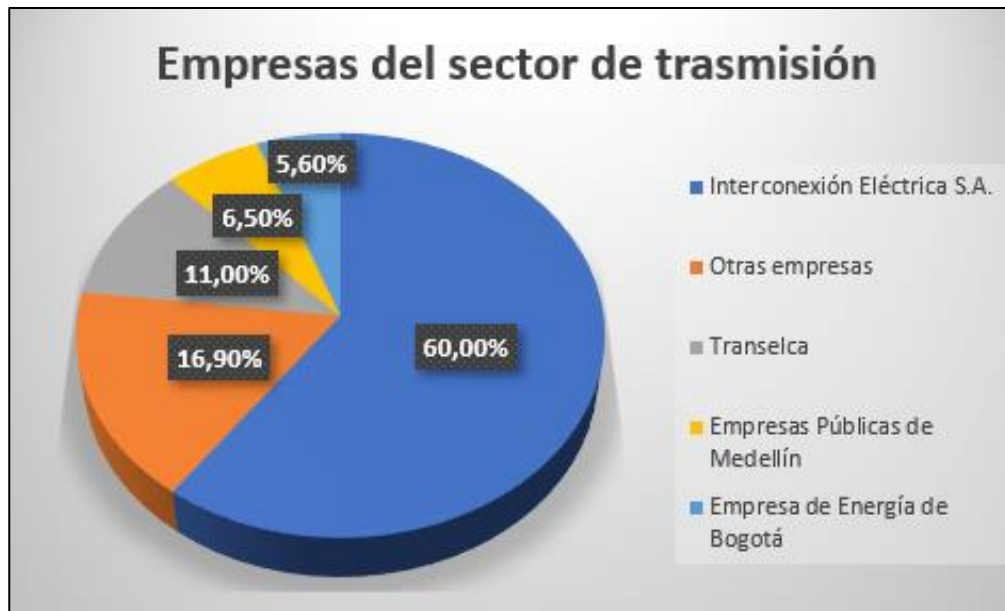
Nota. La grafica representa los generadores de energía eléctrica en el país en porcentajes de acuerdo con su aporte energético, Diagnóstico base para la Transición Energética Justa (2023).

Para el sistema de trasmisión energética dentro del país se indica un monopolio total dado que la estructuras y redes perteneces a nueve (9) compañías como se puede observar en la

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., las cuales se encuentran reguladas por la CREG quien ajusta los costos de acuerdo con los propios informes que estas realizan.

Figura 3

Empresas del sector de transmisión energética en Colombia



Nota. La grafica representa las empresas de transmisión eléctrica en el país en porcentajes de acuerdo con la propiedad de redes eléctricas con potencia mayor a 200kV, XM administradores del mercado eléctrico (2024).

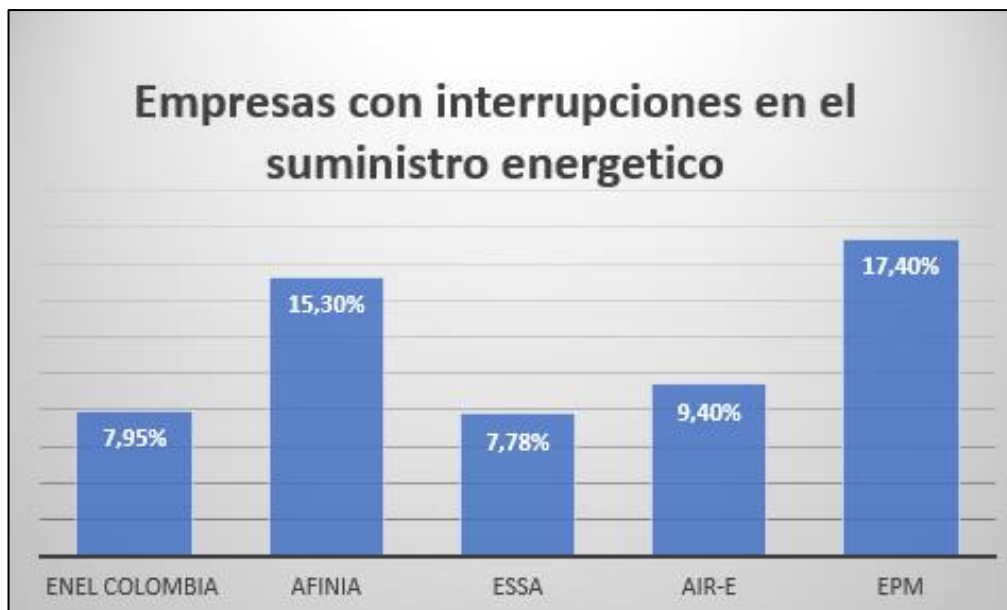
Si bien no se cuenta con un inventario y estado de la estructura eléctrica de igual forma se encuentra la red eléctrica y sus equipos lo que genera habitualmente reportes de cortes e interrupciones en la prestación del servicio de acuerdo con Li y Zhang (2024) esto se puede predecir obteniendo los datos de los equipos y de los factores que lo rodeas, realizando modelos logarítmicos complementado con inteligencia artificial. Una de las bases de información eléctrica es el estado de los elementos estructurales y eléctricos (red y equipos) que de acuerdo con la ley

142 debe reportarse a los organismos reguladores, si este tipo de información no se encuentra con los datos básicos, cualquier información en el sistema eléctrico es subjetivo, en el reporte constante de la página WEB de la defensoría del pueblo (2024) indica el estado de la red y su prestación del servicio, de acuerdo con Protasova y Surnina (2023) nos indica que las empresas energéticas deben tener en cuenta la depreciación de activos con el fin de disminuir los costos asociados al mantenimiento y a las interrupciones que se presentan cuando estos equipos fallan.

