



**Diseño de una estrategia para la optimización del consumo de energía eléctrica  
de las áreas comunes del conjunto residencial altos del valle en el municipio de  
Floridablanca, Santander.**

**Juan Camilo Mora Tarazona**

**Julieth Paola Villalba Marengo**

**Corporación Universitaria Minuto De Dios  
Rectoría Oriente / Centro Regional Bucaramanga  
Especialización en Gerencia de Proyectos**

**Diciembre de 2024**

**Diseño de una estrategia para la optimización del consumo de energía eléctrica  
de las áreas comunes del conjunto residencial altos del valle en el municipio de  
Floridablanca, Santander.**

**Juan Camilo Mora Tarazona**

**Julieth Paola Villalba Marengo**

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

**Directores Trabajo de Grado**

**Juan Sebastián Dugarte Mendoza**

**Magister en administración de empresas**

**Corporación Universitaria Minuto De Dios**

**Rectoría Oriente / Centro Regional Bucaramanga**

**Especialización en Gerencia de Proyectos**

**Diciembre de 2024**

### **Dedicatoria**

Dedicamos este proyecto, en primer lugar, a Dios, por ser nuestra guía constante, por darnos la fortaleza en los momentos de dificultad y por bendecirnos con la oportunidad de alcanzar este logro juntos. A nuestros amados hijos, quienes son nuestra mayor inspiración. Su alegría, amor y comprensión nos han llenado de energía para superar cada desafío y nos recuerdan diariamente el propósito de esforzarnos por construir un mejor futuro.

A nuestras familias, quienes han sido nuestro apoyo incondicional. A los padres de mi esposa, por su amor, sus consejos sabios y por estar siempre presentes en este camino. A mi madre, por su fortaleza y dedicación, que siempre han sido una guía, y a la memoria de mi padre, quien sigue siendo una inspiración en cada paso de mi vida.

Finalmente, dedicamos este trabajo a todos aquellos que han formado parte de nuestras vidas y han contribuido, directa o indirectamente, a la realización de este sueño.

### **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestra más profunda gratitud al equipo docente de la especialización, por su dedicación, compromiso y por compartir con nosotros sus conocimientos y experiencias. Cada lección impartida no solo amplió nuestras habilidades profesionales, sino que también nos inspiró a superar cada desafío con determinación y disciplina. Su apoyo durante todo el proceso fue invaluable y dejó una huella significativa en nuestra formación.

De manera especial, agradecemos a nuestro director de proyecto, cuyo liderazgo y guía fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación. Su paciencia, valiosas recomendaciones y disposición para orientarnos en cada etapa del proyecto nos permitieron alcanzar los objetivos planteados y llevar este trabajo a un nivel destacado.

A nuestros amigos, por su compañía constante, palabras de aliento y apoyo emocional. Su motivación y confianza en nuestras capacidades fueron una fuente constante de energía durante los momentos más desafiantes de este camino. Gracias por estar siempre presentes y celebrar con nosotros cada paso hacia esta meta.

Este logro no habría sido posible sin el apoyo, las enseñanzas y la inspiración de cada uno de ustedes. A todos, nuestra más sincera gratitud.

**Tabla de contenido**

Resumen .....	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
1. Justificación .....	13
2. Descripción del Problema.....	15
2.1 Planteamiento del Problema .....	15
2.2 Formulación de Investigación .....	17
3. Objetivos.....	17
3.1 Objetivo General.....	17
3.2 Objetivos Específicos .....	17
4. Marco Referencial .....	17
4.1 Antecedentes.....	17
4.2 Marco Teórico .....	24
4.3 Marco Conceptual.....	38
4.4 Marco Legal.....	41
5. Metodología.....	44
5.1 Tipo de Investigación .....	44
5.2 El Enfoque de la Investigación.....	44
5.3 Técnicas de recolección de la información.....	45
6. Desarrollo de los objetivos .....	47
6.1 Desarrollo objetivo 1: Realizar un diagnóstico del consumo de los últimos seis meses de energía eléctrica de las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle. ....	47

6.2 Desarrollo objetivo 2: Determinar las causas que conllevan a los altos índices de consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle.....	63
6.3 Desarrollo objetivo 3: Proponer alternativas para la reducción del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle.....	81
7. Propuesta técnica para optimización del consumo energético .....	85
7.1 Optimización de la infraestructura energética .....	85
7.2 Implementación de energías renovables.....	85
7.3 Evaluación con estándares.....	89
7.4 Gestión del consumo energético.....	89
7.5 Fortalecimiento de las prácticas operativas .....	90
7.6 Sensibilización y participación comunitaria.....	91
7.7 Cumplimiento normativo.....	91
7.8 Evaluación de impacto y mejora continua.....	92
8. Conclusiones.....	92
9. Recomendaciones .....	95
Referencias bibliográficas .....	99

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1.</b> Base de datos consumo de energía del año 2020.....	49
<b>Tabla 2.</b> Base de datos consumo de energía del año 2021.....	49
<b>Tabla 3.</b> Base de datos consumo de energía del año 2022.....	50
<b>Tabla 4.</b> Base de datos consumo de energía del año 2023.....	50
<b>Tabla 5.</b> Base de datos consumo de energía a octubre del año 2024.....	51
<b>Tabla 6.</b> Base de datos del costo de la energía a octubre del año 2024.....	51
<b>Tabla 7.</b> Inventario Aparatos eléctricos áreas comunes.....	61
<b>Tabla 8.</b> Residentes entrevistados.....	66
<b>Tabla 9.</b> Disponibilidad de cubiertas en áreas comunes.....	87

**Lista de figuras**

<b>Figuras 1.</b> Contador Principal - Marca Elster, Tipo A1800 .....	71
<b>Figuras 2.</b> Pedrollo CP 700C .....	71
<b>Figuras 3.</b> Tablero de control Bombas Pedrollo CP 700C .....	72
<b>Figuras 4.</b> Bomba MAXPUMP LP150.....	73
<b>Figuras 5.</b> Reflectores tipo alumbrado público .....	74
<b>Figuras 6.</b> Panel LED de 100W.....	74
<b>Figuras 7.</b> Bombillo LED grande con sensor de movimiento .....	75
<b>Figuras 8.</b> Salón social conjunto residencial altos del valle .....	75
<b>Figuras 9.</b> Área de gimnasio del conjunto residencial altos del valle .....	76
<b>Figuras 10.</b> Cubierta salón social y gimnasio.....	86
<b>Figuras 11.</b> Área para posible cubierta en la piscina.....	86
<b>Figuras 12.</b> Área para posible cubierta en cancha múltiple.....	86
<b>Figuras 13.</b> Cubierta loby y portería.....	87

### **Resumen**

Este proyecto se llevó a cabo con el fin de elaborar el diseño de una estrategia para optimizar el consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle en Floridablanca, Santander. Se realizó un diagnóstico del consumo de los últimos seis meses, se determinaron las causas de los altos índices de consumo y se propusieron alternativas para reducirlo. La estrategia se basó en elementos teóricos y metodológicos relacionados con la eficiencia energética y el desarrollo sostenible. Los resultados esperados incluyeron la disminución del consumo de energía eléctrica y la reducción de costos. Los aspectos de discusión se centraron en la viabilidad y eficacia de las alternativas propuestas.

**Palabras clave:** Energía, desempeño energético, optimización energética, eficiencia energética, conjunto residencial, áreas comunes y sostenibilidad.

### **Abstract**

This project was carried out with the purpose of designing a strategy to optimize the consumption of electric energy in the common areas of the residential complex Altos del Valle in Floridablanca, Santander. A diagnosis of the consumption of the last six months was made, the causes of the high consumption rates were determined and alternatives to reduce it were proposed. The strategy was based on theoretical and methodological elements related to energy efficiency and sustainable development. The expected results included the reduction of electric energy consumption and cost reduction. The discussion aspects focused on the feasibility and effectiveness of the proposed alternatives.

**Key words:** Energy, energy performance, energy optimization, energy efficiency, residential complex, common areas and sustainability.

## **Introducción**

La optimización del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes de los conjuntos residenciales es un tema relevante en la actualidad, debido al aumento de la demanda energética y el impacto ambiental que conlleva. Sin embargo, muchos conjuntos residenciales presentan altos índices de consumo de energía eléctrica, lo que genera costos elevados y un mayor impacto ambiental.

El cambio climático constituye una amenaza global que demanda soluciones sostenibles y eficaces. En este sentido, la eficiencia energética emerge como una estrategia fundamental para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir el impacto ambiental. En este contexto, el presente estudio se centra en la optimización del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del Conjunto Residencial Altos del Valle, ubicado en Floridablanca, Santander, con el objetivo de contribuir a una gestión energética más eficiente.

El problema de investigación surge debido al alto consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial, lo que genera un incremento en los costos de funcionamiento y en la cuota de administración para los residentes.

Esta investigación se fundamenta en la imperiosa necesidad de desarrollar estrategias sostenibles y eficientes para mejorar el desempeño energético en los conjuntos residenciales, mediante la optimización del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes, contribuyendo así a la eficiencia energética y la sostenibilidad en estos complejos habitacionales, y por la falta de estudios previos que aborden específicamente este tema en la región. La justificación de este estudio radica en la necesidad de reducir el consumo de energía y mitigar el impacto ambiental en el sector residencial. La eficiencia energética es una estrategia clave para lograr este objetivo y contribuir a la sostenibilidad del planeta.

Los objetivos de este estudio fueron planteados con el fin de realizar un diagnóstico previo de la situación actual del conjunto residencial y el uso que tanto residentes y personal operativo le están dando a los sistemas y aparatos eléctricos instalados al interior del mismo, con el fin de determinar las causas de los consumos excesivos y plantear propuestas de posibles soluciones para reducir el consumo de energía eléctrica en las áreas comunes.

Los fundamentos teóricos de este estudio se basan en la literatura sobre eficiencia energética, cambio climático, la sostenibilidad y la gestión de la energía. La metodología utilizada es de tipo descriptivo y se basa en la recopilación de datos y la realización de un diagnóstico del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial, el análisis de los mismos y la propuesta de alternativas.

Este estudio tiene como objetivo proporcionar resultados que contribuyan significativamente a la reducción del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes de los conjuntos residenciales, estableciendo un marco de referencia para investigaciones futuras en el sector residencial. Las conclusiones obtenidas se centrarán en la formulación de una estrategia integral para optimizar el desempeño energético y mejorar la eficiencia energética en las áreas comunes de estos complejos habitacionales, promoviendo la sostenibilidad en el sector. Se espera que los resultados de esta investigación contribuyan a la reducción del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial y sirvan como referencia para futuras investigaciones.

## 1. Justificación

Actualmente vivimos en una época de creciente demanda energética y conciencia ambiental, la eficiencia energética es un factor clave para encontrar un equilibrio entre sostenibilidad y prosperidad económica.

El sector residencial es una carga variable muy importante, ya que el uso incontrolado de aparatos eléctricos y equipos tecnológicos conlleva un consumo excesivo de electricidad, principalmente equipos de alto consumo de corriente como bombas hidráulicas, luminarias de alto consumo, plantas eléctricas, equipos de cómputo, sensores, ascensores, entre otros.

Teniendo en cuenta la población del conjunto residencial altos del valle, es necesario evitar que el consumo de energía siga aumentando, y así contribuir en la optimización de nuestros recursos energéticos que conlleva a reducir los costos de funcionamiento de la unidad residencial. Al implementar una estrategia clara para la optimización del recurso energético, esta población no sólo puede aumentar rápidamente el ahorro de los recursos energéticos, sino que también contribuiría positivamente en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, cambio climático y los costos de la facturación en el servicio de energía eléctrica, lo cual conllevaría a una reducción significativa en los gastos de administración.

Si el análisis fuera solo para un conjunto residencial, el consumo podría no considerarse un factor significativo, pero el crecimiento del número de hogares en el país tiene una estrecha relación con el aumento del número de unidades residenciales, por lo que es necesario examinar el consumo de energía de cada uno de ellos.

Por tanto, el uso eficiente de la energía eléctrica en el sector residencial crea un valor representativo en las decisiones sobre la producción de electricidad en las centrales

eléctricas. Por esta razón, se hace necesario implementar una estrategia para optimizar el consumo de energía eléctrica residencial, que contemple un componente pedagógico y de sensibilización que involucre a residentes, visitantes, personal administrativo y operativo, quienes hacen uso de las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle del municipio de Floridablanca, Santander.

No obstante, el componente pedagógico conduce a tener un amplio conocimiento en la materia y a la concientización de los consumos que se generen, acción que conlleva a la eficiencia energética.

En consecuencia, se resalta la importancia de reducir el consumo de energía, teniendo claridad que más allá de los beneficios financieros obvios, este enfoque también es fundamental para la sostenibilidad a largo plazo del planeta y de nuestros recursos económicos. Una de las razones más obvias para reducir el consumo de energía es limitar el desperdicio. La energía en todas sus formas es un recurso limitado, costoso de producir, distribuir y perjudicial para el medio ambiente. Cada vez que reducimos el consumo innecesario, contribuimos a la protección de recursos preciados (Energy Master, 2023).

La eficiencia energética significa directamente ahorro de costos. Para hogares y empresas, una reducción significativa en las facturas de energía puede tener un impacto positivo en el presupuesto. Al utilizar menos energía, hay más recursos disponibles para otros fines, lo que puede impulsar la inversión y el crecimiento. Además, una mayor conciencia ambiental nos hace pensar en reducir el consumo de energía y percibirlo como una responsabilidad compartida. Al hacerlo, reducimos las emisiones de gases de efecto invernadero y, por lo tanto, reducimos nuestro impacto en el cambio climático. Esto no sólo es bueno para el planeta, sino que también mejora la imagen del conjunto residencial como empresa y su atractivo para los residentes (Energy Master, 2023).

## 2. Descripción del Problema

### 2.1 Planteamiento del Problema

El cambio climático ya no es un problema de otros sino un enorme desafío que enfrentan los países modernos según los datos publicados por el IDEAM (2012) en su revista técnica, es claro que la temperatura y la sensación de calor aumentan cada año, lo cual es mencionado; que la media en 1971 La temperatura aumenta aprox.  $0,13^{\circ}\text{C}/\text{década}$ . El conjunto de modelos predice que la temperatura media del país, en comparación con el período de referencia 1971-2000, aumentará: en 2011-2040 en  $1,4^{\circ}\text{C}$  y en 2041-2070 en  $2,4^{\circ}\text{C}$ . En 2071-2100, la temperatura aumentará  $3,2^{\circ}\text{C}$ . Afecta directamente a los ecosistemas y Biotopo afecta indirectamente a la calidad del medio ambiente (Alcaldía de Bucaramanga, 2022).

Durante la Conferencia de París de 2015, 186 de los 195 países participantes presentaron planes para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo Colombia, que se comprometió a adoptar medidas ambiciosas y equitativas en la COP21. Para abordar el cambio climático de manera integral, es esencial implementar estrategias de mitigación, adaptación y aplicación de la ley. En este sentido, la implementación de la eficiencia energética se destaca como una solución efectiva para reducir las emisiones y promover el desarrollo sostenible (Alcaldía de Bucaramanga, 2022).

El Conjunto Residencial Altos del Valle es una unidad residencial conformada por 10 torres de cinco pisos cada una, las cuales, a su vez, están conformadas, en cada nivel, por cuatro apartamentos, para un total de 200 unidades habitacionales. Así mismo, cuenta con una gran extensión de áreas comunes dentro de las cuales se observa una portería de acceso, amplias zonas de parqueadero, piscinas para niños y adultos, salón social, depósito de basuras, pasillos, andenes, sótano y una gran extensión de zonas verdes.

En el año 2021 la administración del conjunto residencial altos del valle, propuso ante la asamblea general de propietarios el cambio de comercializador del servicio de energía eléctrica Ruitoque E.S.P. a la empresa Electrificadora de Santander ESSA E.S.P., prometiendo mejoras en el servicio y disminución en el consumo tanto de los residentes como de las áreas comunes del conjunto residencial.

Pasado el tiempo, los residentes del conjunto residencial altos del valle han venido evidenciando altos incrementos en los costos del servicio de energía eléctrica, de acuerdo a los consumos realizados en cada una de las unidades residenciales. De igual forma, en los últimos informes financieros presentados en las asambleas generales de propietarios, también se observa un crecimiento significativo en el consumo y costo de la energía eléctrica correspondiente a las áreas comunes del conjunto residencial.

Esta situación en particular, sumado a otros gastos de mantenimiento de la infraestructura del conjunto residencial, ha impactado directamente en el incremento de la cuota de administración que paga cada residente por ser propietario o arrendatario de alguno de los bienes inmuebles que hacen parte del conjunto.

La ineficiencia energética presentada en la unidad residencial, resulta costosa. Una parte significativa de los costos operativos de los hogares como de las áreas comunes del conjunto se representan en las facturas del servicio público de energía. Las malas prácticas evidenciadas en el desperdicio de la energía eléctrica, aumentan los consumos y por tanto, incrementan los costos de funcionamiento.

Así mismo, la necesidad de reducir las emisiones de carbono y reducir el impacto ambiental es más urgente que nunca. La eficiencia energética no sólo reduce costos, sino que también juega un papel clave en la lucha contra el cambio climático y la protección de los recursos naturales.

## **2.2 Formulación de Investigación**

Al analizar la situación actual de los altos costos en la facturación del consumo energético de los conjuntos residenciales, que agrupan un gran número de unidades residenciales y por ende una alta densidad poblacional interna, surge inmediatamente la pregunta de ¿Como se diseña una estrategia para la optimización del consumo de energía eléctrica de las áreas comunes del conjunto residencial altos del valle en el municipio de Floridablanca, Santander?