Esto se ve reflejado en la interrupción del servicio como lo indica el ministerio de minas y energía y se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, lo cual afecta al usuario final en las cuales encontramos pérdidas económicas y daños en los electrodomésticos de estos.

Figura 4

Empresas de servicio eléctrico con mayores interrupciones en el suministro energético



Nota. La grafica representa las empresas comercializadoras de energía eléctrica en el país que presentan mayor interrupción en la prestación del suministro energético expresado en porcentajes de acuerdo con el reporte dado por ministerio de minas y energía, XM administradores del mercado eléctrico (2024).

La planificación urbanística juega un papel importante según Jacques et al. (2024) en la prestación del servicio público para lo cual se propone la implementación de ciudades inteligentes, las cuales ayudan a la implementación y proyección de desarrollos energéticos integrados con los sistemas energéticos actuales y en desarrollo, estas ciudades inteligentes no solo proyectan los datos de servicio públicos si no que ven una interacción con el medio donde se encuentra lo cual ayuda a realizar y fomentar nuevos desarrollos urbanísticos integrados.

En el crecimiento de suministro la estructura en la cual se soporta las redes de transmisión y comercialización de energía, presenta para los propietarios de predios, usuarios y transeúntes inconvenientes debido a la ubicación de dichos elementos estructurales y de equipos eléctricos esto dado que la ley 142 de 1994 establece en su artículo 57 la facultad de imponer estructuras en sitios públicos y generar servidumbres en los predios, estos se da por las demandas del servicio en sitios que no cuentan con desarrollo urbanístico adecuado, por la topografía del país y la transmisión de los sitios donde se genera hasta donde se comercializa el servicio. Los servicios públicos básicos se establecen como esenciales en la constitución por lo cual el estado debe asegurar la prestación a cada uno de los habitantes del territorio esto genera una gran problemática en los lugares apartados y sitios que no cumplen con las condiciones mínimas para la prestación del servicio, según Jacques et al. (2024) la mala planificación urbanística acentúa los problemas en la prestación de los servicios públicos.

Como se menciona y de acuerdo con Chen et al. (2023) los sistemas eléctricos deben basarse en características y uso de la energía, si bien estos dos parámetros no se encuentran alineados la cadena de suministro energético se ve interrumpida por los mismos factores, teniendo déficit en la calidad del servicio y aun más cuando la demanda del sector energético aumenta cada día.

La evolución del ser humano a impulsado como lo indica Wang et al. (2023) a la revolución industrial, el cual no es ajeno al sistema eléctrico del país el cual cuenta con una gran cantidad de datos heterogéneos de forma estructura y no estructurada, lo que ha generado la necesidad de crear una herramienta como el Big Data para el manejo de estos datos, la cual puede optimizar datos operativos y de mantenimiento en las redes eléctricas, aun mas cuando hablamos de integración de nuevas tecnologías dentro del sistema energético principalmente los que se establecen a través de las comunicaciones los cuales dan en tiempo real situaciones que se presentan en cada sector de la matriz energética, la implementación de herramientas tecnológicas en el sector energético ya es una necesidad para la gestión de los proyectos que se encuentran inmersos en la transformación energética y del mismo crecimiento de la demanda.

La incorporación de tecnologías como lo indica Mohammadpoor y Torabi (2020) en la herramienta del Big Data incluye características como volumen, variedad, velocidad, veracidad, valor y complejidad, las cuales deben ser asociadas a los sistemas eléctricos de acuerdo a la diversidad de componentes dentro del mismos sistema, de igual forma se debe plantear de acuerdo con Park (2022) la generación de una estructura sistemática en la recolección y análisis de datos con características específicas de acuerdo con el objetivo planteado en cada área.

La implementación de esta herramienta según Marinakis et al. (2020) está en asenso el cual incluye el término “la gestión inteligente de la energía” el cual permite mejorar la gestión dentro de la matriz energética implementando y explotando otras tecnologías como son internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la ciencia de los datos, modelos BIM , medidores inteligentes, entre otras, lo cual generara grandes volúmenes de datos que deben ser procesado y analizados como parte de la gestión empresarial de cada proyecto, donde la herramienta del Big Data es primordial, pero a su vez esta debe ser estructurada para obtener y respaldar cada dato, como lo menciona Deepa et al. (2022) este debe contara con una arquitectura de privacidad y seguridad de la información que se genere tanto en la entrada como en la salida de datos lo cual es de gran importancia dentro de los dominios científicos y de ingeniería.