## **3. Objetivos**

### **3.1 Objetivo General**

Diseñar una estrategia para la optimización del consumo de energía eléctrica de las áreas comunes del conjunto residencial altos del valle en el municipio de Floridablanca, Santander.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico del consumo de los últimos seis meses de energía eléctrica de las áreas comunes del conjunto residencial altos del valle.
- Determinar las causas que conllevan a los altos índices de consumos de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial altos del valle.
- Proponer alternativas para la reducción del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial altos del valle.

## **4. Marco Referencial**

### **4.1 Antecedentes**

La investigación de este proyecto se construye a partir de referencias de otros estudios internacionales similares como Freire et al. (2019), realizaron una propuesta de programa de optimización de energías alternativas en Pamplona, España, donde buscaban

crear un punto de partida para la implementación y control de programas de ahorro energético, permitiendo identificar problemas actuales como el bajo factor de potencia y la presencia de armónicos de corriente con un porcentaje elevado (Freire et al., 2019).

Sin embargo, las recomendaciones del proyecto para mejorar la calidad del suministro eléctrico son técnica y económicamente viables, ya que la inversión inicial en la implementación de las mejoras es inferior a los ingresos mensuales obtenidos tras solucionar el problema (Freire et al., 2019).

Revisando la propuesta de Pérez y Troya, en Quevedo Ecuador, quienes formularon un proyecto referente al monitoreo en tiempo real del consumo eléctrico en edificios residenciales, permitiendo la optimización de la eficiencia energética, diseñando un sistema de telemetría basado en IoT para el monitoreo inmediato del consumo de electricidad residencial utilizando sistemas integrados (Pérez & Troya, 2019).

De lo anterior, se pudo concluir que, para mejores resultados y capacidades, la unidad de adquisición y transmisión de datos se ubica cerca de la caja de conexiones principal, donde se ubica la distribución de cada circuito para el consumo de energía, estos circuitos se pueden utilizar para iluminación, electrodomésticos y aire acondicionado, donde se puede entender el consumo de electricidad utilizado y por lo tanto podría ayudar a mejorar la eficiencia energética (Pérez & Troya, 2019).

Posteriormente, Martínez y Tubón (2022), realizaron un proyecto de investigación titulado “optimización del costo de generación de energía fotovoltaica de sistemas aislados en comunidades remotas”, con el fin de, optimizar el costo de generación de energía fotovoltaica de sistemas aislados en comunidades remotas, MASA 2, Isla del Golfo de Guayaquil Ecuador, donde concluyeron que, Este sistema compensa la falta de servicio eléctrico, pero su implementación es muy costosa para los vecinos de la zona, nuestra

inversión en el proyecto es de unos 1400 USD, por lo que es difícil ampliar la zona a los mismos vecinos.

De igual modo, Dulce Romero en el año 2022, propone estrategias tecnológicas y sistemáticas para mejorar la optimización de los sistemas de consumo energético, buscando utilizar medidas técnicas y organizativas de baja inversión para reducir significativamente el consumo energético institucional y equilibrar la estructura energética de Venezuela y concluye que, Hoy en día, la política ambiental se centra en garantizar que las regulaciones que trascienden la tecnología ya no sean medidas legislativas en el papel, sino el espíritu vivo del conocimiento individual, independientemente del separatismo. El objetivo es adquirir conocimientos, estrategias y hábitos de prevención con costes mínimos, pero con el tiempo más eficaces y sostenibles, para garantizar "la vida a quienes nos la dan". (Romero, 2022).

Por otra parte, se tomó como referentes nacionales proyectos como el de Mario Alberto Ortiz Gallego, en el año 2016, en el municipio de Girardota, Colombia, quien realizó un proyecto de optimización de la energía eléctrica en Dibtec S.A.S., para reducir el consumo de energía de ese negocio actualizando los sistemas eléctricos existentes e implementando programas de mantenimiento eléctrico y mecánico, concluyendo que, la intervención en la red y los cambios tecnológicos fueron mínimos, la reducción en el consumo eléctrico de Dibtec S.A.S es significativa, es decir, supera las metas y objetivos del proyecto, pues aunque un 6.7% pueda parecer un número pequeño. Especialmente para garantizar el funcionamiento eficiente de los equipos mediante un mantenimiento preventivo debidamente planificado y ejecutado (Ortiz, 2016).

En el municipio de Pereira y Ossa, (2016), propone un estudio técnico y financiero para la implementación de sistemas solares de alumbrado público en las zonas comunes de

conjuntos residenciales para mostrar la posibilidad de implementar un sistema de alumbrado público basado en energía solar y fuentes de luz modernas con alta eficiencia lumínica (relación lúmenes/vatios) en lugares públicos de zonas residenciales. y concluye que, los sistemas solares están comenzando a ganar popularidad debido a la reducción de costos y una mayor comercialización de productos y disponibilidad en el mercado. La calidad y eficiencia de los productos aumenta cada día, haciendo que el sistema sea más estable, rentable y eficiente.

En Colombia, investigaciones recientes como la realizada por Lamk et al. (2021) han abordado la optimización del consumo de energía eléctrica. Este estudio propuso una estrategia energética para la empresa ACT Telemática en Bogotá, enfocada en la cultura organizacional y la automatización técnica. La implementación de eventos de capacitación y sistemas de tecnología conectada permitirían reducir el consumo de energía sin afectar la productividad laboral.

En 2022, Chinchilla y Salinas (2022) desarrollaron una propuesta de sostenibilidad para la implementación de energía fotovoltaica en zonas residenciales de Bogotá, específicamente en el Conjunto Residencial Ciudad Tintal 2 Etapa 2. Mediante un estudio de caso, determinaron el tipo de sistema solar requerido para garantizar la energía necesaria, con un costo de inversión estimado de \$126.464.995 COP, basado en datos históricos de consumo eléctrico y costos representativos.

Proyectos similares se han desarrollado en el departamento de Santander, en 2019, Hernández (2019) realizó un estudio en el municipio de Floridablanca, Santander, Colombia, para evaluar técnicamente y financieramente la viabilidad de implementar un sistema solar fotovoltaico en la sede del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

Utilizando modelos matemáticos en Matlab, se determinó la factibilidad del proyecto, que buscaba optimizar la eficiencia energética y sostenibilidad en la institución.

El análisis de generación eléctrica reveló que la Sistema Solar Fotovoltaico (SSFV) está sobredimensionado, ya que la carga actual del nuevo circuito de iluminación consume solo 5.256 kWh anuales, mientras que el sistema produce 12.858 kWh en el mismo período. Esto indica un desperdicio de aproximadamente el 60% de la energía generada, lo que sugiere oportunidades para optimizar la eficiencia energética (Hernández, 2019).

En 2020, Gómez y Mayorga (2020) llevaron a cabo un estudio en el municipio de Curití, Colombia, con el objetivo de diseñar e implementar un sistema de autogeneración de energía solar fotovoltaica en el Molino Guanentá. Este proyecto buscaba evaluar técnicamente y económicamente la viabilidad de una central eléctrica basada en tecnología fotovoltaica para cubrir parte del consumo eléctrico.

El análisis financiero reveló un flujo neto presente de \$105.419.958,31 durante 10 años, indicando que el proyecto es financieramente viable. La tasa interna de retorno del 21,23% supera la tasa de oportunidad del inversor del 10%, cumpliendo con los criterios de selección del proyecto y demostrando su rentabilidad (Gómez & Mayorga, 2020).

En 2021, Villanova y Correa (2021) desarrollaron un proyecto de factibilidad en Bucaramanga para evaluar la viabilidad de implementar un sistema de generación de energía fotovoltaica en la Sede Deportiva Coaviconsas de las Unidades Tecnológicas de Santander. El estudio combinó evaluaciones técnicas y financieras para determinar la factibilidad de instalar un sistema fotovoltaico, con el objetivo de generar energía renovable y vender excedentes.

El análisis de consumo energético reveló un alto uso nocturno, lo que impide cubrir la demanda local y vender el excedente. Además, el diseño de la Zona A no es óptimo para

satisfacer las necesidades energéticas de la universidad, toda vez que, aunque reduce costos, no compensa el consumo mensual. Un sistema conectado a la red sin baterías no puede almacenar energía para cubrir las necesidades nocturnas, lo que limita su eficiencia energética (Villanova & Correa, 2021).

En 2022, fue realizado un estudio en San Gil, Santander, para evaluar la viabilidad financiera de implementar un sistema de energía renovable en un hotel local. Los resultados mostraron que, aunque la mayoría de las empresas son reacias debido a los altos costos y falta de incentivos fiscales, la Ley 1715 de 2014 ofrece beneficios y estímulos para aquellos que adopten esta tecnología, lo que podría hacer que los precios sean más accesibles en el futuro (Bejarano, 2022).

A nivel local encontramos excelentes proyectos de investigación que sirven de orientación para el ejercicio de la formulación del presente proyecto. En 2014, Parra Forero (2014) desarrolló un proyecto de investigación en Bucaramanga, Colombia, titulado "Fundamentos para la utilización de la energía eólica y solar en edificios residenciales". El objetivo fue identificar implicaciones proyectuales y logísticas del uso de energía renovable en arquitectura residencial. La investigación concluyó que, a largo plazo, la energía solar será una herramienta clave para reducir necesidades energéticas en grandes ciudades, beneficiando al medio ambiente y a los ciudadanos al reducir costos de suministro energético.

Igualmente, pudimos observar un proyecto importante desarrollado por López y García, quienes realizaron una revisión energética y planteamiento de mejoras en eficiencia energética para la alcaldía de Bucaramanga Colombia, donde se realizó una auditoría energética en la Alcaldía de Bucaramanga para determinar el comportamiento típico del consumo de energía en los edificios administrativos del municipio de Bucaramanga y, a

partir de este comportamiento, identificar los consumos de energía principales de Bucaramanga. El consumo de energía del sistema de aire acondicionado representa el 57% del consumo total de energía en el centro de administración municipal, mientras que el consumo de energía del sistema de iluminación es del 26% (López & García, 2020).

Adicionalmente, dentro de las investigaciones consultadas encontramos el “estudio de viabilidad del uso de energías renovables, como alternativa de solución para cubrir la demanda eléctrica del Instituto Politécnico –Bucaramanga”, realizado por Bautista y Figueredo, su principal objetivo es analizar la viabilidad del uso de energías renovables como una alternativa que podría contribuir a satisfacer las necesidades energéticas del Colegio Politécnico determinando el consumo actual, su volumen y el potencial de obtención de estas fuentes energéticas en función de las características geográficas (Figueredo y Bautista, 2021).

La conclusión es que, si bien la energía fotovoltaica en sistemas aislados está sujeta a las restricciones del artículo 5 Anexo A de la CREG, donde solo se requieren transformadores o subestaciones menores o iguales al 15% de la potencia nominal del circuito en los puntos de conexión, se permite el uso, gracias a un ahorro del 33% del valor de la factura, por lo que el diseño aún se considera viable, lo que amortigua la inversión financiera y, a largo plazo, el proyecto logra un retorno de la inversión como se muestra en la figura. El enfoque de diseño propuesto puede ser utilizado en cualquier otra institución educativa con características similares o idénticas sin causar muchos inconvenientes y esperando que el sistema sea capaz de cubrir parte de la demanda energética (Figueredo y Bautista, 2021).

Por último, se encontró que en la institución pública más importante de la ciudad como lo es la Alcaldía de Bucaramanga, se desarrolló el proyecto de diseño y apoyo en la

evaluación de un sistema de generación fotovoltaica para la alcaldía de Bucaramanga, El objetivo es diseñar una planta de energía solar en las instalaciones de la alcaldía de Bucaramanga para reducir su consumo eléctrico. Con base en el área disponible del edificio de la primera fase de  $499.71m^2$ , podrá producir 121.770 kilovatios hora. al año y ahorrar un 14,28% en la segunda fase del edificio. El área es de  $273,71m^2$ , la cantidad de electricidad producida por año es de 64581 kWh y el ahorro de energía es del 11,78% (Duarte, 2022).

La implementación de sistemas solares en las fases I y II de los edificios de la Alcaldía de Bucaramanga genera un significativo beneficio ambiental, reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> en 121.328,71 toneladas anuales, lo que mitigará el impacto en la atmósfera (Duarte, 2022).

#### **4.2 Marco Teórico**

La energía se define comúnmente en física como la capacidad para realizar trabajo, pero de manera más amplia, puede considerarse como la capacidad de un sistema para proporcionar trabajo mediante medios mecánicos o transferir calor a través de medios no mecánicos (Arias, 2006).

Aunque se habla de diferentes tipos de energía, actualmente la física reconoce la existencia de sólo dos tipos de energía mecánica: la energía cinética y la potencial, y la energía interna de un objeto. Otros términos comúnmente utilizados como formas de energía son en realidad mecanismos de transferencia o transmisión de energía y todavía se utilizan para expresar el origen de la energía manifestada en un momento determinado o para expresar la manera en que se logra (Arias, 2006).

Por ello se utilizan los siguientes nombres: Energía mecánica asociada al movimiento de una masa (energía cinética) o fuerzas que actúan sobre dicha masa en

función de su posición (energía potencial), energía eléctrica asociada a la corriente eléctrica de una carga eléctrica o a su acumulación, energía electromagnética, independiente de la materia, pero. La propagación de la radiación electromagnética, energía química, causada por la interacción de dos o más electrones atómicos que se combinan para formar compuestos más estables (Arias, 2006).

Cualquier cambio en el estado, propiedades, composición o estado de un sistema determinado requiere trabajo, que puede realizarse aplicando fuerzas externas (viento, olas o cualquier otra causa) o fuerzas internas (como explosiones). En consecuencia, los objetos tienen cierta capacidad para realizar trabajo, que puede surgir de su composición, su posición en un campo gravitacional o eléctrico, o su estado de movimiento. Esta capacidad del cuerpo para realizar un trabajo por cualquier motivo se llama energía (Velasco, 2009).

La propia etimología de la palabra contiene su definición, pues proviene del griego *Ενέργεια*, relacionado con *εργον* (trabajo). Dado que la energía sigue latente en el cuerpo, aunque no se manifieste claramente en forma de trabajo, se mide estimando el trabajo que puede producir, o determinando el retorno del cuerpo o sistema a su estado actual. Por tanto, la energía y el trabajo son las mismas sustancias (Velasco, 2009).

La forma más común de energía eléctrica es la electricidad. La corriente eléctrica es un flujo ordenado de electrones. Este flujo se produce fácilmente en materiales llamados conductores, que se caracterizan por tener una resistencia muy baja a dicho flujo. Los mejores conductores son los metales, que se forman a partir de cristales donde los átomos están conectados entre sí mediante enlaces metálicos. Esto se debe a una gran cantidad de bandas de niveles de energía molecular relacionados, y el intervalo de energía entre ellos es extremadamente pequeño, alrededor de  $10^{-22}$  o  $10^{-23}$  eV (Velasco, 2009).

Todos los niveles de energía ocupados por electrones forman la llamada banda de valencia. En los metales, la banda de valencia está cubierta por otra banda equiespaciada de niveles de energía desocupados llamada banda de conducción. Aplicar una diferencia de potencial mínima es suficiente para elevar los electrones de la banda de valencia a la banda de conducción y permitirles cambiar fácilmente los niveles de energía. La frase anterior se puede traducir como la presencia de electrones casi libres en el metal, lo que les permite atravesarlo fácilmente (Velasco, 2009).

Sin embargo, a medida que los electrones se mueven, chocan con la red cristalina, lo que genera un consumo constante de energía necesaria para mantener un flujo constante de electrones. A su vez, las colisiones entre electrones en movimiento y átomos de la red provocan un aumento de la frecuencia y amplitud de las vibraciones de estos últimos, lo que se manifiesta como un aumento de temperatura y, en última instancia, conduce a la fusión del metal. En una batería o acumulador, el proceso de convertir la energía química en energía eléctrica ocurre durante la descarga, mientras que el proceso opuesto ocurre durante la carga (Velasco, 2009).

La norma UNE-EN ISO 50001:2011 tiene como objetivo aclarar los requisitos para la creación, implementación, mantenimiento y mejora de sistemas de gestión energética con el objetivo de permitir a las organizaciones utilizar un enfoque sistemático para lograr mejoras energéticas continuas. Esta norma especifica requisitos para el uso y consumo de energía, el establecimiento de prácticas para las actividades de medición, documentación e información, el diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que contribuyan al desempeño energético y cubre todas las variables. Desempeño energético que se puede controlar e influir (Peña & Sánchez, 2012).

En este sentido, los objetos y áreas de aplicación de la norma no difieren de otros modelos de gestión experimentados, salvo que se centra en el concepto de desempeño energético, que la norma define como relacionado con la eficiencia energética, el consumo de energía y los resultados energéticos medibles (Peña & Sánchez, 2012).

Otras definiciones relacionadas con la anterior incluyen el consumo de energía como una forma o tipo de uso de la energía, el consumo de energía como la cantidad de energía utilizada y el índice de eficiencia energética (IDEn) como un valor cuantitativo o medida del desempeño energético. La relación u otra relación cuantitativa entre la producción de un servicio, bien o energía y la entrada de energía (Peña & Sánchez, 2012).