La incorporación de la herramienta del Big Data trae consigo beneficios y retos dentro del sector energético como lo indica Sun y Gu (2021) el Big Data puede manejar cantidades masivas de datos, pero presenta deficiencia en áreas como la temporalidad y precisión de los datos, por lo cual debe ser complementada con avances tecnológicos por lo cual ElZahed y Marzouk (2022) propone un marco de integración de información, aumentando la eficiencia en la integración de la información.

Como lo indica Bhagwan y Evans (2022) son las tecnologías de la cuarta revolución industrial (4RI) integradas son las que generaran los datos dentro del sistema energético, pero las cuales son poco adoptadas dentro del sistema, en los diagnósticos e informes de las diferentes entidades colombianas se tiene el concepto, sin tener un respaldo técnico y directivo para la implementación de las herramientas dentro del sistema energético.

La incorporación de las tecnologías emergentes de acuerdo con Taherdoost (2024) debe incluir la implementación de metodologías rigurosas, lo cual contribuirá a la eficiencia de las herramientas y de los datos obtenidos, dentro del sistema energético es importante que se pueda interactuar como lo menciona Anejionu (2019) con los aspectos sociales y económicos de cada región lo que permitirá generar nuevos modelos para la implementación de tecnologías de los sistemas energéticos que se vean relacionados con los proyectos que se establecen en las zonas.

En la implementación de dichos proyectos la gerencia es de gran importancia por lo cual la gestión en la adopción tecnológica involucra a profesionales, de acuerdo con Canelón et al. (2022) debe formalizar disciplinas que incorporen no solo el manejo de la tecnología si no la aplicación y ajuste a las necesidades de cada área, lo cual implicara que dichos colaboradores sean integrales en diferentes áreas o que se implemente metodologías de trabajo corporativo e integrado de diferentes áreas.

La transformación digital trae un cambio de estrategia por parte de las gerencias de proyectos como lo indica Popkova y Sergi (2024) se debe pasar de la toma de decisiones intuitivas a decisiones respalda por un grupo de datos integrados de diferentes áreas y que se involucran directamente con el medio ambiente teniendo en cuenta cada una de las variables que se generan dentro de este. Para Hong y Pinson (2019) se debe mejorar en los procesos y análisis de información del Big Data involucrando a la academia y a la industria permitiendo avances esenciales en la integración de nuevas tecnologías y de la herramienta del Big Data.

La gestión en cada uno de los proyectos energéticos debe incluir como lo indica Kinelski (2020) la revisión literaria para poder evaluar eficacia en la integración de nuevas herramientas tecnológica independiente de los factores políticos y regulatorios de cada país, esta integración

según Li (2023) logra la diversificación de datos llevando a la amplificación de información que puede ser aprovechada por la gerencia de proyectos.

Cada uno de los aspectos que integran los resultados se basa en la revisión documental a través de plataforma de bases de datos WEB durante los últimos cinco (5) años para lo cual se relaciona en los Anexo A. Consultas bibliográficas., donde se relaciona cada uno de los autores, documento y años de la revisión bibliográfica que hicieron parte de la investigación.

6.1 Propuesta al sector

De acuerdo con el crecimiento de la matriz energética se propone la integración de la herramienta del Big Data asociada con nuevos elementos tecnológicos para la captura y análisis de datos, para lo cual debe generarse metodologías de trabajo enfocados principalmente en la veracidad y validez de los datos, la cual debe tener un aspecto histórico de los datos que se han recolectado y analizado durante las últimas décadas, dichos datos deben depurarse indicando la transformación y estado de los mismos en el ambiente que se conciben, es de suma importancia involucrar los principales inconvenientes que se presentaron en la implementación, desarrollo y desmantelamiento si lo hubo de cada uno de los elementos eléctricos, de igual forma evidenciar los buenos resultados obtenidos en habientes temporales y como lo indica Mohanty et al. (2024) que contribuyan en el control, prevención y mejoramiento del sistema energético.

En paralelo se debe conformar un inventario actualizado del estado real de los elementos eléctricos y su estructura, principalmente georreferenciados y con modelos digitales de la zona para lo cual se debe incluir tecnologías emergentes del mercado que cumplan el objetivo de identificación, localización e interacción con el medio y que permitan su visualización y

comportamiento con los agentes externos e internos del sistema eléctrico, esto debe incluir procesos de validación cruzada y que los datos capturados cumplan un mínimo de control de calidad, es importante que las implementaciones tengan procesos de identificación de variables, implementación de tecnologías, pruebas pilotos, confirmación de proceso de integración de información, análisis de los resultados y comprobación de estos en situ, dentro diferentes zonas y escenarios que comprometan la capacidad de la tecnología y las herramientas de análisis como el Big Data.

La implementación de este tipo de proyectos debe ejecutarse en tiempos acordes al objetivo específicos y por fases los cuales no pueden ser ni muy extenso ni muy cortos lo cual se sugiere basarse en la academia, en casos de éxitos, o empresas que estén en proceso de ejecución e integración de herramientas tecnológicas, al igual como lo indicada Li y Zhang (2024) la implementación de tecnologías puede predecir datos de los equipos que se proyecten de acuerdo a los objetivos del proyectos, para lo cual es importante como lo menciona Canelón et al. (2022) la incorporación de profesional en diferentes áreas que comprendan y conozcan desde los diferentes aspectos de georreferenciación, análisis de datos, programación, sistemas eléctricos, gestión de activos, coordinación y dirección de proyectos, los cuales deben estar integrados a los avances cambios e históricos del ejercicio energético en Colombia y avances tecnológicos en implementaciones de herramientas como el Big Data en otros países.