Como se ve en este conjunto de definiciones, el desempeño energético incluye, por un lado, la lista de equipos que afectan a la energía y sus equipos, y por otro, el tipo de energía consumida (combustible, calor, electricidad). etc.). También incluye indicadores de desempeño, uno de los cuales es la eficiencia energética, que se menciona claramente en la definición del desempeño, otros como la intensidad energética u otros que la organización considere oportunos (Peña & Sánchez, 2012).

Por tanto, al referirse al concepto de desempeño energética, es necesario identificar y tener en cuenta todos los equipos consumidores, de almacenamiento o de producción de energía, los equipos que los componen y todo tipo de energía consumida en ellos. Básicamente se trata de otra forma de expresar lo que en las normas europeas o en diversas normas nacionales se llamaba "identificación de aspectos energéticos", que ahora se divide en uso y consumo de energía (Peña & Sánchez, 2012).

Sin embargo, el desempeño energético también incluye la necesidad de crear indicadores que caractericen el desarrollo de diversas tendencias observadas en los parámetros energéticos de interés para la organización. Esta parte del concepto de

eficiencia energética incluye la necesidad de crear sistemas de medición y procesamiento de datos de estos parámetros, transformándolos en indicadores que ayuden a explicar el desarrollo de la optimización de la eficiencia energética en las organizaciones, igualando así la definición de ciertos estándares de evaluación energética en especificaciones anteriores (Peña & Sánchez, 2012).

Al analizar el desempeño energético, las organizaciones pueden identificar sus usos importantes y sus potenciales de mejora clave para establecer objetivos de mejora. No existe una lista de aspectos importantes construidos como otros modelos de gobernanza. En su lugar, considere opciones o equipos con consumo significativo o potencial de mejora significativo en la lista de usos de energía significativos, definidos como usos de energía significativos que generan un consumo de energía significativo y/u ofrecen un potencial significativo para mejorar el desempeño energético (Peña & Sánchez, 2012).

Otro gran concepto teórico es la optimización energética, la cual podemos evidenciar en la optimización de los requisitos energéticos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR) y/o de tratamiento de agua potable (STAP), incluida la recolección y distribución, puede reducir el consumo de energía mientras se mantiene la eficiencia del proceso y se reducen los costos operativos (Maldonado, 2021).

Además, la optimización energética es importante para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El uso eficiente de la energía no significa necesariamente la implementación de la última tecnología (aunque esto es deseable), sino el conocimiento de cómo utilizar y gestionar eficientemente la energía disponible para desarrollar procesos en consecuencia (Maldonado, 2021).

Por otro lado, las auditorías energéticas y operativas realizadas a diversas empresas de acueductos, así como el análisis de costos energéticos operativos y no operativos,

permiten extrapolar costos relacionados con tipos de equipos distintos al bombeo, como dispensadores de reactivos. , laboratorios, refrigeradores, aires acondicionados, lámparas e iluminación, etc., pueden ser elevados en consumo de energía y por ende afectar los costos de operación, por lo que se debe considerar una evaluación de su consumo para tomar decisiones sobre optimización del consumo, si la hubiera (Maldonado, 2021).

Estas auditorías también pueden identificar malas prácticas como sobrecargas eléctricas, consumos fantasmas provocados por equipos obsoletos conectados a la red, fugas relacionadas con ángulos invisibles o muertos, robo de energía por parte de trabajadores cercanos a la planta, duplicidad de lámparas e iluminación e imprecisiones en los reglamentos técnicos en los sectores de energía, agua y saneamiento básico (Maldonado, 2021).

Ahora es importante enfatizar que la auditoría energética debe complementarse con una evaluación operativa, que también puede identificar oportunidades de ahorro de energía relacionadas con factores puramente operativos, como la optimización de la limpieza de los filtros (Maldonado, 2021).

En el sector energético existen dos reglamentos técnicos que son de cumplimiento obligatorio para cualquier equipo, son: Reglamento técnico para equipos eléctricos - RARE y Reglamento técnico para alumbrado y alumbrado público - RETILAP. Es importante señalar que en las instalaciones de las empresas de acueductos con menos de 5.000 usuarios no se prevén redes de baja y media tensión, iluminación e instrumentos para plantas de tratamiento y edificios administrativos (tampoco suele encontrarse el plano hidráulico). El incumplimiento de esta norma fue evidente en algunas auditorías de estas empresas (Maldonado, 2021).

Cabe mencionar que el país cuenta con un reglamento de etiquetado RETIQ que entró en vigencia el 31 de agosto de 2016, el cual define ciertos sistemas eléctricos de refrigeración doméstica, aires acondicionados ambientales, motores monofásicos y trifásicos de inducción, dispositivos de balastos de luz natural, etc. La etiqueta se convierte en una herramienta útil y eficaz para que el consumidor de equipos energéticos usados pueda tomar una decisión informada, por ello, a la hora de adquirir los componentes eléctricos mencionados en la decisión, se recomienda consultar la etiqueta para poder tomar una decisión informada. Esto resulta favorable para la compra de equipos de bajo contenido tecnológico y bajo consumo energético (Maldonado, 2021).

Así mismo, el sector energético se enfrenta actualmente a tres retos principales: Competitividad directamente relacionado con la reducción de la intensidad energética (desvinculando el crecimiento del consumo energético del desarrollo económico), el cambio climático y la seguridad del suministro (Peña & Sánchez, 2012).

Cualquier solución investigada para solucionar estos problemas optimiza la demanda aumentando la eficiencia y ahorrando energía porque es la aplicación más sencilla y económica, y reduce costes y ahorra recursos en el corto plazo. Además, mejorar la eficiencia energética es una oportunidad importante para alcanzar los objetivos de emisiones de gases de efecto invernadero, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero hasta en un 43% en los próximos 20 años (Peña & Sánchez, 2012).

Durante una década, varias organizaciones de normalización han trabajado para desarrollar documentos que proporcionen orientación a las organizaciones sobre cómo gestionar la energía de forma eficaz. 15 de junio de 2011, la Organización Internacional de

Normalización (ISO) publicó la esperada ISO 50001, un documento que ayudará a las organizaciones que implementan esto pueden aumentar significativamente la eficiencia

energética y así tener un impacto positivo en tu cuenta de resultados (Peña & Sánchez, 2012).

Las posibilidades de la eficiencia energética han quedado demostradas a escala mundial por la disponibilidad de vehículos que requieren menos combustible, electrodomésticos que utilizan menos electricidad y lámparas que utilizan una cuarta parte de la energía que las lámparas más antiguas. Pero el potencial de los programas de eficiencia sólo puede entenderse si se sabe que sólo el 37% de la energía primaria se convierte en energía útil. La serie de transformaciones y procesos por los que pasa la energía antes de poder dar el servicio necesario pierde el 63% de su potencia potencial (Poveda, 2007).

La eficiencia energética incluye mejoras tanto del lado de la oferta (SSM - Supply Side Management) como del lado de la demanda (DSM - Demand Side Management). En general, la industria energética está más preocupada por el lado de la demanda, porque el lado de la demanda requiere un trabajo más detallado, porque depende de las decisiones de cientos de miles de usuarios, y no de las decisiones de unos pocos empresarios como otras industrias. La conservación de energía, un componente importante de las políticas de eficiencia del lado de la demanda, se ha implementado durante muchos años en Europa, América del Norte, Japón y algunos países en desarrollo (Poveda, 2007).

Los esfuerzos de la Unión Europea, que hasta ahora han producido los mejores resultados, se llevan a cabo a través de agencias nacionales que tienen como objetivo mejorar la eficiencia energética en sus países. La mayoría de los países europeos (85%) cuentan con instituciones que se ocupan de este tema, y la mayoría tiene filiales a nivel municipal que brindan asistencia técnica a municipios y clientes, teniendo en cuenta las circunstancias específicas de cada asentamiento (Poveda, 2007).

En 2004, OLADE colaboró con el Consejo Mundial de Energía (WEC) para producir un informe de análisis global sobre el estado de la eficiencia energética.

Los resultados mostraron que el consumo de energía aumentó más lentamente que el crecimiento económico, como lo expresa la disminución del consumo de energía por unidad de PIB (intensidad energética), que disminuyó un 1,5% anual entre 1990 y 2002.

En el mismo período, la intensidad energética disminuyó un 0,9% anual en Europa y un 0,5% anual en América Latina y el Caribe (Poveda, 2007).

Por otra parte, es importante tener claridad del enfoque, en el cual, se desea desarrollar este proyecto de investigación, pues uno de los sectores que ha sido poco estudiado y que evaluándolo desde todo su contexto generan un gran consumo de energía eléctrica son los conjuntos residenciales. Según Emilio T. Sessa en su libro "Vivienda y Ciudad", las tipologías de vivienda se definen por características como la forma y disposición de los espacios, la relación entre la vivienda y el entorno urbano, el número de habitantes y distribución de los espacios, el uso de materiales y tecnologías constructivas, las orientación y relación con la luz natural y la ventilación, la accesibilidad y circulación interna y externa, la relación con las áreas comunes y espacios compartidos y la adaptabilidad y flexibilidad para diferentes usos y necesidades (Sessa, 2021).

Sessa enfatiza que las tipologías de vivienda influyen en la calidad de vida, la interacción social, la sostenibilidad y la integración con el entorno urbano. Analiza cómo las diferentes tipologías responden a necesidades y contextos urbanos específicos, y cómo pueden ser diseñadas para promover la inclusión, la equidad y la sostenibilidad desde una perspectiva integral, considerando aspectos sociales, culturales, económicos y ambientales (Sessa, 2021).

Los conjuntos residenciales son agrupaciones de viviendas que comparten áreas comunes y servicios, y están diseñados para proporcionar un entorno residencial planificado y controlado. Sessa destaca que los conjuntos residenciales pueden ofrecer beneficios como seguridad y privacidad, acceso a áreas comunes y servicios compartidos, densidad poblacional controlada, diseño urbano planificado e integración con el entorno urbano (Sessa, 2021).

Sin embargo, Sessa también critica que los conjuntos residenciales pueden ser excluyentes y segregados, carecer de diversidad y mixtura social, tener un diseño urbano rígido y poco flexible, depender de la gestión y administración de la propiedad horizontal (Sessa, 2021).

Po otra parte, Arévalo Guerrero define los conjuntos residenciales como un conjunto de bienes inmuebles, que pueden ser viviendas, locales comerciales o mixtos, que se encuentran ubicados en un mismo predio o en predios contiguos, y que están sometidos a un régimen de propiedad horizontal, en el que los propietarios de las unidades privadas comparten la titularidad y el uso de las áreas comunes, y están sujetos a una administración y gestión conjunta, con el fin de garantizar la conservación, el mantenimiento y la seguridad de las áreas comunes y de las unidades privadas. Esta definición abarca diferentes aspectos, como la ubicación, la propiedad, la administración y el uso de las áreas comunes, y destaca la importancia de la gestión conjunta para el buen funcionamiento del conjunto residencial (Arévalo, 2024).

Así mismo, menciona varios aspectos adicionales sobre los conjuntos residenciales en su libro "Propiedad Horizontal", las características de los conjuntos residenciales, tales como la ubicación, el tamaño, la densidad, la distribución de las unidades privadas y las áreas comunes, también habla del régimen de propiedad como la propiedad horizontal, la

copropiedad, la propiedad común, entre otros. Otra de las características de los conjuntos residenciales son la administración y gestión, las cuales son realizadas por la junta administradora, el administrador, las funciones y responsabilidades (Arévalo, 2024).

Igualmente, define las áreas comunes como el mantenimiento, el uso, la distribución, las unidades privadas como la propiedad, el uso y la distribución, las relaciones entre propietarios como la convivencia, los derechos y obligaciones, los conflictos y solución de controversias como la mediación, el arbitraje, la judicialización, los aspectos fiscales y tributarios como impuestos, contribuciones y los aspectos legales y regulatorios como la legislación aplicable, las normas urbanísticas, entre otros. Arévalo Guerrero aborda estos temas de manera detallada y proporciona un marco teórico y práctico para entender los conjuntos residenciales y su funcionamiento (Arévalo, 2024).

Según Ismael Hernando Arévalo Guerrero destaca que las áreas comunes son un elemento fundamental en los conjuntos residenciales, ya que proporcionan un espacio para la interacción social, el esparcimiento y el disfrute de los propietarios y sus familias. También menciona que es importante establecer reglas y normas claras para el uso y mantenimiento de estas áreas comunes, para garantizar su conservación y disfrute por parte de todos los propietarios (Arévalo, 2024).

Arévalo Guerrero, sostiene que las áreas comunes en los conjuntos residenciales tienen las siguientes características y funciones: Propiedad común, la cual define que las áreas comunes son propiedad de todos los propietarios de las unidades privadas, lo que significa que todos tienen derecho a usarlas y disfrutarlas, los uso y disfrute, que hacen referencia a que las áreas comunes están destinadas para el uso y disfrute de todos los propietarios y sus familias (Arévalo, 2024).

Así mismo define, que el mantenimiento y conservación son responsabilidad de la junta administradora y los propietarios quienes tiene el deber de mantener y conservar las áreas comunes en buen estado. Igualmente, es importante establecer reglas y normas claras para el uso y mantenimiento de las áreas comunes, para garantizar su conservación y disfrute por parte de todos los propietarios (Arévalo, 2024).

Las áreas comunes deben ser accesibles y tener circulación adecuada para todos los propietarios y sus familias, en ellas pueden incluir servicios e instalaciones como electricidad, agua, gas, entre otros. Las áreas comunes pueden incluir zonas de esparcimiento como piscinas, gimnasios, salones comunales, entre otros y también pueden incluir zonas de estacionamiento para los propietarios y sus visitantes (Arévalo, 2024).

Arévalo Guerrero también menciona que las áreas comunes pueden ser clasificadas en áreas comunes generales que son aquellas que son utilizadas por todos los propietarios, como los pasillos y circulaciones comunes y las áreas comunes especiales que son aquellas que son utilizadas por un grupo específico de propietarios, como los salones comunales o las zonas de esparcimiento. Es importante destacar que la gestión y el mantenimiento de las áreas comunes es fundamental para el buen funcionamiento del conjunto residencial y la convivencia entre los propietarios (Arévalo, 2024).

En estos entornos, debido a todo lo que hoy se habla en el mundo sobre cambio climático y demás, la sociedad está tomando mayor conciencia sobre el concepto de sostenibilidad, y es allí donde Carmen Velajos Castello cree que el desarrollo sostenible es un concepto amplio que abarca dimensiones ecológicas, sociales y económicas. En su libro *Sostenibilidad: relaciones ecológicas y el papel del cambio global* (Castelo, 2008).

Velayos Castelo propone un enfoque integrado de la sostenibilidad como un equilibrio entre las necesidades humanas y la capacidad del medio ambiente para satisfacer

estas necesidades, protegiendo la naturaleza para los recursos de las generaciones futuras, en la distribución de la justicia social. recursos y beneficios, la participación ciudadana y la toma de decisiones democrática, la consideración de las relaciones entre la sociedad y el medio ambiente en el contexto del cambio global, la importancia de la educación y la conciencia en la promoción del desarrollo sostenible y la necesidad de un enfoque de respuesta interdisciplinario a los desafíos de la sostenibilidad (Castelo, 2008).

Según Carmen Velayos Castelo, la sostenibilidad se define como un concepto amplio que abarca las dimensiones ecológica, social y económica. En su libro "Sostenibilidad: papeles de relaciones ecológicas y cambio global", Velayos Castelo propone un enfoque integral de la sostenibilidad como el equilibrio entre las necesidades humanas y la capacidad del medio ambiente para satisfacerlas, la conservación de los recursos naturales para las generaciones futuras, la justicia social y equidad en la distribución de recursos y beneficios, la participación ciudadana y democracia en la toma de decisiones, la consideración de las relaciones entre la sociedad y el medio ambiente en el contexto del cambio global, la importancia de la educación y la conciencia para promover la sostenibilidad y la necesidad de un enfoque interdisciplinario para abordar los desafíos de la sostenibilidad (Castelo, 2008).

Velayos Castelo destacó que el desarrollo sostenible no es sólo una cuestión medioambiental, sino que también implica que se tengan en cuenta las dimensiones socioeconómicas. Ofrece un enfoque holístico que reúne diferentes perspectivas y disciplinas para abordar eficazmente las cuestiones de sostenibilidad. En resumen, el concepto amplio de desarrollo sostenible de Velayos Castelo se centra en encontrar un equilibrio entre las necesidades humanas y la capacidad ambiental, teniendo en cuenta las

dimensiones ecológica, social y económica, y promoviendo el compromiso ciudadano, la educación y la concienciación para lograr un futuro más sostenible (Castelo, 2008).

El ideal de sostenibilidad urbana se remonta a las ciudades-estado de la antigua Grecia, cuya población máxima dependía de la producción agrícola del campo circundante. Este libro no pretende ofrecer un tratamiento exhaustivo de este tema, pero vale la pena recordar que las preocupaciones sobre la sostenibilidad de los modelos de desarrollo económico actuales se remontan al siglo XVIII, cuando Thomas Malthus observó que la producción requiere tierra y mano de obra. Aunque el crecimiento demográfico aumentó la oferta de mano de obra, no aumentó la oferta de tierra, lo que demostró la famosa teoría de Malthus (Leal, 2008).

Ahora bien, la ciencia económica entiende que el crecimiento y el desarrollo se basan en la producción agregada uniforme de dinero y sus materias primas derivadas. La diferencia entre estos dos términos es que crecimiento significa aumento de volumen debido a la acumulación de materiales donde la cantidad se convierte en el factor principal, mientras que desarrollo significa expansión del potencial donde la calidad se convierte en el factor principal. Las visiones ecológica y sistémica, en cambio, se basan en procesos específicos y heterogéneos de descomposición física a partir de la energía que se recibe diariamente del sol. Por lo tanto, el concepto de crecimiento y/o desarrollo económico es el de los sistemas económicos subyacentes asociados con lo físico. No existe armonía en el mundo ni modelos de su medición que se limiten al comportamiento de indicadores como la renta o el producto nacional (Leal, 2008).

Otra visión fue propuesta por Herman Daly, quien entendió el "desarrollo sostenible" como "desarrollo sin crecimiento", entendiendo el crecimiento como "aumentar la escala mediante la adición de materiales" y el desarrollo como "expandir o realizar el

potencial". Para entender este concepto, basta considerar si el nacimiento constante de niños y la posterior muerte por inanición en países como Somalia o Bangladesh es desarrollo o crecimiento. Él cree que, para lograr el desarrollo sostenible, la capacidad de desarrollo humano debe ser igual a la capacidad de apoyo ambiental, es decir, el área apoyada es proporcional al área apoyada (Leal, 2008).

Para lograr este objetivo, la población y su capacidad de consumo deben ser limitadas, la tasa de desarrollo ambiental debe ser igual a la tasa de renovación de los recursos naturales y las emisiones deben corresponder a la capacidad de asimilación del medio ambiente y al consumo de desarrollo. Los recursos naturales deben coincidir con la extracción de alternativas renovables, es decir, se debe tener en cuenta la sostenibilidad ambiental (Leal, 2008).

#### **4.3 Marco Conceptual**

Este marco conceptual se sustenta en teorías y conceptos relacionados con el tema de investigación, tal como lo es la energía, quizás uno de los conceptos más importantes en este tema de investigación; es así como Jaime González Velasco define la energía como "la capacidad de realizar un trabajo". También menciona que la energía es una cantidad escalar medida en julios (J) y se puede expresar en diversas formas como: energía cinética (movimiento), energía potencial (posición o estado), energía térmica (calor), energía química (energía química), energía eléctrica (movimiento de cargas), energía radiante (ondas electromagnéticas). González Velasco también enfatizó que, según la ley de conservación de la energía, la energía se puede transformar de una forma a otra, pero no se puede crear ni destruir (Velasco, 2009).

Así mismo, el desempeño energético, en el cual los resultados son mensurables y están relacionados con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía. Con

referencia a este concepto, se deben identificar y contabilizar todas las instalaciones consumidoras, de almacenamiento o de producción de energía, las instalaciones que las componen y todas las formas de energía consumidas en ellas. Básicamente se trata de otra forma de expresar lo que en las normas europeas o en diversas normas nacionales se llamaba "identificación de aspectos energéticos", que ahora se divide en uso y consumo de energía (Peña & Sánchez, 2012).

Por otra parte, Según James A. Momh, la optimización energética se refiere al proceso de encontrar la mejor solución para un sistema eléctrico, teniendo en cuenta factores como la eficiencia, la confiabilidad, la seguridad y la viabilidad económica y ambiental. El autor enfatiza que la optimización energética incluye: reducir las pérdidas de energía en la transmisión y distribución, aumentar la eficiencia de la producción, reducir los costos de operación y mantenimiento, mejorar la confiabilidad y seguridad del sistema, así como considerar la viabilidad económica y las soluciones ambientales. En resumen, la optimización energética es un proceso clave para mejorar el rendimiento y la sostenibilidad de los sistemas eléctricos, lo que requiere un enfoque integral que considere múltiples factores y utilice métodos de optimización avanzados (Momoh, 2017).

Por otra parte, La eficiencia energética, como concepto, combina acciones tomadas tanto por la oferta como por la demanda sin afectar el bienestar o la producción, aumentando así la seguridad del suministro. Además, se puede ahorrar consumo de energía y economía general. Al mismo tiempo, se logró una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoras en la situación financiera de las empresas energéticas (Poveda, 2007).

Para abordar el sector de aplicación del caso de estudio, es importante conocer el concepto de conjunto residencial, en el cual Ismael Hernando Arévalo Guerrero define que,

es una propiedad horizontal caracterizada por un conjunto de edificios o casas residenciales que comparten espacios comunes y están sujetos a un sistema común de gestión y gobernanza que garantiza espacios comunes de seguridad, mantenimiento y protección. Arévalo Guerrero enfatizó que los conjuntos residenciales pueden ser cerrados, abiertos o mixtos. También menciona que los conjuntos residenciales podrán contar con diversos tipos de áreas comunes como estacionamientos, áreas de recreación, piscinas, gimnasios, etc. La administración y gestión de estos complejos está a cargo de un comité administrativo o un funcionario administrativo designado (Arévalo, 2024).

Igualmente, en su libro define las áreas comunes, como edificios sujetos a un régimen de propiedad horizontal con espacios y objetos que son utilizados y disfrutados por todos los propietarios de un edificio o conjunto y son necesarios para la existencia, seguridad y protección del complejo. Arévalo Guerrero enfatiza que las áreas públicas pueden ser áreas de circulación, áreas de recreación, áreas de servicios, áreas de seguridad. También menciona que las áreas comunes son parte integral del bien común y que su administración y mantenimiento son responsabilidad de un comité de gestión o administrador designado (Arévalo, 2024).

Por último, tenemos un concepto muy relevante y actual como la sostenibilidad, la cual, Según Carmen Velayos Castelo, se define como La capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Esta definición se basa en el informe de la Comisión Brundtland de 1987, también conocido como "Nuestro Futuro Común", que estableció el concepto de sostenibilidad como un principio rector para el desarrollo económico y social. Carmen Velayos Castelo, experta en sostenibilidad y medio ambiente, enfatiza la

importancia de considerar las dimensiones social, económica y ambiental en la búsqueda de un desarrollo sostenible (Castelo, 2008).

#### **4.4 Marco Legal**

El presente marco legal tiene como objetivo establecer las normas, principios y disposiciones que rigen el proyecto de diseño de una estrategia para la optimización del consumo de energía eléctrica de las áreas comunes del conjunto residencial altos del valle en el municipio de Floridablanca, Santander, en cuestión, con el fin de garantizar un funcionamiento ordenado, transparente y justo. Este marco busca regular las responsabilidades, derechos y obligaciones de las partes involucradas, y proporcionar un conjunto de directrices claras para su aplicación y cumplimiento. Su finalidad es promover la legalidad, la seguridad jurídica y el respeto a las normas que rigen nuestra sociedad.

La Ley 143 de fecha 11 de julio de 1994, publicada en diario oficial N° 41434 del 12 de julio de 1994, por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética, establece los procedimientos para las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de acuerdo con las funciones constitucionales y legales que corresponden al Ministerio de Minas y Energía, en adelante denominadas actividades industriales (Ley 143 de 1994).

Por otra parte, la Ley 675 de fecha 03 de agosto de 2001, publicada en diario oficial N° 44509 del 04 de agosto de 2001, por medio de la cual se expide el régimen de propiedad horizontal, permite una forma especial de propiedad, a saber, la propiedad horizontal, en la que existe la propiedad exclusiva de la propiedad privada y la propiedad conjunta de la

tierra y otros bienes comunes para garantizar la seguridad de la propiedad y la convivencia pacífica, así como la función social de la propiedad (Ley 675 de 2001).

En el mismo año, fue expedida la Ley 697 de fecha 03 de octubre de 2001, publicada en diario oficial N° 44573 del 05 de octubre de 2001, mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. Esta ley declara que el uso racional y eficiente de la energía y el uso de fuentes de energía no convencionales está relacionado con los intereses sociales, públicos y nacionales, la declaración llama a emitir las normas necesarias para que el país cuente con regulaciones que permitan ser racionales y eficientes; aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles en el territorio nacional (Ley 697 de 2001).

Posteriormente, se expidió el Decreto Ley 3683 de fecha 19 de diciembre de 2003, publicado en diario oficial N°45409 del 22 de diciembre de 2003, por el cual se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una Comisión Intersectorial. El decreto tiene como objetivo regular el uso racional y eficiente de la energía con el fin de lograr la máxima eficiencia energética, asegurar el suministro adecuado y oportuno de energía, la competitividad en el mercado energético colombiano, la protección del consumidor y promover el desarrollo de las organizaciones no gubernamentales, el desarrollo en el marco del uso de fuentes de energía tradicionales y el cumplimiento de la normativa vigente en materia ambiental y de recursos naturales renovables (Decreto Ley 3683 de 2003).

Igualmente, aparece la Ley 1715 de fecha 13 de mayo de 2014, publicada en diario oficial N°49150 del 13 de mayo de 2014, por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Dicha ley tiene por objeto promover el desarrollo y uso de fuentes de energía no convencionales, tales

como sistemas de almacenamiento de energía y su uso eficiente de la energía (principalmente energías renovables) en el sistema energético nacional integrándolos al mercado. , proporcionar servicios públicos residenciales, proporcionar servicios de alumbrado público y otras formas de uso de energía como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del suministro energético (Ley 1715 de 2014).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emite la Resolución 1283 de fecha 03 de agosto de 2016, publicada el mismo día en su página oficial, por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER y gestión eficiente de la energía para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11,12 13 y 14 de la ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones (Resolución 1283 de 2016).

La presente Resolución, tiene por objeto determinar los procedimientos y requisitos para la emisión de certificados de beneficio ambiental para nuevas inversiones en proyectos de energías renovables no tradicionales y gestión eficiente de la energía, con cuya ayuda se podrán obtener beneficios fiscales, de qué tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la ley 1715 de 2014 (Resolución 1283 de 2016).

Por último, se contempla el Decreto 1476 de fecha 03 de agosto de 2022, publicado el 09 de del mismo año, por el cual se reglamentan los artículos 21 y 23 de la ley 2099 de 2021 y se adiciona el título VII a la parte 2 del libro 2 del decreto 1073 de 2015, con el fin de adoptar disposiciones dirigidas a promover la innovación, investigación, producción, almacenamiento, distribución y uso del hidrógeno. El propósito de este capítulo es identificar los mecanismos, condiciones e incentivos para el desarrollo. Hidrógeno

autóctono, innovador, investigado, producido, almacenado, transportado, distribuido y utilizado con el objetivo de proporcionar servicios públicos, almacenamiento de energía y descarbonización en sectores como el transporte, el gas, los hidrocarburos, la minería y la energía industria (Decreto 1476 de 2022).

## **5. Metodología**

### **5.1 Tipo de Investigación**

Para el desarrollo de este proyecto se implementó la metodología de investigación de tipo descriptiva, la cual, según Esteban Nieto, define como un tipo de investigación que busca recopilar datos e información sobre características, propiedades y aspectos de personas, agentes e instituciones. Su objetivo principal es responder preguntas sobre la situación actual de los sujetos de estudio, como "¿cómo es x?" o "¿cuál es la relación entre X e Y?". Este nivel de investigación es útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno y puede servir para tomar decisiones correctivas en instituciones, como centros educativos o penitenciarios, con el fin de mejorar su funcionamiento. La investigación descriptiva se basa en la medición de uno o más atributos del fenómeno de interés y puede variar en profundidad (Esteban, 2018).

En nuestro proyecto implementamos el tipo de investigación descriptiva, toda vez que nos enfocamos en describir y caracterizar una situación que se está viviendo por el alto consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial y por lo cual se están buscando estrategias para optimizar dicho consumo.

### **5.2 El Enfoque de la Investigación**

En el proyecto se estableció un enfoque mixto de investigación, donde se define este como un proceso de investigación híbrido que implica recopilación, análisis e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos que el investigador considera necesario

completar su estudio. Este enfoque representa un proceso de investigación sistemático, empírico y crítico donde la visión objetiva de la investigación cuantitativa y la visión subjetiva de la investigación cuantitativa, se pueden incorporar para abordar situaciones humanas (Ortega,2018).

Para el desarrollo del proyecto se eligió utilizar un enfoque mixto para abordar la optimización del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial Alto del Valle. El enfoque cualitativo se utiliza para comprender las percepciones y comportamientos de los residentes mediante entrevistas y observaciones, permitiendo identificar patrones y tendencias. Por otro lado, el enfoque cuantitativo se aplica mediante el análisis de datos de consumo de energía y la aplicación de métodos estadísticos, permitiendo evaluar la efectividad de las estrategias de optimización y tomar decisiones informadas.

### **5.3 Técnicas de recolección de la información**

Según, Tamayo y Tamayo, en su libro "El proceso de la investigación científica", la investigación mixta se caracteriza por combinar enfoques cuantitativos y cualitativos en un solo estudio o en una serie de estudios, integrar métodos y técnicas de recolección y análisis de datos de ambos enfoques, proporcionar una comprensión más completa y profunda del fenómeno de interés, permitir la triangulación de datos y métodos, lo que aumenta la validez y confiabilidad de los resultados y ser útil para estudiar fenómenos complejos que requieren una aproximación multifacética (Tamayo, 2007).

Basándonos en la información proporcionada, nuestro proyecto se acoge al diseño de investigación mixta, el cual combina elementos de investigación documental y de campo, permitiendo la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos, combinando la revisión de literatura y el análisis de documentos con la recopilación de datos directamente

de la realidad y obteniendo una comprensión más completa y profunda del fenómeno de interés (consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial Alto del Valle), lo que permitirá tomar decisiones informadas y desarrollar estrategias efectivas para optimizar el consumo de energía.

Se procede a explicar el paso a paso seguido para la consecución de los objetivos, de acuerdo con el tipo de investigación adoptada, el enfoque metodológico, fases y el propósito del proyecto.

Objetivo 1: Realizar un diagnóstico del consumo de los últimos seis meses de energía eléctrica de las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle.

Paso 1. Recopilación de datos históricos

Paso 2. Análisis del consumo energética

Paso 3. Inspección técnica

Paso 4. Representación gráfica

Objetivo 2: Determinar las causas que conllevan a los altos índices de consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle.

Paso 1. Evaluación de prácticas de uso:

Paso 2. Diagnóstico técnico:

Paso 3. Comparación con estándares:

Objetivo 3: Proponer alternativas para la reducción del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle.

Paso 1. Optimización de la Iluminación

Paso 2. Implementación de energías renovables

Paso 3. Gestión de la Demanda

Paso 4. Mantenimiento preventivo

## **6. Desarrollo de los objetivos**

### **6.1 Desarrollo objetivo 1: Realizar un diagnóstico del consumo de los últimos seis meses de energía eléctrica de las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle.**

#### **Paso 1. Recopilación de datos históricos:**

Obtener facturas de los últimos seis meses del consumo eléctrico de las áreas comunes.

Para llevar a cabo esta actividad, fue imprescindible consultar la información histórica almacenada en los archivos de gestión de la administración del conjunto residencial Altos del Valle. En estos archivos se recopilieron copias de los recibos del servicio público de energía eléctrica correspondientes a los últimos periodos. A través de estos documentos, se logró acceder a datos desde el mes de enero del año 2020 al mes de octubre del año 2024, información clave relacionada con el consumo energético en kilovatios hora (kWh) y el costo por unidad de energía (\$/kWh). Esta información resultó fundamental para analizar las tendencias de consumo y los costos asociados, permitiendo construir una base de datos sólida para el diagnóstico energético de las áreas comunes del conjunto residencial.

Revisar informes financieros de la administración que incluyan datos energéticos relacionados.

A modo de consulta se revisaron los informes presentados a la asamblea general de copropietarios del año 2020 hasta el 2023, para realizar un análisis de los informes mensuales entregados al consejo de administración correspondientes al periodo de enero a octubre de 2024. Estos documentos permitieron obtener una visión detallada sobre el rubro

del servicio de energía eléctrica, incluyendo tanto el presupuesto proyectado como el ejecutado.

El análisis de estos informes proporcionó información valiosa para identificar patrones de gasto y consumo energético a lo largo de los años. Asimismo, permitió evaluar la alineación entre las proyecciones presupuestales y los costos reales incurridos, lo que facilita la identificación de posibles desajustes o áreas de mejora en la planificación financiera. Esta revisión exhaustiva contribuye a fundamentar el diagnóstico energético, garantizando una base sólida para proponer estrategias de optimización.

### **Paso 2. Análisis del consumo energético:**

Crear una base de datos que integre información sobre consumo mensual, costos y tendencias.

Hemos estructurado una base de datos detallada a partir de la información recopilada, con el objetivo de integrar y analizar de manera sistemática los datos relacionados con el consumo energético mensual, las tarifas aplicadas y los costos asociados. Esta base de datos incorpora información clave, incluyendo el consumo total en kilovatios hora (kWh) del conjunto residencial, abarcando tanto las áreas comunes como las privadas. Además, se registró la tarifa específica en pesos por kWh para cada período, el costo desglosado del consumo correspondiente a las áreas comunes y el valor total del servicio eléctrico facturado para estas áreas. Este enfoque nos permite contar con una herramienta sólida para identificar patrones de consumo, evaluar tendencias y desarrollar análisis más profundos.