6.2 Discusión

Esta investigación documental encuentra puntos que deben ser tenido por cuenta de los diferentes profesionales del sector energético o que tengan como referencia el presente documento, en las diferentes consultas no se encuentra una evidencia literaria y conceptual del

aspecto metodológico en la incorporación y adopción de la herramienta del Big Data en la matriz del sistema energético, si bien se encuentra textos en blogs, reportes, comentarios y páginas Web de la importancia de la integración de dicha herramienta, como lo indica con Bhagwan y Evans (2022) la adopción e implantación en el sector es muy baja. Si bien el Big Data es una herramienta adaptable a diferentes proyectos como lo indica Park (2022) que cuente con grandes cantidades de datos ya sean estructurado o no, es importante generar una metodología de integración de las diferentes áreas y que cuenten con procesos similares o que compartan datos dentro de una matriz de análisis compuesto.

De acuerdo con Marinakis et al. (2020) el Big Data como herramienta agrupa, procesa y analiza datos, en este caso sabemos qué tipo de datos y cómo fue su capturado, pasos claves dentro de un proceso analítico de información o a nivel estadístico, dado que se puede tener datos dispersos que se tengan en cuenta o no y a su vez pueda que sean relevantes dentro del proceso analítico, por lo cual la calidad o veracidad de la información debe ser congruente y el medio que lo rodea, con lo anterior es congruente con lo indicado por Marinakis et al. (2020) en la propuesta de una arquitectura de alto nivel.

La implementación de nuevas herramientas como el Big Data debe encontrarse soportada por profesionales que impulsen los avances como lo indica Dwivedi et al. (2024) creatividad, eficiencia y optimización en los sectores industriales, para la implementación de dichos avances, los cuales deben estar alineados con los objetivos de las compañías y el compromiso de esta. En Colombia la parte de investigación de acuerdo con MinCiencias (2024) presenta desafíos en la revolución científica por lo cual es de suma importancia como lo indica Hong y Pinson (2019) la integración de la industria y de la academia.

5. CONCLUSIONES

En la identificación literaria respecto a la implementación de la herramienta del Big Data en el sistema eléctrico colombiano es de una aplicación baja, si bien en el sistema se cuenta con la recolección y análisis de datos estos no se cuentan representados en metodologías consolidadas sino en resultados estadísticos de las diferentes sectores y organismos estatales. El termino de Big Data es concebido para la recolección y entrega de informes de los diferentes organismos dentro del sistema eléctrico, sin que se tenga en cuenta las características principales de dicho término como son volumen, variedad, velocidad, veracidad, valor y complejidad, los cuales están asociados a el desarrollo tecnológico e implementación de fuentes energéticas renovables y políticas de estado como son la transición energética, sostenibilidad y eficiencia energética, lo cual indica que la implementación de las tecnologías emergentes presentan retraso importante de acuerdo con los avances tecnológicos y el crecimiento de la demanda energética en el país, lo cual como se indica por autores la toma decisiones y gestión de proyectos dentro de sistema se genera sin tener un panorama general a partir de la integración y análisis de cada uno de los factores y variables que se presentan dentro de la matriz energética desde la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización.

No se puede concluir que la toma de decisiones desde la gestión de proyectos no es adecuada, pero si necesita integrarse en modelos de datos con la integración de tecnologías emergentes, dadas por los avances tecnológicos, cambios de la demanda energética, cambios climáticos y desarrollos sostenibles, los cuales mejorarían la gestión de proyectos en el sistema energético del país, de igual forma se debe tener en cuenta las políticas y normatividad

establecida para el sector, sin que esto implique la investigación y exploración en la integración de mejoras tecnológicas en pro de la prestación del servicio.

Desde la gerencia de proyectos la consolidación de información de los diferentes sectores que componen la matriz energética es compleja, si no se cuenta con políticas públicas y reglamentación clara sobre el estado y proyección del sistema eléctrico integral, si bien se cuenta con organismos reguladores del sistema que reportan las deficiencias del sistema estos no pueden tener un control de cada uno de los sistemas energéticos que integran el sistema, por lo cual es la gestión de proyectos dentro de las compañías energéticas son quienes deben impulsar la integración de las tecnologías emergentes como parte del desarrollo científico y tecnológico de las compañías y del país.

La implementación de la herramienta del Big Data desde la gerencia de proyectos en el sector energético contribuiría a la mejora del sistema, siendo este más eficiente y acorde con el crecimiento de la demanda y la transición energética, tomando a si decisiones integrales dentro del desarrollo de proyectos a nivel eléctrico y su comportamiento con el medio que lo rodea, al igual que la generación e integración social para la implementación de proyectos sostenibles de la población a partir de los sistemas energéticos que los rodea y que pueden ser parte del desarrollo económico.

La implementación de nuevas tecnologías en el sistema eléctrico del país es dispersa y varía de acuerdo con la empresa y el sector energético, por lo cual se ve inversiones en grades ciudades, pero no en el sector rural del país, al igual que la tecnología varía de acuerdo con la ciudad siendo diferente la tecnología y alcance de esta, esto dificulta la integración de datos y de alcance en la implementación tecnológica. Lo anterior desde la parte gerencial genera problemas

a nivel en la industria eléctrica, pero a su vez desde la parte de la empresa genera una visión propia en la implementación de herramientas únicas en el mercado, lo cual genera una incertidumbre en dicha implementación dado que no se tiene un parámetro nacional que dicha tecnología cumplirá con las expectativas que se tracen dentro del sector energético.

La evolución del ser humano al igual que la implementación de políticas de sostenibilidad y el mismo mercado eléctrico hace que genera la necesidad de la implementación de tecnologías emergentes, para este caso es de suma importancia dentro del sector energético implementar la herramienta del Big Data dado a la generación de datos energéticos desde su generación hasta su consumo, teniendo una trazabilidad de cada uno de los componentes del sistema, con el fin de generar nuevas oportunidades de mejora en el sistema como en el medio que lo rodea, para la aplicación de nuevos proyectos es necesario conocer los diferentes factores y variables que puedan in en pro de dicha implementación como los riesgos con el fin de tomar medidas preventivas ante cada uno de los posibles escenarios.

Desde la gerencia de proyectos del sistema energético enfrenta grandes retos en las decisiones que se toman dado que el principal problema que se enfrenta es calidad y veracidad de los datos que se recolectan actualmente del sistema eléctrico, de igual forma enfrenta una de las variables de la globalización la cual es la integración de información con escenarios reales y la interacción de cada uno de los elementos eléctricos con cada uno de los factores que se encuentra en el sitio.

La incorporación de grandes cantidades de datos a través de la herramienta del Big Data en el sistema energético conlleva a una visión más global por parte de la gerencia y gestión de

proyectos, lo cual debe integrar personal adecuado para cada una de las variables a considerar dentro de la misma dirección de cada proyecto energético.

La implementación de la herramienta del Big data debe ser integrada con otras tecnologías que la complementen y que pueda ser mas eficiente en el desarrollo y análisis de datos, al igual que la interacción con los medios de recolección de información en tiempo real, como de la creación de diseños virtuales de la realidad, entre otras tecnologías y metodologías, por lo cual es de gran importancia el estudio en la integración de las herramientas dentro de cada sector industrial.

Es de gran importancia que la academia, las instituciones de investigación y la industria energética realice convenios en el desarrollo y aplicación de estas tecnologías emergentes con objetivos claros en la adopción de mecanismos para el mejoramiento constante en la interacción del crecimiento tecnológicos, cambios en la demanda y de la sostenibilidad.

6. Referencias

- Abril, Á. B. (2020). Análisis de la Digitalización en Tecnologías Energéticas Emergentes.
- Al-Ali, A. R., Gupta, R., Zualkernan, I., & Das, S. K. (2024). *Role of IoT technologies in big data management systems: A review and Smart Grid case study*. *Pervasive and Mobile Computing*, 101905.
- Anejionu, O. C., Thakuriah, P. V., McHugh, A., Sun, Y., McArthur, D., Mason, P., & Walpole, R. (2019). *Spatial urban data system: A cloud-enabled big data infrastructure for social and economic urban analytics*. *Future generation computer systems*, 98, 456-473.
- An, S., Li, W., Zhang, X., Liu, J., Cheng, F., & Zhang, Q. (2024, March). *Risk Assessment of Power Grid Infrastructure Operation under the Background of Big Data Era*. In *2024 International Conference on Distributed Computing and Optimization Techniques (ICDCOT)* (pp. 1-6). IEEE.
- Arteaga, F., & Ríos Insua, D. (2022). El analista de inteligencia en la era digital. *Media Real Instituto El Cano*. media.realinstitutoelcano.org.
- Asociación Colombiana de Generadores de Energías Eléctrica (2024) *Acolgen*. Asociación Colombiana de Generadores de Energías Eléctrica. <https://acolgen.org.co/>.
- Balza, L. H., Mata, C., Matías, D., & Ríos, R. (2024). NAVEGANDO LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE
- Bernal Ramírez, D. N. (2022). Transformación del concepto de la ciudad inteligente: estado del arte. Ci en el ordenamiento jurídico colombiano: perspectiva holística e integral de la CI como construcción social, que impacta los desafíos multinivel de la ciudad del siglo XXI y el ordenamiento jurídico de los Estados que la materializan
- Bhagwan, N., & Evans, M. (2022). *A comparative analysis of the application of Fourth Industrial Revolution technologies in the energy sector: A case study of South Africa, Germany, and China*. *Journal of Energy in Southern Africa*, 33(2), 1-14.
- Bunge, M. (1981). *Materialismo y ciencia* (Vol. 164). Barcelona: Ariel.
- Búsqueda (s.f). *Defensoría*. Búsqueda <https://www.defensoria.gov.co/Web/guest/search?q=redes%2Belectricas%2Bestado%2B2024>.
- Canelón, R., Peña, C., & Salazar, A. (2022). *DINNP-U: a design process for digital innovation platforms in energy sector companies*. *Journal of technology management & innovation*, 17(3), 59-69.
- Chen, X., Tian, G., Huang, Y., Yang, Y., Li, J., Wu, Y., & Chi, Y. (2023). *New power system development path mechanism design*. *Global Energy Interconnection*, 6(2), 166-174.