**Tabla 1***Base de datos consumo de energía del año 2020*

N°	PERIODO			DATOS DEL MEDIDOR				
	DESDE	HASTA	DIAS DE CONSUMO	CONSUMO TOTAL CONJUNTO RESIDENCIAL kWh/mes	CONSUMO TOTAL APARTAMENTOS kWh/mes	CONSUMO TOTAL ÁREAS COMUNES kWh/mes	CONSUMO PROMEDIO ÁREAS COMUNES kWh/Día	VALOR kWh (\$)
1	20/12/2019	18/01/2020	30	27840	24256,05	3583,95	119,47	\$ 469,71
2	19/01/2020	17/02/2020	30	30720	26738,15	3981,85	132,73	\$ 528,15
3	18/02/2020	19/03/2020	31	32320	27917,24	4402,76	142,02	\$ 533,43
4	20/03/2020	18/04/2020	30	29760	26509,15	3250,85	108,36	\$ 528,15
5	19/04/2020	19/05/2020	31	31200	27763,15	3436,85	110,87	\$ 528,15
6	20/05/2020	19/06/2020	31	29760	26110,14	3649,86	117,74	\$ 528,15
7	20/06/2020	21/07/2020	31	29920	26250,52	3669,48	118,37	\$ 528,15
8	22/07/2020	20/08/2020	30	28800	25443,14	3356,86	111,90	\$ 528,15
9	21/08/2020	19/09/2020	30	29280	25536,14	3743,86	124,80	\$ 528,15
10	20/09/2020	19/10/2020	30	28800	25540,14	3259,86	108,66	\$ 528,15
11	20/10/2020	19/11/2020	31	29920	25669,14	4250,86	137,12	\$ 528,15
12	20/11/2020	19/12/2020	30	30240	25612,14	4627,86	154,26	\$ 528,15
<b>TOTALES</b>				358560	313345,09	45214,91		
<b>PROMEDIO</b>				29880	26112,09	3767,91	123,86	\$ 523,72

*Nota:* Esta tabla muestra el consumo en kilovatios hora (kWh) en el año 2020 del conjunto residencial altos del valle en el municipio de Floridablanca, Santander.

**Tabla 2***Base de datos consumo de energía del año 2021*

N°	PERIODO FACTURADO 2021			DATOS DEL MEDIDOR				
	DESDE	HASTA	DIAS DE CONSUMO	CONSUMO TOTAL CONJUNTO RESIDENCIAL kWh/mes	CONSUMO TOTAL APARTAMENTOS kWh/mes	CONSUMO TOTAL ÁREAS COMUNES kWh/mes	CONSUMO PROMEDIO ÁREAS COMUNES kWh/Día	VALOR kWh (\$)
1	44185	44215	31	30720	25647,18	5072,82	163,64	530,79
2	44216	44243	28	30720	25414,37	5305,63	189,49	533,44
3	44244	44274	31	31520	26440,41	5079,59	163,86	536,64
4	44275	44305	31	29920	24883,38	5036,62	162,47	539,86
5	44306	44335	30	29600	24896,34	4703,66	156,79	543,10
6	44336	44365	30	28640	23882,65	4757,35	158,58	546,37
7	44366	44396	31	28640	23977,45	4662,55	150,40	549,64
8	44397	44427	31	29120	24160,05	4959,95	160,00	552,94
9	44428	44457	30	28960	24420,71	4539,29	151,31	556,26
10	44458	44489	32	31680	26443,94	5236,06	163,63	559,60
11	44490	44519	29	29280	24525,81	4754,19	163,94	562,34
12	44520	44550	31	29120	24519,12	4600,88	148,42	566,33
<b>TOTALES</b>				357920	299211,41	58708,59		
<b>PROMEDIO</b>				29952	25016,65	4935,35	162,02	544,86

*Nota:* Esta tabla muestra el consumo en kilovatios hora (kWh) en el año 2021 del conjunto residencial altos del valle en el municipio de Floridablanca, Santander.

**Tabla 3***Base de datos consumo de energía del año 2022*

PERIODO FACTURADO 2022				DATOS DEL MEDIDOR				
N°	DESDE	HASTA	DIAS DE CONSUMO	CONSUMO	CONSUMO TOTAL	CONSUMO	CONSUMO	VALOR kWh (\$)
				TOTAL CONJUNTO RESIDENCIAL kWh/mes	APARTAMENTOS kWh/mes	TOTAL ÁREAS COMUNES kWh/mes	PROMEDIO ÁREAS COMUNES kWh/Día	
1	21/12/2021	20/01/2022	31	28000	23333,03	4666,97	150,55	569,73
2	21/01/2022	17/02/2022	28	27840	23587,33	4252,67	151,88	575,42
3	15/02/2022	19/03/2022	30	29120	24600,10	4519,90	150,66	581,18
4	20/03/2022	19/04/2022	31	29760	25212,06	4547,94	146,71	610,24
5	20/04/2022	18/05/2022	29	27380	23342,44	4037,56	139,23	623,91
6	19/05/2022	19/06/2022	31	27840	23546,24	4293,76	138,51	645,47
7	19/06/2022	19/07/2022	31	27520	22976,02	4543,98	146,58	677,75
8	20/07/2022	19/08/2022	31	28640	24075,02	4564,98	147,26	699,43
9	20/08/2022	19/09/2022	31	29120	24553,16	4566,84	147,32	716,92
10	20/09/2022	20/10/2022	31	28000	24077,20	3922,80	126,54	721,22
11	21/10/2022	19/11/2022	30	27200	23118,20	4081,80	136,06	721,22
12	20/11/2022	20/12/2022	31	28053	23742,20	4310,80	139,06	721,22
<b>TOTALES</b>				338473	286162,99	52310,01		
<b>PROMEDIO</b>				28206	23846,92	4359,17	143,36	655,31

*Nota:* Esta tabla muestra el consumo en kilovatios hora (kWh) en el año 2022 del conjunto residencial altos del valle en el municipio de Floridablanca, Santander.

**Tabla 4***Base de datos consumo de energía del año 2023*

PERIODO FACTURADO 2023				DATOS DEL MEDIDOR				
N°	DESDE	HASTA	DIAS DE CONSUMO	CONSUMO TOTAL	CONSUMO TOTAL	CONSUMO TOTAL	CONSUMO	VALOR kWh (\$)
				CONJUNTO RESIDENCIAL kWh/mes	APARTAMENTOS kWh/mes	ÁREAS COMUNES kWh/mes	PROMEDIO ÁREAS COMUNES kWh/Día	
1	44916	44946	31	25387	22875,19	2511,81	81,03	721,22
2	44947	44974	28	26880	24269,20	2610,80	93,24	721,22
3	44975	45006	32	29280	25828,22	3451,78	107,87	721,22
4	45007	45035	29	26400	23490,27	2909,73	100,34	733,19
5	45036	45065	30	28480	25382,24	3097,76	103,26	740,89
6	45066	45097	31	32800	27685,12	5114,88	165,00	740,89
7	45098	45126	29	20320	20320,04	-0,04	0,00	749,96
8	45127	45157	31	28960	25770,04	3189,96	102,90	752,21
9	45158	45188	31	28320	25293,08	3026,92	97,64	755,97
10	45189	45218	30	28320	25397,14	2922,86	97,43	761,26
11	45219	45248	30	27040	24380,17	2659,83	88,66	852,61
12	45249	45280	31	29280	26399,83	2880,17	92,91	852,61
<b>TOTALES</b>				331467	297090,55	34376,45		
<b>PROMEDIO</b>				27622	24631,06	2883,64	94,87	758,60

*Nota:* Esta tabla muestra el consumo en kilovatios hora (kWh) en el año 2023 del conjunto residencial altos del valle en el municipio de Floridablanca, Santander.

**Tabla 5**

*Base de datos consumo de energía a octubre del año 2024*

PERIODO FACTURADO 2024				DATOS DEL MEDIDOR				
N°	DESDE	HASTA	DIAS DE CONSUMO	CONSUMO TOTAL CONJUNTO RESIDENCIAL kWh/mes	CONSUMO TOTAL APARTAMENTOS kWh/mes	CONSUMO TOTAL ÁREAS COMUNES kWh/mes	CONSUMO PROMEDIO ÁREAS COMUNES kWh/Día	VALOR kWh (\$)
1	21/12/2023	19/01/2024	30	26880	23968,23	2911,77	97,06	857,44
2	20/01/2024	17/02/2024	29	28800	26205,15	2594,85	89,48	833,66
3	18/02/2024	18/03/2024	30	31040	28391,15	2648,85	88,29	825,81
4	19/03/2024	17/04/2024	30	29440	26648,29	2791,71	93,06	850,98
5	18/04/2024	18/05/2024	31	28800	26010,25	2789,75	89,99	871,79
6	19/05/2024	18/06/2024	31	28800	25888,14	2911,86	93,93	894,00
7	19/06/2024	19/07/2024	31	26080	23473,18	2606,82	84,09	884,46
8	20/07/2024	17/08/2024	29	26880	24323,05	2556,95	88,17	903,96
9	18/08/2024	18/09/2024	32	30080	27349,22	2730,78	85,34	913,80
10	19/09/2024	19/10/2024	31	28480	25762,16	2717,84	87,67	863,72
<b>TOTALES</b>				285280	258018,81	27261,19		
<b>PROMEDIO</b>				28528	25801,88	2726,12	89,71	869,96

*Nota:* Esta tabla muestra el consumo en kilovatios hora (kWh) hasta el mes de octubre del año 2024 del conjunto residencial altos del valle en el municipio de Floridablanca, Santander.

**Tabla 6**

*Base de datos del costo de la energía a octubre del año 2024*

PERIODO FACTURADO				DATOS DE LOS RECIBOS DE ENERGÍA									
N°	DESDE	HASTA	DIAS DE CONSUMO	CONSUMO TOTAL CONJUNTO RESIDENCIAL kWh/mes	VALOR kWh (\$)	TOTAL VALOR SERVICIO ENERGÍA (\$)	DESCUENTO CONSUMO UNIDADES PRIVADAS (\$)	PROMEDIO VALOR/APTO (\$)	TOTAL VALOR CONSUMO ÁREAS COMUNES (\$)	INTERESES MES (\$)	TOTAL VALOR SERVICIO ÁREAS COMUNES (\$)	VALOR REAL RECIBO (\$)	DIFERENCIA (\$)
1	21/12/2023	19/01/2024	30	26880	857,44	\$ 23.047.987,20	\$ 20.551.316,00	\$ 102.756,58	\$ 2.496.671,20	\$ 1.661,00	\$ 2.498.332,20	\$ 2.498.550,00	-\$ 217,80
2	20/01/2024	17/02/2024	29	28800	833,66	\$ 24.009.408,00	\$ 21.846.183,00	\$ 109.230,92	\$ 2.163.225,00	\$ 12.235,00	\$ 2.175.460,00	\$ 2.175.595,00	-\$ 135,00
3	18/02/2024	18/03/2024	30	31040	825,81	\$ 25.633.142,40	\$ 23.445.697,00	\$ 117.228,49	\$ 2.187.445,40	\$ 4.237,00	\$ 2.191.682,40	\$ 2.191.819,00	-\$ 136,60
4	19/03/2024	17/04/2024	30	29440	850,98	\$ 25.052.851,20	\$ 22.677.158,00	\$ 113.385,79	\$ 2.375.693,20	\$ 10.719,00	\$ 2.386.412,20	\$ 2.386.680,00	-\$ 267,80
5	18/04/2024	18/05/2024	31	28800	871,79	\$ 25.107.552,00	\$ 22.675.479,00	\$ 113.377,40	\$ 2.432.073,00	\$ -	\$ 2.432.073,00	\$ 2.432.318,00	-\$ 245,00
6	19/05/2024	18/06/2024	31	28800	894,00	\$ 25.747.200,00	\$ 23.143.994,00	\$ 115.719,97	\$ 2.603.206,00	\$ 11.918,00	\$ 2.615.124,00	\$ 2.615.259,00	-\$ 135,00
7	19/06/2024	19/07/2024	31	26080	884,46	\$ 23.066.716,80	\$ 20.761.089,00	\$ 103.805,45	\$ 2.305.627,80	\$ 1.641,00	\$ 2.307.268,80	\$ 2.307.446,00	-\$ 177,20
8	20/07/2024	17/08/2024	29	26880	903,96	\$ 24.298.444,80	\$ 21.987.065,00	\$ 109.935,33	\$ 2.311.379,80	\$ 11.298,00	\$ 2.322.677,80	\$ 2.322.729,00	-\$ 51,20
9	18/08/2024	18/09/2024	32	30080	913,80	\$ 27.487.104,00	\$ 24.991.719,00	\$ 124.958,60	\$ 2.495.385,00	\$ -	\$ 2.495.385,00	\$ 2.495.608,00	-\$ 223,00
10	19/09/2024	19/10/2024	31	28480	863,72	\$ 24.598.745,60	\$ 22.251.289,00	\$ 111.256,45	\$ 2.347.456,60	\$ 408,00	\$ 2.347.864,60	\$ 2.348.013,00	-\$ 148,40
<b>TOTALES</b>				285280		\$ 248.049.152,00	\$ 224.330.989,00		\$ 23.718.163,00		\$ 23.772.280,00	\$ 23.774.017,00	-\$ 1.737,00
<b>PROMEDIO</b>				28528	869,96	\$ 24.804.915,20	\$ 22.433.098,90	\$ 112.165,49	\$ 2.371.816,30	\$ 5.411,70	\$ 2.377.228,00	\$ 2.377.401,70	-\$ 173,70

*Nota:* Esta tabla muestra el consumo en pesos (\$) hasta el mes de octubre del año 2024 del conjunto residencial altos del valle en el municipio de Floridablanca, Santander.

### **Análisis específico y resumen general del consumo**

Consumo total áreas comunes (últimos seis meses): 16.314, kWh

Promedio mensual: 2.719,00 kWh

Periodo con mayor consumo: Del 19/05/2024 al 18/06/2024 con 2.911,86 kWh

Periodo con menor consumo: Del 20/07/2024 al 17/08/2024 con 2.556,95 kWh

Análisis de costos (últimos seis meses)

Costo total áreas comunes: \$14.495.128,20 pesos

Intereses por mora: \$25.265 pesos

Costo promedio mensual: \$2.415.854,70 pesos

Tarifa promedio por kWh: 888,62 COP/ kWh

### **Identificación de tendencias, relación entre consumo y costos:**

La relación entre el consumo energético y los costos asociados fue analizada utilizando la correlación entre estas variables. Se obtuvo un coeficiente de correlación de **0.89**, lo que indica una **relación directa y fuerte**. Este resultado confirma que un incremento en el consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial impacta significativamente en el costo total del servicio.

Interpretación del coeficiente de correlación:

- **0.89** representa una correlación positiva casi perfecta.
- Esto significa que cuando el consumo energético (en kWh) aumenta, los costos también aumentan proporcionalmente, dependiendo de las tarifas aplicadas por el proveedor de energía.

El coeficiente de correlación entre el consumo energético y los costos se calculó utilizando la **correlación de Pearson**, que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas. Este coeficiente tiene un rango de valores entre -1 y 1:

- **1** indica una relación positiva perfecta.
- **0** indica que no hay relación lineal.
- **-1** indica una relación negativa perfecta.

Cálculo y datos utilizados en el Análisis:

- Variable X: Consumo mensual de energía en kWh (áreas comunes).
- Variable Y: Costos totales del servicio eléctrico (COP).

Método de Cálculo: Para este cálculo utilizamos la función `corr()`, que implementa la fórmula de Pearson de manera eficiente. La función toma dos columnas del conjunto de datos (en este caso, consumo y costos) y devuelve el coeficiente de correlación.

Resultado: Se obtuvo un valor de **0.89**, que representa una relación positiva y fuerte entre las variables.

#### **Incremento de tarifas, factores que influyen en la relación y tarifas por kWh:**

Durante el período analizado, las tarifas incrementaron progresivamente, con una variación promedio mensual de **2.81 COP por kWh**. Este aumento afecta directamente los costos, independientemente de que el consumo se mantenga constante o disminuya.

#### **Componentes fijos en la facturación:**

Algunos elementos de la facturación, como impuestos o costos de mantenimiento, no están directamente ligados al consumo y pueden debilitar ligeramente la relación entre estas variables.

#### **Estructura tarifaria:**

Si las tarifas son variables o escalonadas, como sucede en algunos periodos de alta demanda, el costo puede aumentar de forma más pronunciada que el consumo.

#### **Impacto en la gestión energética:**

La fuerte correlación entre el consumo y los costos evidencia la importancia de implementar medidas de eficiencia energética. Disminuir el consumo en meses de alta demanda o ajustar el uso de equipos durante períodos de tarifas elevadas puede reducir los costos significativamente.

**Implicaciones para el proyecto y control de costos:**

El análisis de esta relación permite identificar estrategias directas para reducir el gasto en energía, como optimizar el uso de equipos de alto consumo o implementar tecnologías más eficientes.

**Planificación presupuestal:**

Con un conocimiento claro de esta relación, es posible prever los costos asociados a aumentos en el consumo energético.

**Monitoreo de eficiencia:**

El seguimiento de esta correlación puede ser una herramienta clave para evaluar la efectividad de las medidas de ahorro energético implementadas.

**Medición del consumo de energía**

En el análisis técnico realizado para el conjunto residencial Altos del Valle, se identificó que el consumo energético total del conjunto es cuantificado por un único contador general. Posteriormente, el proveedor de energía aplica un cálculo matemático para descontar el consumo individual de cada apartamento, obteniendo así una estimación del consumo en las áreas comunes. Esta metodología presenta limitaciones importantes que impactan directamente en la precisión del diagnóstico y en la capacidad de optimizar el uso de energía en las áreas comunes.

**Problemas identificados**

Falta de Precisión en el Consumo de Áreas Comunes: La estimación del consumo de las áreas comunes está sujeta a posibles errores en el cálculo y no permite identificar con exactitud los patrones de uso ni las ineficiencias en los sistemas eléctricos.