- Chen, X., Yan, Y., Xie, Z., & Guo, W. (2023, May). *Research on Whole Process Quality Control Technology of Substation Construction Based on Big Data*. In *2023 IEEE 6th International Electrical and Energy Conference (CIEEC)* (pp. 138-143). IEEE.
- Deepa, N., Pham, Q. V., Nguyen, D. C., Bhattacharya, S., Prabadevi, B., Gadekallu, T. R., ... & Pathirana, P. N. (2022). *A survey on blockchain for big data: Approaches, opportunities, and future directions*. *Future Generation Computer Systems*, 131, 209-226.
- Definición de Censo (s.f). *Definición de Censo - Qué es y Concepto*. Definición de Censo <https://economia.org/censo.php>.
- Desafíos de la Transición Energética en Colombia en Andicom (2024) *Impacto TIC*. <https://impactotic.co/micrositios-tic/impacto-eco/energia/cultura-y-tecnologia-desafios-de-la-transicion-energetica-en-colombia/>.
- Dormido, L., Garrido, I., L'Hotellerie-Fallois, P., & Santillán Fraile, J. (2022). El cambio climático y la sostenibilidad del crecimiento: iniciativas internacionales y políticas europeas. *Documentos Ocasionales/Banco de España*, 2213.
- Dwivedi, S. K., Obaidat, M. S., Mittal, M., Ranjan, N., Tyagi, H., Amin, R., & Hsiao, K. F. (2024, July). *A Study on "Blockchain-Enabled Digital Twins: The Next Wave of Industrial Transformation with Future Research Challenges."* In *2024 International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS)* (pp. 1-6). IEEE.
- Echeverría, J. S., & García-Echeverría, J. (2022). *Medición avanzada inteligente, retos al consumo responsable del servicio público domiciliario de energía en Colombia*. *Revista chilena de derecho y tecnología*, 11(2), 47-62.
- Elkhatib, M., Zitar, R. A., Alnaqbi, K. A., Alnaqbi, W., Alharmoodi, S., & Baydoun, A. (2023). *Effect of Big Data and Analytics on Managing Projects*.
- ElZahed, M., & Marzouk, M. (2022). *Smart archiving energy and petroleum projects utilizing big data analytics*. *Automation in Construction*, 133, 104005.
- Gallego, J. D. B., Quintero, S. X. C., & García, D. L. (2023). Nuevos modelos de negocio en el mercado energético colombiano: Arbitraje de energía con sistemas de almacenamiento. In *Simposio Internacional sobre la Calidad de la Energía Eléctrica-SICEL* (Vol. 11).
- Gallego, S. A. *Prácticas de gestión humana asociadas al desarrollo de capacidades derivadas de la cuarta revolución industrial en empresas del sector comercial de Medellín del periodo 2013-2019* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Gifreu Font, J. (2019). LA INTEGRACIÓN DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN A LA VISTA DE LOS OBJETIVOS DE LA UE PARA LOS HORIZONTES 2020-2030. LAS REDES DISTRICT HEATING AND COOLING. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 10(1).

- González, E. G. (2016). *Big data, privacidad y protección de datos: Accésit 2015 al Premio de Protección de Datos Personales de Investigación de la Agencia Española de Protección de Datos*. Boletín Oficial del Estado.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. D. P. (2014). *Metodología de la Investigación-Sampieri* (6ta edición). pdf (McGrawHill).
- Hong, T., & Pinson, P. (2019). *Energy forecasting in the big data world*. *International Journal of Forecasting*, 35(4), 1387-1388.
- Hurtado, J. (2000). Metodología de la investigación holística.
- ISO 50001 (s.f). NQA. Available at: <https://www.nqa.com/es-es/certification/standards/iso-50001>.
- Jacques, E., Júnior, A. N., De Paris, S., Francescato, M., & Siluk, J. (2024). *Smart cities and innovative urban management: Perspectives of integrated technological solutions in urban environments*. Heliyon.
- Kinelski, G. (2020). *The main factors of successful project management in the aspect of energy enterprises' efficiency in the digital economy environment*. *Polityka Energetyczna—Energy Policy Journal*, 23(3), 5-20.
- Kinnear, T. C., Taylor, J. R., Rosas Lopetegui, G. E., & Tiznado Santana, M. A. (1993). *Investigación de mercados: un enfoque aplicado*.
- Ley 1341 de 2009. *Gestor Normativo (2023) Inicio - Funciones Públicas*. Available at: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36913>.
- Ley 142 de 1994. *Gestor Normativo (2023) Inicio - Funciones Públicas*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752>.
- Ley 143 de 1994. *Gestor normativo (2023) Inicio - Funciones Públicas*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4631>.
- Ley 1581 de 2012. *Gestor normativo (2023) Inicio - Funciones Públicas*. Available at: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>.
- Ley 1715 de 2014. *Gestor Normativo (2023) Inicio - Funciones Públicas*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Ley 2099 de 2021. *Gestor normativo (2023) Inicio - Funciones Públicas*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=166326>.
- Li, F., Zhang, H. C., & Zhang, C. (2023, October). *The construction of "multi-source sharing" power big data intelligent management system driven by the goal of improving quality and efficiency*. In 12th International Conference on Renewable Power Generation (RPG 2023) (Vol. 2023, pp. 657-661). IET.