**Limitaciones para implementar estrategias de optimización:**

Sin un contador independiente, es imposible medir el impacto real de las medidas de ahorro energético implementadas en las áreas comunes.

**Dificultad en la detección de desperdicios energéticos:**

No se pueden identificar de manera puntual consumos fantasmas, fugas de energía o sobreconsumos específicos en equipos instalados en las áreas comunes.

**Propuesta técnica**

Se recomienda la instalación de un contador exclusivo para las áreas comunes del conjunto residencial, con las siguientes características y beneficios:

Características técnicas: Contador digital avanzado: Con capacidad para realizar mediciones en tiempo real y almacenar registros históricos.

Capacidad de integración: Compatible con sistemas de monitoreo remoto para un seguimiento continuo del consumo.

Funciones analíticas: Permita desglosar el consumo por horarios, picos de demanda, y tendencias.

Ubicación y configuración: El contador debe instalarse en el punto de conexión principal de los circuitos que alimentan exclusivamente a las áreas comunes, separando el consumo residencial del conjunto.

Monitoreo y registro: Integrar el contador a un sistema de gestión energética para generar informes periódicos y detectar anomalías de manera proactiva.

Beneficios esperados: Medición precisa y transparente: Permite obtener datos exactos del consumo en las áreas comunes, eliminando la dependencia de cálculos estimativos por parte del proveedor de energía.

**Evaluación eficiente de estrategias de ahorro:**

Facilita la medición del impacto de las medidas implementadas (como el reemplazo de luminarias o la instalación de sensores), validando su efectividad.

**Reducción de desperdicios:**

Ayuda a identificar y corregir rápidamente consumos anómalos, fugas de energía o el uso ineficiente de equipos.

**Optimización del presupuesto:**

Con un control exacto del consumo, se podrán proyectar con mayor precisión los costos energéticos asociados a las áreas comunes, mejorando la gestión financiera del conjunto.

**Cumplimiento normativo y mejora de la infraestructura:**

Alinea las instalaciones con las mejores prácticas y recomendaciones técnicas, posicionando al conjunto residencial como un modelo de eficiencia energética.

**Identificar patrones de uso y períodos de mayor consumo.**

El análisis del consumo energético en las áreas comunes del conjunto residencial evidencia fluctuaciones moderadas a lo largo del período analizado. Se observan picos significativos en meses específicos, como mayo y junio, que representan los períodos de mayor demanda. En contraste, los valores más bajos de consumo se registran en julio y agosto, lo que sugiere posibles variaciones estacionales o una reducción en el uso de los equipos y aparatos eléctricos.

Además, la tarifa por kWh presenta un aumento constante a lo largo del tiempo, lo que genera un impacto directo y significativo en los costos totales del servicio eléctrico, independientemente de que el consumo mensual sea estable o incluso disminuya. Este incremento progresivo de las tarifas resalta la importancia de monitorear tanto el consumo como las tarifas aplicadas para evaluar con precisión su efecto combinado sobre los costos.

Este comportamiento pone de manifiesto la necesidad de implementar estrategias orientadas a optimizar el consumo en meses de alta demanda, mitigar el impacto de las tarifas crecientes y evaluar prácticas de uso eficiente en equipos y aparatos eléctricos.

La identificación de estos patrones no solo permite un mejor entendimiento del comportamiento energético del conjunto residencial Altos del Valle, sino que también sienta las bases para el diseño de estrategias que reduzcan costos y promuevan un uso más eficiente de los recursos energéticos.

### **Paso 3. Inspección técnica:**

Realizar visitas a las áreas comunes para documentar el estado de los sistemas eléctricos y equipos utilizados.

Identificar equipos de alto consumo, como luminarias, bombas de agua, ascensores, entre otros.

### **Planeación de la inspección técnica**

La inspección técnica se desarrolló con el objetivo de documentar el estado de los sistemas eléctricos y los equipos utilizados en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle. Para ello, se realizó un recorrido detallado por las instalaciones, categorizando los equipos eléctricos según su ubicación y función.

### **Metodología de la inspección**

#### **Recolección de información:**

Se identificaron y registraron los equipos eléctricos instalados en cada área común, como luminarias, bombas de agua, ventiladores, cámaras de seguridad, alarmas, reflectores y portón de acceso. Cada equipo fue clasificado por su tipo, cantidad y ubicación específica.

#### **Medición del consumo energético:**

Se documentó el consumo energético de cada equipo en vatios (W), utilizando los valores proporcionados por las especificaciones técnicas o directamente en las etiquetas de los equipos.

#### **Identificación de equipos de alto consumo:**

Se analizaron los datos recopilados para identificar equipos con consumos significativos, que podrían representar una proporción alta del gasto energético total.

Ejemplos de estos equipos incluyen:

Luminarias de alta potencia: como lámparas con bombillas LED grandes en pasillos y zonas verdes.

Sistemas de bombeo: bombas de agua que operan continuamente para el suministro y circulación.

#### **Resultados del Inventario**

##### **Categorías de Equipos:**

Se identificaron luminarias de diferentes tipos (paneles LED, bombillas LED grandes, reflectores), bombas de agua para el sistema hidráulico y otros equipos como extractores o ventiladores.

##### **Cantidad Total de Equipos:**

Cada equipo fue cuantificado para evaluar su impacto acumulativo en el consumo total.

### Consumo Energético Total por Categoría:

Para cada tipo de equipo, se calculó el consumo energético total multiplicando la potencia nominal (W) por la cantidad de unidades.

### Impacto en el Diagnóstico

#### Priorización de Medidas de Eficiencia:

Los equipos de alto consumo identificados serán el enfoque principal de las estrategias de optimización energética.

#### Base para Propuestas de Optimización:

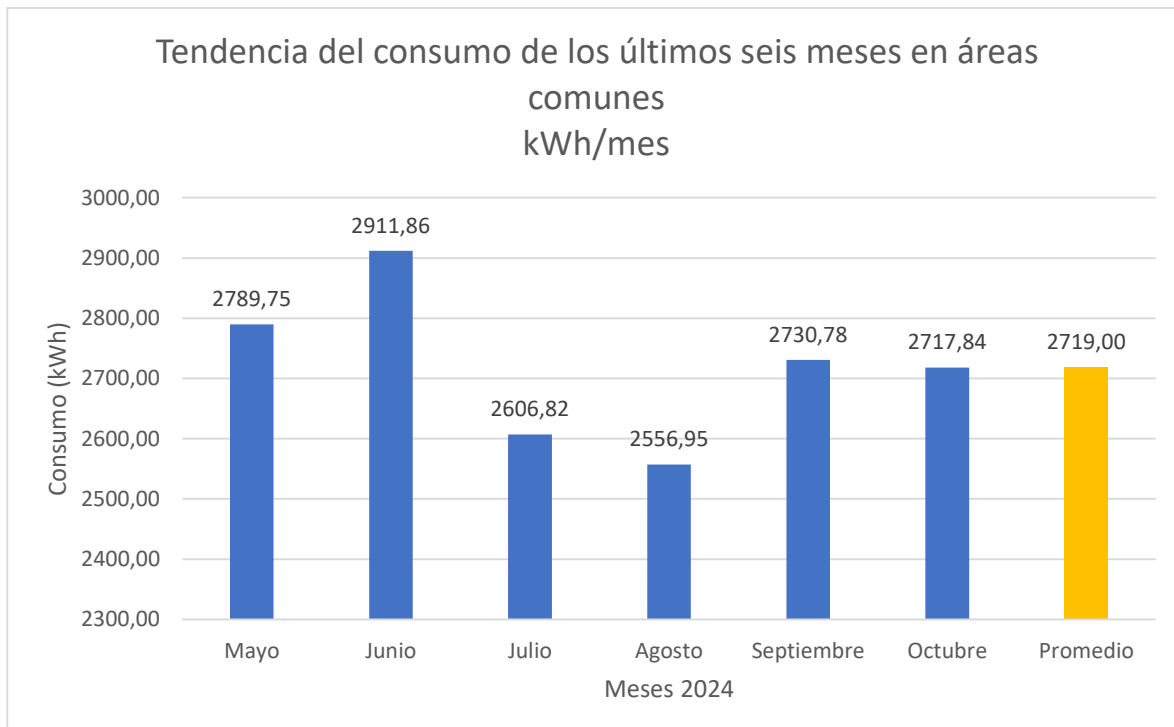
Este inventario servirá como referencia para evaluar la viabilidad de actualizar los equipos existentes o implementar tecnologías más eficientes.

### Paso 4. Representación gráfica:

**Desarrollar gráficos y tablas para visualizar la variación en el consumo energético.**

### Figura 1

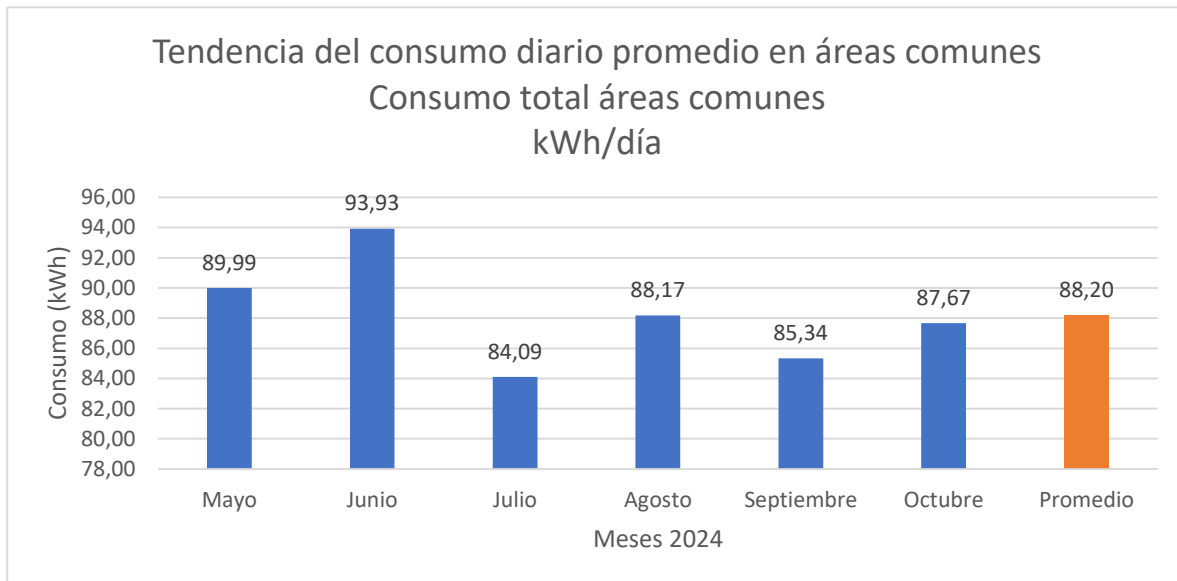
*Tendencia del consumo mensual en kWh*



Nota: Se observa que el consumo más alto se presentó en el mes de junio (2911,86 kWh), mientras que el menor consumo se registró en agosto (2556,95 kWh). El promedio mensual de consumo en el período analizado fue de 2719,00 kWh, reflejando cierta variabilidad en los patrones de uso energético.

## Figura 2

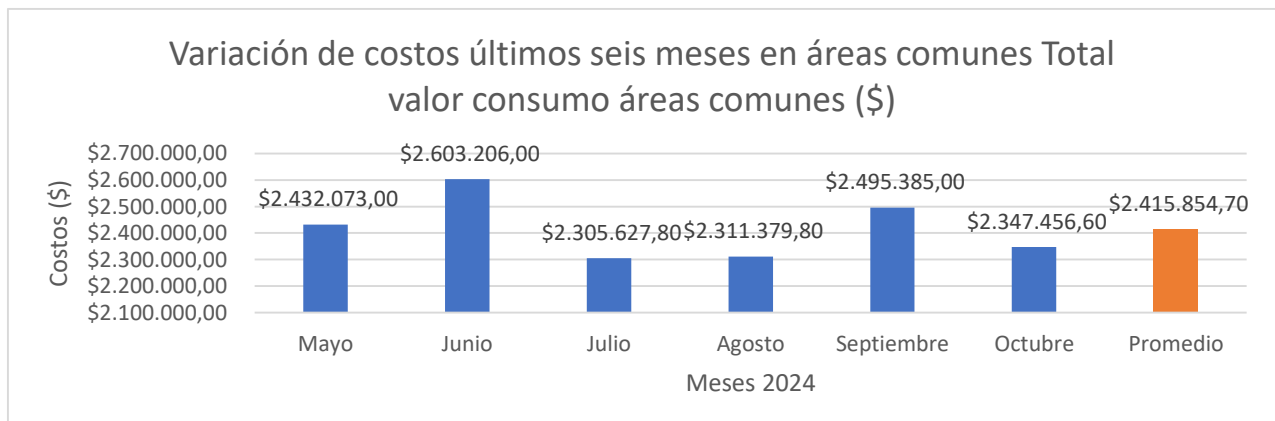
*Tendencia del consumo diario promedio en kWh*



Nota: El consumo diario más alto se presentó en junio (93,93 kWh), mientras que el consumo más bajo se registró en julio (84,09 kWh). El promedio diario de consumo durante el período analizado fue de 88,20 kWh, reflejando fluctuaciones mensuales que indican posibles variaciones en el uso de los equipos eléctricos.

## Figura 3

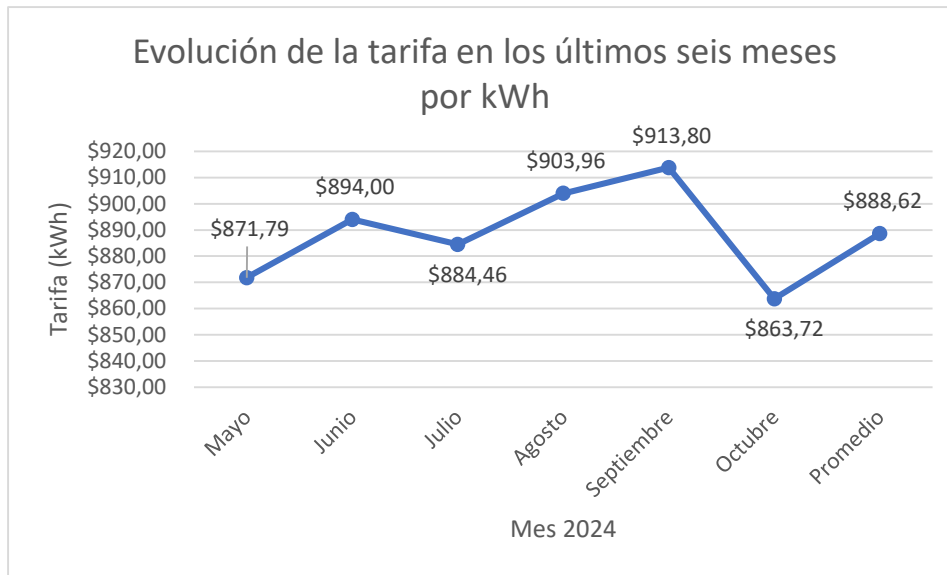
*Variación de costos mensuales en COP*



Nota: El costo más alto se registró en junio (\$2.603.206,00), mientras que el costo más bajo ocurrió en julio (\$2.305.627,80). El costo promedio mensual durante este período fue de \$2.415.854,70, reflejando una relación directa con las fluctuaciones en el consumo de energía.

**Figura 4**

*Evolución de la tarifa en COP*



Nota: El mes de septiembre presentó la tarifa más alta con un valor de \$913,80 COP/kWh, mientras que el mes de octubre registró la tarifa más baja con \$863,72 COP/kWh. El promedio general de la tarifa fue de \$888,62 COP/kWh, lo que evidencia una fluctuación significativa en los costos de energía durante este período. Los valores están expresados en pesos colombianos (COP).