- Li, X., & Zhang, S. (2024). *Management mode and path of digital transformation of power grid enterprises based on artificial intelligence algorithm*. *International Journal of Thermofluids*, 21, 100552.
- Ltda., A.J.C.E. (s.f). *Resolución 30 de 2018 CREG, Alejandría - Resolución 30 de 2018 CREG*. https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0030_2018.ht.
- Ltda., A.J.C.E. (s.f). *Resolución 174 de 2021 CREG, Alejandría - Resolución 174 de 2021 CREG*. https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0174_2021.ht.
- Marinakakis, V., Doukas, H., Tsepelas, J., Mouzakitis, S., Sicilia, Á., Madrazo, L., & Sgouridis, S. (2020). *From big data to smart energy services: An application for intelligent energy management*. *Future Generation Computer Systems*, 110, 572-586.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Medina Vásquez, J. E., & Ortegón, E. (2006). *Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe*. Cepal.
- Millares, R. (2017). *Gas 4.0: la transformación digital: retos y oportunidades de la industria gasista en la Cuarta Revolución Industrial*. *Gas actual*, (144), 22-30.
- Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (2024). *Año de la Revolución Científica en Colombia*. MinCiencias. Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/2024-ano-la-revolucion-cientifica-en-colombia-minciencias.
- Ministerio de minas y energía (s.f). *Diagnóstico base para la Transición Energética Justa*. Ministerio de minas y energía. https://www.minenergia.gov.co/documents/10439/2._Diagnostico_base_para_la_TEJ.
- Ministerio de Minas y Energía. (2021). *Informe de la matriz energética de Colombia*. *Gobierno de Colombia*.
- Mohammadpoor, M., & Torabi, F. (2020). *Big Data analytics in oil and gas industry: An emerging trend*. *Petroleum*, 6(4), 321-328.
- Mohanty, A., Ramasamy, A. K., Verayiah, R., Bastia, S., Dash, S. S., Soudagar, M. E. M., ... & Cuce, E. (2024). *Smart grid and application of big data: Opportunities and challenges*. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 71, 104011.
- Park, Y. E. (2022). *Research evidence for reshaping global energy strategy based on trend-based approach of big data analytics in the Corona era*. *Energy Strategy Reviews*, 41, 100835.
- Pérez Rodríguez, L. C. (2022). *Inteligencia artificial y Big data en ciudades inteligentes*.

- Popkova, E. G., & Sergi, B. S. (2024). *Energy infrastructure: Investment, sustainability, and AI*. *Resources Policy*, 91, 104807.
- Protasova, L., & Surnina, N. (2023, November). *Development of a project management model to reduce non-manufacturing costs in an energy company*. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2948, No. 1). AIP Publishing.
- Rodríguez, M. (2008). El plan nacional de TIC 2008–2019. *Revista Sistemas*, 104, 14-21.
- Shi, Y., Zhang, H., Zhang, W., Ding, L., & Ma, Y. (2023, May). *Application of artificial intelligence technology in early warning of power infrastructure construction*. In *International Conference on Computer, Artificial Intelligence, and Control Engineering (CAICE 2023)* (Vol. 12645, pp. 1022-1026). SPIE
- Situación de Energía Eléctrica y gas natural es crítica y las soluciones no Dan Espera* (no date) Andesco. Available at: <https://andesco.org.co/situacion-de-energia-electrica-y-gas-natural-es-critica-y-las-soluciones-no-dan-espera/> (Accessed: 25 October 2024).
- Sun, P., & Gu, L. (2021). *Energy big data acquisition and application based on service portfolio quality*. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 45, 101134.
- Taherdoost, H. (2024). *A systematic review of big data innovations in smart grids*. *Results in Engineering*, 102132.
- Unidad de Planeación Minero-Energética (s.f). *UPME*. La Unidad de Planeación Minero-Energética. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/UPME_Proyeccion_demanda_2023-2037_VF2.pdf.
- Urbano, D., Beltrán, G., & Roldan, A. (2023). *Energías renovables en Colombia: viabilidad, desarrollo y potencial de implementación para la diversificación de la matriz energética del país* (Bachelor's thesis, Escuela de Economía, Administración y Negocios).
- Valencia López, D. *Programas de Gestión de Demanda Energética en el Sector Industrial. Aplicación de la Analítica para su Diseño e Implementación* (Doctoral dissertation).
- Wang, J., Gao, F., Zhou, Y., Guo, Q., Tan, C. W., Song, J., & Wang, Y. (2023). *Data sharing in energy systems*. *Advances in Applied Energy*, 10, 100132.
- XM Administración del mercado de energía (s.f). *Sistema de Transmisión Regional (STR) Portal XM*. XM Administración del mercado de energía <https://www.xm.com.co/transmisi%C3%B3n/sistema-de-transmision-regional-str>.
- Yaqueline, G. R., Esperanza, R. C. R., & Leonardo, R. U. (2023, July). *The Contribution of ICTs and Digitalization to the Energy Transition: Realities and Opportunities for Project Management in Colombia*. In *2023 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM)* (pp. 1-8). IEEE.