**Tabla 7**

*Inventario Aparatos eléctricos áreas comunes*

INVENTARIO APARATOS ELECTRICOS ÁREAS COMUNES CONJUNTO RESIDENCIAL ALTOS DEL VALLE - CAÑAVERAL									
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDA D	CONSUMO (W)	HORAS DE USO	TOTAL CONSUMO DIA (W)	TOTAL CONSUMO DIA (kWh)	NUMERO DE DIAS	TOTAL CONSUMO MES (W)	TOTAL CONSUMO (kWh)
<b>1.</b>	<b>TORRES DE LA 1 A LA 10</b>								
1.1	Panel LED de sobreponer con sensor	100	10	1	1000	1	30	30000	30
<b>2.</b>	<b>PASILLOS Y ZONAS VERDES</b>				0	0		0	0
2.1	Lámpara con bombilla LED grande	31	50	10	15500	15,5	30	465000	465
2.2	Cámara de seguridad	46	2	24	2208	2,208	30	66240	66,24

<b>3.</b>	<b>GIMNASIO</b>								
3.1	Bombillo LED grande	4	50	1	200	0,2	30	6000	6
3.2	Toma corriente doble	2	0	0	0	0	30	0	0
<b>4.</b>	<b>SALON SOCIAL</b>								
4.1	Toma corriente doble	4	0	0	0	0	30	0	0
4.2	Sirena	2	14	0	0	0	30	0	0
4.3	Bombillo LED pequeño	2	10	10	200	0,2	30	6000	6
4.4	Bombillo LED grande	50	50	10	25000	25	30	750000	750
<b>5.</b>	<b>PISCINA</b>								
5.1	Bombillo LED pequeño	2	10	2	40	0,04	30	1200	1,2
5.2	Toma corriente doble	2	0	0	0	0	30	0	0
5.3	Motobomba jacuzzi	1	1100	1	1100	1,1	26	28600	28,6
5.4	Motobomba principal	3	5500	1	16500	16,5	12	198000	198
5.5	Panel LED 100W	1	100	1	100	0,1	26	2600	2,6
<b>6.</b>	<b>CANCHA</b>								
6.1	Panel LED 200W	1	200	2	400	0,4	30	12000	12
6.2	Reflector grande alumbrado público	1	400	0	0	0	30	0	0
<b>7.</b>	<b>PARQUEADERO NIVEL 1</b>								
7.1	Panel LED 100w	3	100	4	1200	1,2	30	36000	36
7.2	Reflector grande alumbrado público	3	400	0	0	0	30	0	0
<b>8.</b>	<b>PARQUEADERO NIVEL 2</b>								
8.1	Reflector grande alumbrado público	2	400	0	0	0	30	0	0
8.2	Toma corriente doble	1	0	0	0	0	30	0	0
<b>9.</b>	<b>PARQUEADERO NIVEL 3</b>								
9.1	Panel LED 100W	2	100	10	2000	2	30	60000	60
9.2	Reflector grande alumbrado público	2	400	0	0	0	30	0	0
<b>10.</b>	<b>PARQUEADERO NIVEL 4</b>								
10.1	Reflector grande alumbrado público	6	400	0	0	0	30	0	0
10.2	Panel LED 100W	5	100	10	5000	5	30	150000	150
<b>11.</b>	<b>SOTANO 1</b>								
11.1	Panel LED 100W	1	100	4	400	0,4	30	12000	12
11.2	Bombillo LED grande con sensor	8	50	4	1600	1,6	30	48000	48
<b>12.</b>	<b>SOTANO 2</b>								
12.1	Bombillo LED grande con sensor	5	50	4	1000	1	30	30000	30
12.2	Toma corriente doble	1	0	0	0	0	30	0	0
<b>13.</b>	<b>ZONA DE BASURAS</b>								
13.1	Panel LED 50W	2	50	10	1000	1	30	30000	30
13.2	Panel LED 100W	1	100	10	1000	1	30	30000	30
<b>14.</b>	<b>PORTERIA, ADMINISTRACIÓN, LOBBY</b>								
14.1	Sirena	2	14	0	0	0	30	0	0
14.2	Bombillo LED pequeño	7	10	10	700	0,7	30	21000	21
14.3	Toma corriente doble	7	0	0	0	0	30	0	0
14.4	Porton electrico	1	800	12	9600	9,6	30	288000	288
14.5	Panel LED 100W	1	100	10	1000	1	30	30000	30
14.6	Computador	1	200	24	4800	4,8	30	144000	144
14.7	Televisor LED 32"	3	110	24	7920	7,92	30	237600	237,6
14.8	Ventilador	1	50	24	1200	1,2	30	36000	36
14.9	Telefono	1	5	24	120	0,12	30	3600	3,6
14.10	Radio inalámbrico	1	3	24	72	0,072	30	2160	2,16
14.11	Datafono	1	5	24	120	0,12	30	3600	3,6
14.12	Consola citofono	1	10	24	240	0,24	30	7200	7,2
14.13	Nevera de oficina	1	90	24	2160	2,16	30	64800	64,8
<b>Total</b>					103380	103,38		2799600	2799,6

El inventario ha sido procesado y se ha calculado el consumo energético total para

cada aparato eléctrico.

Datos Procesados:

Se estructuraron los datos por tipo de equipo eléctrico, incluyendo:

Cantidad total de equipos por tipo.

Consumo energético individual en vatios (W).

Consumo total por cada tipo de equipo (cantidad  $\times$  consumo individual).

Resumen del consumo por tipo de equipo:

Se generó un desglose que permite identificar los equipos con mayor impacto energético en las áreas comunes.

## **6.2 Desarrollo objetivo 2: Determinar las causas que conllevan a los altos índices de consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle.**

### **Paso 1. Evaluación de prácticas de uso:**

Diseñar y aplicar preguntas para entrevista a residentes y personal administrativo para identificar comportamientos que influyen en el consumo.

En el desarrollo de esta actividad, se diseñó un instrumento específico de recolección de datos para ser aplicado en el marco del estudio titulado “Diseño de una estrategia para la optimización del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle, en el municipio de Floridablanca, Santander.” Este instrumento tuvo como objetivo principal obtener información cualitativa detallada que permita identificar factores que influyen en el consumo energético, así como posibles oportunidades de mejora.

Para esta etapa del proyecto, se optó por el uso de entrevistas, ya que representan una herramienta metodológica eficaz para recopilar información directa, explorar percepciones, y comprender las experiencias tanto de los residentes como del personal encargado del mantenimiento. Las entrevistas ofrecen la posibilidad de obtener respuestas

enriquecidas y contextuales que no serían accesibles mediante otros métodos, como encuestas cerradas. Además, este enfoque permite identificar patrones de comportamiento, hábitos de uso de las áreas comunes, y prácticas operativas que contribuyen al consumo energético.

El diseño de las entrevistas incluyó preguntas cuidadosamente estructuradas y organizadas en secciones temáticas para abordar diferentes aspectos relacionados con el consumo de energía. Estas secciones abarcaron temas como la percepción del consumo, prácticas de uso, mantenimiento de equipos eléctricos, y sugerencias para mejorar la eficiencia energética. Este enfoque garantizó una recolección de datos integral y alineada con los objetivos del estudio, proporcionando información clave para fundamentar las estrategias de optimización propuestas en etapas posteriores del proyecto.

### **Formato entrevista a residentes**

Objetivo: Comprender los hábitos y percepciones de los residentes sobre el consumo de energía en las áreas comunes del conjunto residencial altos del valle en el municipio de Floridablanca, Santander.

#### **Preguntas:**

#### **Sección 1: Generalidades**

Nombre completo:

Torre y apto:

1. ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en el conjunto residencial?
2. ¿Qué áreas comunes utiliza con mayor frecuencia?

#### **Sección 2: Consumo de energía**

1. ¿Le preocupa el consumo de energía en las áreas comunes?
2. ¿Cree que se desperdicia energía en las áreas comunes?

3. ¿Qué medidas cree que podrían tomarse para reducir el consumo de energía?

### **Sección 3: Hábitos y comportamientos**

1. ¿Cuál es su horario habitual de uso de las áreas comunes?

2. ¿Apaga las luces y equipos de las áreas comunes cuando no los utiliza?

3. ¿Utiliza dispositivos electrónicos en las áreas comunes?

### **Sección 4: Sugerencias y comentarios**

1. ¿Qué sugerencias tiene para mejorar la eficiencia energética en las áreas comunes?

2. ¿Ha notado algún problema o desperdicio de energía en específico?

3. ¿le preocupa el aumento en el pago de administración por el incremento en el consumo de energía de las áreas comunes?

4. ¿Usted cree que si se reduce el consumo de energía eléctrica en las áreas comunes puede bajar el pago en la cuota de administración?

### **Formato entrevista a personal de mantenimiento**

Objetivo: Comprender los procesos y procedimientos de mantenimiento relacionados con el consumo de energía en las áreas comunes del conjunto residencial altos del valle en el municipio de Floridablanca, Santander.

#### **Preguntas:**

#### **Sección 1: Generalidades**

1. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en el conjunto residencial?

2. ¿Cuáles son sus responsabilidades relacionadas con el mantenimiento?

#### **Sección 2: Consumo de energía**

1. ¿Cómo se monitorea y controla el consumo de energía en las áreas comunes?
2. ¿Qué medidas se toman para reducir el consumo de energía?
3. ¿Qué equipos o sistemas consumen más energía?

### Sección 3: Procedimientos y protocolos

1. ¿Qué procedimientos se siguen para realizar mantenimiento preventivo?
2. ¿Cómo se manejan las reparaciones y reemplazos de equipos?
3. ¿Qué protocolos se siguen en caso de emergencia o falla de equipos?

### Sección 4: Sugerencias y comentarios

1. ¿Qué sugerencias tiene para mejorar la eficiencia energética en las áreas comunes?
2. ¿Ha identificado áreas de mejora en los procesos de mantenimiento?
3. ¿Usted cree que si se reduce el consumo de energía eléctrica en las áreas comunes puede bajar el pago en la cuota de administración?

**Tabla 8**

*Residentes entrevistados*

N°	NOMBRE	TORRE	APTO	OBSERVACIÓN	TIPO DE ENTREVISTADO
1	RESIDENTE 1	1	204	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
2	RESIDENTE 2	5	201	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
3	RESIDENTE 3	2	503	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
4	RESIDENTE 4	7	303	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
5	RESIDENTE 5	4	501	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
6	RESIDENTE 6	3	304	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
7	RESIDENTE 7	1	101	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
8	RESIDENTE 8	3	202	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
9	RESIDENTE 9	1	203	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
10	RESIDENTE 10	2	501	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
11	RESIDENTE 11	8	502	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
12	RESIDENTE 12	4	101	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
13	RESIDENTE 13	3	503	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
14	RESIDENTE 14	1	401	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
15	RESIDENTE 15	4	501	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
16	RESIDENTE 16	2	103	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
17	RESIDENTE 17	1	304	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
18	RESIDENTE 18	2	504	YA CONTESTÓ	RESIDENTE

19	RESIDENTE 19	8	301	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
20	RESIDENTE 20	1	204	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
21	RESIDENTE 21	4	202	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
22	RESIDENTE 22	6	203	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
23	RESIDENTE 23	10	301	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
24	RESIDENTE 24	2	402	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
25	RESIDENTE 25	7	101	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
26	RESIDENTE 26	3	102	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
27	RESIDENTE 27	2	401	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
28	RESIDENTE 28	2	503	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
29	RESIDENTE 29	5	103	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
30	RESIDENTE 30	2	201	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
31	RESIDENTE 31	2	502	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
32	RESIDENTE 32	6	401	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
33	RESIDENTE 33	1	202	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
34	RESIDENTE 34	4	103	YA CONTESTÓ	RESIDENTE
36	TRABAJADOR 1	SERVICIOS		YA CONTESTÓ	EMPLEADO
36	TRABAJADOR 2	PICINERO		YA CONTESTÓ	EMPLEADO
37	TRABAJADOR 3	VIGILANTE		YA CONTESTÓ	EMPLEADO
38	TRABAJADOR 4	SERVICIOS		YA CONTESTÓ	EMPLEADO
39	TRABAJADOR 5	VIGILANTE		YA CONTESTÓ	EMPLEADO
40	TRABAJADOR 6	JARDINERO		YA CONTESTÓ	EMPLEADO
41	TRABAJADOR 7	ADMINISTRA		YA CONTESTÓ	EMPLEADO

Nota: Esta tabla muestra los residentes y personal de mantenimiento que labora en el conjunto residencial altos del valle, en el municipio del Floridablanca, Santander.

### **Análisis de entrevistas: diagnóstico de causas del alto consumo de energía en áreas comunes**

El análisis de las 41 entrevistas realizadas (34 residentes y 7 empleados del conjunto residencial) permitió identificar hábitos, percepciones y procesos que influyen en los altos índices de consumo de energía en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle. A continuación, se presenta un resumen de los hallazgos organizados por temática y grupo entrevistado:

Hallazgos claves: Residentes

Generalidades:

Tiempo de residencia: La mayoría de los residentes entrevistados lleva más de 2 años en el conjunto, lo que sugiere un conocimiento general de las dinámicas de las áreas comunes.

Áreas comunes más utilizadas: Las más mencionadas incluyen la piscina, gimnasio, zonas de juegos infantiles y pasillos iluminados.

### **Consumo de energía:**

Percepción del consumo:

Un **82%** de los residentes señaló que les preocupa el consumo energético en las áreas comunes, aunque no todos entienden cómo se distribuye el consumo.

**70%** cree que hay desperdicio de energía, principalmente por iluminación innecesaria en zonas poco frecuentadas (como pasillos y salones comunales).

Propuestas de reducción:

Las ideas más comunes incluyen: instalación de sensores de movimiento, reemplazo de luminarias tradicionales por LED, implementación de paneles solares y horarios específicos para el uso de áreas de alto consumo, como la piscina y el gimnasio.

Hábitos y comportamientos:

Horarios de uso: El uso de áreas comunes varía, pero se identificaron picos en la tarde (4-8 p.m.) y fines de semana, momentos donde hay mayor ocupación y consumo.

Uso consciente: Solo un **30%** afirmó apagar luces o equipos después de usarlos, indicando oportunidades para mejorar la concientización.

Hallazgos claves: Empleados

Generalidades:

Experiencia laboral: La mayoría de los empleados lleva más de 2 años trabajando en el conjunto, lo que sugiere un buen conocimiento de los procesos de mantenimiento y el uso de los equipos.

Consumo de Energía:

Monitoreo y control:

Solo un **28%** indicó que existe un monitoreo regular del consumo eléctrico en las áreas comunes. La mayoría mencionó que las mediciones se limitan a la lectura mensual de medidores.

Identificación de equipos de alto consumo:

Los equipos señalados como los mayores consumidores incluyen: bombas de agua, iluminación en pasillos y zonas comunes.

Medidas actuales:

Algunas acciones se implementan, como la programación de luces exteriores y mantenimiento preventivo en bombas, pero no son suficientes para un control integral del consumo.

Procedimientos y protocolos:

Mantenimiento preventivo:

Solo se realiza en equipos críticos como las bombas. La iluminación y otros sistemas reciben mantenimiento correctivo, lo que podría contribuir al desperdicio energético.

Reparaciones y reemplazos:

Algunos equipos antiguos, como luminarias, siguen en uso debido a la falta de presupuesto para su renovación.

Causas identificadas del alto consumo

Hábitos y comportamientos de los residentes:

Falta de cultura de ahorro energético, con luces y equipos dejados encendidos innecesariamente.

Uso extendido de áreas comunes en horarios de alta demanda energética.

Gestión operativa:

Ausencia de monitoreo en tiempo real del consumo energético.

Mantenimiento limitado a reparaciones correctivas en lugar de preventivas.

Infraestructura eléctrica:

Uso de equipos y sistemas de iluminación que no son eficientes, como luminarias tradicionales.

Operación de equipos de alto consumo en horarios de baja demanda.

### **Paso 2. Diagnóstico técnico:**

Analizar la eficiencia de los equipos instalados (estado de las luminarias, bombas, sensores, etc.).

En el desarrollo de esta actividad, se realizó un diagnóstico técnico orientado a evaluar la eficiencia de los equipos eléctricos instalados en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle. Este diagnóstico incluyó la inspección del estado actual de los equipos y la revisión de su documentación técnica para identificar posibles ineficiencias. El análisis se estructuró en dos partes principales: **evaluación de equipos eléctricos** y **revisión documental**.

### **Evaluación de la eficiencia de los equipos**

**Figuras 5***Contador Principal - Marca Elster, Tipo A1800*

Inspección visual y funcional:

El contador mostró un estado físico adecuado y en funcionamiento, sin señales evidentes de daño o desgaste.

Se verificó que el dispositivo registra correctamente el consumo de energía global del conjunto.

Observaciones:

Este contador permite la integración con sistemas de monitoreo remoto, lo cual no se ha implementado. Esta función podría mejorar la gestión energética al permitir la detección de picos de consumo en tiempo real.

**Bombas hidráulicas****Figuras 6***Pedrollo CP 700C*

*Nota:* La imagen muestra el tipo de motobomba usada para el funcionamiento del tanque de almacenamiento y piscina del conjunto residencial altos del valle, Floridablanca, Santander.

Capacidad nominal: 700 litros/minuto.

Consumo energético: 5.5 kW.

Inspección técnica: La bomba se encuentra en operación en promedio una hora diaria, lo que genera un gasto energético alto.

Observaciones:

El estado físico es aceptable, pero se identificó la ausencia de sistemas de control automatizado (como sensores de presión o variadores de frecuencia).

## **Figuras 7**

*Tablero de control Bombas Pedrollo CP 700C*



*Nota:* La imagen muestra el tablero de control mediante el cual se ponen en funcionamiento las motobombas usadas para el funcionamiento del tanque de almacenamiento y piscina del conjunto residencial altos del valle, Floridablanca, Santander.

Maxpump LP150:

Capacidad nominal: 150 litros/minuto.

Consumo energético: 1.1 kW.

Inspección técnica: Esta bomba opera en horarios programados, pero se observó que su programación no está optimizada para períodos de menor demanda.

Observaciones:

Buen estado general, pero con oportunidad de mejorar la eficiencia a través de ajustes en los horarios de operación.

## Figuras 8

*Bomba MAXPUMP LP150*



*Nota:* La imagen muestra el tipo de motobomba usada para el funcionamiento del jacuzzi en el sector de la piscina del conjunto residencial altos del valle, Floridablanca, Santander.

Iluminación

Reflectores LED de 100W:

Se encuentran en buen estado, pero están operando durante períodos prolongados, incluyendo horarios diurnos en algunas áreas exteriores.

Observaciones: La falta de sensores de movimiento o fotocélulas contribuye al uso ineficiente de estas luminarias.

**Figuras 9**

*Reflectores tipo alumbrado público*



*Nota:* La imagen muestra el tipo de luminaria que se usa en los parqueaderos abiertos de los residentes del conjunto residencial altos del valle, Floridablanca, Santander.

**Figuras 10**

*Panel LED de 100W*



*Nota:* La imagen muestra el tipo de luminaria que se usa en los pasillos de los parqueaderos de los residentes del conjunto residencial altos del valle, Floridablanca, Santander.