Anexos

Anexo A. Consultas bibliográficas.

<i>ID</i>	<i>Autor</i>	<i>Título</i>	<i>Año</i>
1	X Chen, Y Yan, Z Xie, W Guo	Research on Whole Process Quality Control Technology of Substation Construction Based on Big Data	2023
2	X Li, S Zhang	Management mode and path of digital transformation of power grid enterprises based on artificial intelligence algorithm	2024
3	M Elkhatib, RA Zitar, KA Alnaqbi, W Alnaqbi, S Alharmoodi, A Baydoun	Effect of Big Data and Analytics on Managing Projects	2023
4	SK Dwivedi, MS Obaidat, M Mittal, N Ranjan, H Tyagi, R Amin, KF Hsiao	A Study on 'Blockchain-Enabled Digital Twins: The Next Wave of Industrial Transformation with Future Research Challenges'	2024
5	S An, W Li, X Zhang, J Liu, F Cheng, Q Zhang	Risk Assessment of Power Grid Infrastructure Operation under the Background of Big Data Era	2024
6	GR Yaqueline, RCR Esperanza, RU Leonardo	The Contribution of ICTs and Digitalization to the Energy Transition: Realities and Opportunities for Project Management in Colombia	2023
7	F Li, HC Zhang, C Zhang	The construction of "multi-source sharing" power big data intelligent management system driven by the goal of improving quality and efficiency	2023
8	Y Shi, H Zhang, W Zhang, L Ding, Y Ma	Application of Artificial Intelligence Technology in Early Warning of Power Infrastructure Construction	2023
9	LC Pérez Rodríguez	Inteligencia artificial y Big data en ciudades inteligentes	2022
10	Protasova L., Surnina N.	Development of a Project Management Model to Reduce Non-Manufacturing Costs in an Energy Company	2024
11	Kinelski, Grzegorz	The main factors of successful project management in the aspect of energy enterprises- efficiency in the digital economy environment	2024
12	N Deepa, QV Pham, DC Nguyen, S Bhattacharya, B Prabadevi, TR Gadekallu...	A survey on blockchain for big data: Approaches, opportunities, and future directions	2022
13	Tengxiang Su, Haijiang Li, Yi An,	A BIM and machine learning integration framework for automated property valuation	2021
14	H Taherdoost	A systematic review of big data innovations in smart grids	2024
15	E Jacques, AN Júnior, S De Paris, M Francescato, J Siluk	Smart cities and innovative urban management: Perspectives of integrated technological solutions in urban environments	2024
16	A.R. Al-Ali, Ragini Gupta, Imran Zualkernan, Sajal K. Das,	Role of IoT technologies in big data management systems: A review and Smart Grid case study	2024
17	X Chen, G Tian, Y Huang, Y Yang, J Li, Y Wu, Y Chi	New power system development path mechanism design	2023
18	Mehdi Mohammadpoor, Farshid Torabi	Big Data analytics in oil and gas industry: An emerging trend	2020

<i>ID</i>	<i>Autor</i>	<i>Título</i>	<i>Año</i>
19	M ElZahed, M Marzouk	Smart archiving of energy and petroleum projects utilizing big data analytics	2022
20	A Mohanty, AK Ramasamy, R Verayah, S Bastia, SS Dash, MEM Soudagar, TMY Khan	Smart grid and application of big data: Opportunities and challenges	2024
21	YE Park	Research evidence for reshaping global energy strategy based on trend-based approach of big data analytics in the corona era	2022
22	Pingping Sun, Lingang Gu,	Energy big data acquisition and application based on service portfolio quality	2021
23	Obinna C.D. Anejionu, Piyushimita (Vonu) Thakuriah, Andrew McHugh, Yeran Sun, David McArthur, Phil Mason, Rod Walpole	Spatial urban data system: A cloud-enabled big data infrastructure for social and economic urban analytics	2019
24	V Marinakis, H Doukas, J Tsapelas, S Mouzakitis, Á Sicilia, L Madrazo, S Sgouridis	From big data to smart energy services: An application for intelligent energy management	2020
25	T Hong, P Pinson	Energy forecasting in the big data world	2019
26	EG Popkova, BS Sergi	Energy infrastructure: Investment, sustainability, and AI	2024
27	Jianxiao Wang, Feng Gao, Yangze Zhou, Qinglai Guo, Chin-Woo Tan, Jie Song, Yi Wang,	Data sharing in energy systems	2023
28	JS Echeverría, J García-Echeverría	Advanced metering infrastructure, challenges to the responsible consumption of domestic utilities in Colombia	2022
29	N Bhagwan, M Evans	A comparative analysis of the application of Fourth Industrial Revolution technologies in the energy sector: A case study of South Africa, Germany, and China	2022
30	Canelón, Rodolfo, Peña, Camilo, & Salazar, Andrés	DINNP-U: A Design Process for Digital Innovation Platforms In Energy Sector Companies	2022