Bombillos LED de 12W y 50W:

Estos bombillos están distribuidos en pasillos, zonas verdes y otras áreas comunes.

Observaciones: Algunos bombillos mostraron desgaste en la intensidad lumínica, lo que puede indicar un ciclo de vida cercano al final.

### **Figuras 11**

*Bombillo LED grande con sensor de movimiento*



*Nota:* La imagen muestra el tipo de luminaria que se usa en los sótanos de parqueadero de los residentes del conjunto residencial altos del valle, Floridablanca, Santander.

### **Figuras 12**

*Salón social conjunto residencial altos del valle*



*Nota:* La imagen muestra el tipo de iluminación usada en el salón social del conjunto residencial altos del valle, Floridablanca, Santander.

**Figuras 13**

*Área de gimnasio del conjunto residencial altos del valle*



*Nota:* La imagen muestra el tipo de iluminación usada en el área del gimnasio del conjunto residencial altos del valle, Floridablanca, Santander.

**Registro de consumo**

Se constató que no se llevan registros detallados del consumo por equipo o área específica, lo que limita la capacidad de identificar las principales fuentes de ineficiencia.

**Paso 3. Comparación con estándares:**

Revisar normas técnicas como RETIE para evaluar el cumplimiento con requisitos de eficiencia energética.

Para evaluar el cumplimiento de los sistemas eléctricos y equipos instalados en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle con los requisitos de eficiencia energética, se realizó una comparación con los lineamientos establecidos en el **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)** y estándares complementarios. A continuación, se presentan los resultados de esta evaluación:

**Cumplimiento general con el RETIE**

Revisión de los principales aspectos del RETIE, seguridad de las instalaciones eléctricas y estado actual:

Los tableros eléctricos cuentan con protecciones básicas como interruptores termomagnéticos y diferenciales. Sin embargo, no todos los circuitos tienen identificaciones claras.

Algunas conexiones presentan desgaste o exposición, lo que aumenta el riesgo de fugas o fallos eléctricos.

Norma RETIE:

Exige que todas las instalaciones eléctricas estén debidamente protegidas contra sobrecargas, cortocircuitos y contactos accidentales.

Cumplimiento:

**Parcial.** Se requiere mejorar la identificación de circuitos y realizar ajustes en conexiones expuestas.

**Eficiencia energética:**

**Estado actual:**

Los reflectores y luminarias LED cumplen con estándares mínimos de eficiencia energética, pero no están regulados por sensores o temporizadores.

Las bombas hidráulicas carecen de sistemas de control eficientes, como variadores de frecuencia, lo que afecta la optimización del consumo.

Norma RETIE:

Promueve el uso de equipos eficientes y el diseño de sistemas que reduzcan el desperdicio energético.

Cumplimiento:

**Parcial.** Aunque las luminarias cumplen con la eficiencia tecnológica requerida, su uso continuo sin control afecta su desempeño en términos de sostenibilidad energética.

**Mantenimiento preventivo:**

**Estado actual:**

El mantenimiento se realiza principalmente de manera reactiva, sin registros detallados ni protocolos regulares de inspección.

**Norma RETIE:**

Exige que se implementen planes de mantenimiento preventivo para garantizar la seguridad y eficiencia de las instalaciones.

**Cumplimiento:**

**Deficiente.** Es necesario formalizar un plan de mantenimiento documentado y alineado con los requisitos normativos.

**Evaluación de eficiencia energética por equipos**

**Reflectores LED y luminarias de 12W y 50W:**

**Norma aplicable:**

RETIE y normas internacionales como la ISO 50001 promueven el uso de luminarias con certificaciones de alta eficiencia (por ejemplo, Energy Star o equivalentes).

**Estado actual:**

Las luminarias son técnicamente eficientes, pero la falta de sensores de movimiento y fotocélulas afecta su desempeño global.

**Cumplimiento:**

**Parcial.** Se recomienda integrar sistemas de control inteligente para cumplir plenamente con los principios de eficiencia energética.

**Bombas hidráulicas:**

Norma aplicable:

RETIE establece que los sistemas de bombeo deben operar con equipos de alta eficiencia y contar con controles que ajusten su operación según la demanda.

Estado actual:

Las bombas Pedrollo CP 700C y Maxpump LP150 cumplen con las especificaciones técnicas mínimas, pero carecen de variadores de frecuencia o sistemas de monitoreo.

Cumplimiento:

**Parcial.** Es necesario instalar variadores de frecuencia para mejorar la eficiencia y garantizar el cumplimiento pleno con los estándares.

#### **Contador principal (Elster A1800):**

Norma aplicable:

El RETIE permite y fomenta el uso de contadores avanzados que permitan monitoreo remoto para optimizar la gestión energética.

Estado actual:

El contador tiene la capacidad técnica para integración con sistemas de monitoreo, pero esta función no está en uso.

Cumplimiento:

**Parcial.** Es recomendable habilitar la telemetría para mejorar la supervisión y control del consumo.

#### **Áreas críticas identificadas**

Uso ineficiente de sistemas eléctricos:

Falta de sensores, temporizadores y variadores de frecuencia en equipos clave.

Planificación de mantenimiento:

Ausencia de un plan formalizado que garantice la seguridad y eficiencia de las instalaciones.

Gestión de la energía:

No se implementan sistemas de monitoreo o gestión energética en tiempo real, desaprovechando el potencial de los equipos actuales.

### **Recomendaciones para cumplimiento y mejora**

Actualización de sistemas:

Instalar sensores de movimiento y fotocélulas para controlar la iluminación en función de la ocupación.

Incorporar variadores de frecuencia en las bombas hidráulicas para ajustar su operación a la demanda real.

Formalización de procesos:

Crear un plan de mantenimiento preventivo basado en las recomendaciones de los fabricantes y las normas RETIE.

Actualizar y etiquetar adecuadamente los tableros eléctricos y circuitos.

Gestión energética:

Implementar un sistema de monitoreo remoto utilizando las capacidades del contador Elster A1800, lo que permitirá identificar patrones de consumo y posibles ineficiencias en tiempo real.

Capacitación:

Formar al personal encargado en las mejores prácticas de mantenimiento y eficiencia energética, alineadas con el RETIE.

### **6.3 Desarrollo objetivo 3: Proponer alternativas para la reducción del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle.**

Propuestas para la Reducción del Consumo de Energía en Áreas Comunes, en respuesta al objetivo de reducir el consumo energético en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle, se presentan las siguientes alternativas estructuradas en cuatro líneas de acción: Optimización de la Iluminación, Implementación de Energías Renovables, Gestión de la Demanda, y Mantenimiento Preventivo.

#### **Paso 1. Optimización de la Iluminación:**

##### **Sustitución por tecnología LED**

Propuesta:

Reemplazar las luminarias existentes (bombillas de 50W y 12W) por luminarias LED equivalentes que consumen hasta un 80% menos de energía.

Sustituir los reflectores LED de 100W por modelos de menor potencia que mantengan un nivel lumínico adecuado.

Impacto esperado:

Reducción directa del consumo energético asociado a la iluminación.

Mayor vida útil de las luminarias, reduciendo los costos de reposición.

##### **Instalación de sensores de movimiento**

Propuesta:

Colocar sensores de movimiento en áreas de bajo tránsito, como sótanos, pasillos y depósitos.

Integrar sensores con temporizadores para apagar automáticamente las luces cuando no haya actividad.

Impacto esperado:

Reducción del tiempo de funcionamiento de las luminarias en zonas con baja frecuencia de uso.

Disminución del desperdicio energético sin comprometer la funcionalidad de las áreas comunes.

## **Paso 2. Implementación de energías renovables:**

### **Instalación de paneles solares**

Propuesta:

Evaluar la viabilidad técnica y económica de instalar paneles solares en techos de torres y áreas comunes poco utilizadas.

Dimensionar el sistema para suplir el 30-50% del consumo energético de áreas como pasillos, zonas verdes y sistemas de iluminación exteriores.

Impacto esperado:

Reducción significativa de la dependencia de la red eléctrica convencional.

Generación de energía limpia y sostenible, disminuyendo la huella de carbono del conjunto residencial.

### **Propuesta de sistemas híbridos**

Propuesta:

Integrar un sistema híbrido que combine paneles solares con la red eléctrica, priorizando el uso de energía renovable.

Implementar baterías de almacenamiento para aprovechar la energía generada durante el día en horarios nocturnos.

Impacto esperado:

Reducción del costo total de electricidad.

Mayor estabilidad en el suministro energético en caso de fallas en la red.

**Paso 3. Gestión de la Demanda:****Promover campañas de concienciación sobre ahorro energético.**

Propuesta:

Diseñar e implementar campañas educativas dirigidas a residentes y empleados para promover hábitos de ahorro energético, como apagar luces y desconectar equipos en standby.

Utilizar material visual, charlas y mensajes digitales para sensibilizar sobre el impacto del consumo energético.

Impacto esperado:

Cambio de hábitos que contribuyan a reducir el uso innecesario de energía en las áreas comunes.

Aumento de la participación activa de la comunidad en iniciativas de sostenibilidad.

Implementar cronogramas de uso para sistemas eléctricos de alta demanda.

Propuesta:

Establecer horarios específicos para el uso de sistemas eléctricos de alta demanda, como bombas hidráulicas y equipos de ventilación en áreas comunes.

Sincronizar la operación de estos equipos con los períodos de menor consumo general.

Impacto esperado:

Optimización del uso de equipos, disminuyendo los picos de consumo.

Reducción del desgaste de equipos por uso innecesario.

**Paso 4. Mantenimiento preventivo:**

Establecer un programa de revisión periódica de equipos.

Sustituir o reparar dispositivos ineficientes.

Establecimiento de un programa de revisión periódica

Propuesta:

Diseñar un cronograma de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones trimestrales de luminarias, bombas hidráulicas, tableros eléctricos y demás sistemas.

Capacitar al personal de mantenimiento para identificar y resolver problemas antes de que afecten el rendimiento energético.

Impacto esperado:

Reducción de fallos técnicos que generan consumos innecesarios.

Extensión de la vida útil de los equipos instalados.

### **Sustitución y reparación de equipos ineficientes**

Propuesta:

Sustituir dispositivos eléctricos que presentan alto consumo energético o baja eficiencia, como bombas hidráulicas sin variadores de frecuencia.

Reparar conexiones defectuosas o sistemas con fugas energéticas para eliminar desperdicios.

Impacto esperado:

Incremento en la eficiencia operativa de los equipos.

Optimización de la infraestructura eléctrica para evitar costos adicionales.

### **Proyección de impacto global**

La implementación de estas propuestas podría generar una reducción del 25-40% en el consumo energético de las áreas comunes, dependiendo de la integración de las energías renovables y los cambios en los hábitos de los usuarios. Además, estas medidas fortalecerán la sostenibilidad del conjunto residencial, mejorando su eficiencia operativa y reduciendo costos a largo plazo.

Estas estrategias representan una hoja de ruta integral para abordar el consumo energético de manera técnica, económica y socialmente viable.

## **7. Propuesta técnica para optimización del consumo energético**

### **7.1 Optimización de la infraestructura energética**

#### **Sustitución de luminarias por tecnología led:**

Reemplazar las luminarias existentes por bombillas y reflectores LED más eficientes. Esta medida puede generar un ahorro de hasta un 30% en el consumo asociado a la iluminación.

Priorizar la sustitución en áreas de uso intensivo como pasillos, zonas verdes y estacionamientos.

#### **Instalación de sensores de movimiento y fotocélulas:**

Incorporar sensores de movimiento en pasillos y sótanos para garantizar que las luces solo se enciendan cuando sean necesarias.

Usar fotocélulas para controlar automáticamente las luces exteriores en función de la luz natural.

#### **Implementación de variadores de frecuencia:**

Instalar variadores en las bombas hidráulicas para ajustar su operación según la demanda real. Esto no solo optimiza el consumo energético, sino que también prolonga la vida útil del equipo.

### **7.2 Implementación de energías renovables**

#### **Instalación de paneles solares:**

Realizar un estudio técnico y económico para determinar la capacidad óptima de un sistema fotovoltaico que pueda cubrir entre el 30% y 50% del consumo en áreas comunes.

Priorizar techos de torres y áreas subutilizadas para la instalación de paneles solares.

**Sistemas híbridos y baterías:**

Incorporar baterías de almacenamiento para maximizar el uso de la energía generada por los paneles solares, especialmente en horarios nocturnos.

**Áreas propuestas para la implementación de paneles solares****Figuras 14**

*Cubierta salón social y gimnasio*

**Figuras 15**

*Área para posible cubierta en la piscina*

**Figuras 16**

*Área para posible cubierta en cancha múltiple*

**Figuras 17***Cubierta loby y portería***Tabla 9***Disponibilidad de cubiertas en áreas comunes*

<b>Áreas disponibles para uso</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Total Área (m<sup>2</sup>)</b>
Cubierta salon social y gimnasio	13,91	12,00	166,92
Cubierta piscina	9,00	2,50	22,50
Cubierta Cancha	15,91	9,93	157,99
Cubierta Loby	5,23	3,86	20,19
Cubierta portería	5,89	3,86	22,74
	<b>Total</b>		<b>390,33</b>

Teniendo en cuenta que, un panel solar de 400 W en una ubicación promedio en Colombia puede generar aproximadamente 51 kWh al mes, lo cual puede variar según las condiciones locales y las características del sistema (Muñoz Y., et. al., 2019).

Floridablanca, ubicada en el departamento de Santander, Colombia, presenta un potencial solar significativo. Según datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la irradiación solar promedio en la región oscila entre 4.5 y 5.0 kWh/m<sup>2</sup>/día. Información con la cual realizamos el siguiente ejercicio académico, el cual deberá profundizarse en proyectos futuros.

Dados los parámetros de entrada:

Superficie disponible: 390.33 m<sup>2</sup>

Tamaño medio de los paneles: 1,6 m<sup>2</sup> por panel

Eficiencia de los paneles: 18

Horas de luz solar en Floridablanca: 5 horas/día

Pérdidas del sistema: 15%

Resultados:

El cálculo considera la implementación de paneles solares en un área de 390.33 m<sup>2</sup> con los siguientes resultados:

Número de Paneles: Alrededor de 244 paneles (basado en un tamaño promedio de 1.6 m<sup>2</sup> por panel).

Capacidad Total del Sistema: Aproximadamente 97.6 kW (244 paneles de 400 W cada uno).

Producción Diaria de Energía: Aproximadamente 415.8 kWh/día.

Producción Mensual de Energía: Aproximadamente 12,474 kWh/mes.

Comparación con el consumo actual

Demanda Diaria Actual: 89.71 kWh/día.

El sistema diseñado excede significativamente esta demanda.

Demanda Mensual Actual: 2,726.12 kWh/mes.

La producción mensual estimada también supera ampliamente este consumo.

Por lo anterior, podemos concluir que, el sistema propuesto no solo cubre el consumo actual de las áreas comunes, sino que genera un excedente significativo, que podría ser almacenado con baterías o vendido a la red si las normativas locales lo permiten. Esto demuestra que el área disponible y la radiación solar en Floridablanca son altamente favorables para un proyecto solar de esta escala.

**Beneficios financieros:**

Con estas recomendaciones se busca explorar incentivos fiscales o subsidios gubernamentales disponibles para proyectos de energía renovable, lo que podría reducir significativamente los costos iniciales de inversión.

### **7.3 Evaluación con estándares**

Aunque las instalaciones eléctricas cumplen parcialmente con los requisitos del RETIE, existen áreas críticas que requieren atención, como la actualización de los planos eléctricos, la implementación de mantenimiento preventivo documentado y la incorporación de tecnologías para monitoreo en tiempo real.

La alineación de las prácticas operativas con estándares técnicos y recomendaciones de los fabricantes garantizará una operación más eficiente y sostenible.

### **7.4 Gestión del consumo energético**

**Monitoreo y control en tiempo real:**

Activar la funcionalidad de telemetría en el contador Elster A1800 para realizar un seguimiento continuo del consumo energético.

Identificar patrones de alto consumo y corregir ineficiencias rápidamente.

**Establecimiento de cronogramas:**

Programar los sistemas eléctricos de alta demanda, como las bombas hidráulicas, para operar en horarios no pico.

Definir horarios específicos para la iluminación en áreas comunes de baja ocupación.

**Control de consumos fantasmas:**

Instalar regletas con interruptores en salas comunes para evitar el consumo innecesario de equipos en standby.

Promover prácticas responsables entre los residentes y empleados para desconectar equipos cuando no estén en uso.

**7.5 Fortalecimiento de las prácticas operativas**

**Gestión de la demanda:**

La implementación de cronogramas para la operación de bombas y equipos de alta demanda, junto con campañas de sensibilización, puede reducir significativamente los picos de consumo y fomentar prácticas sostenibles entre los residentes.

**Mantenimiento preventivo:**

Diseñar un programa de mantenimiento periódico para los sistemas eléctricos, bombas hidráulicas y luminarias.

Capacitar al personal en la identificación temprana de fallas y en la implementación de soluciones que mejoren la eficiencia energética.

Un programa de revisión periódica de los sistemas eléctricos, combinado con la sustitución de equipos ineficientes, contribuirá a optimizar el desempeño energético y a reducir los costos operativos.

**Documentación técnica:**

Actualizar los planos eléctricos del conjunto residencial para reflejar la infraestructura actual, facilitando intervenciones técnicas y auditorías futuras.

Registrar todas las intervenciones de mantenimiento para evaluar su impacto en el rendimiento energético.

**7.6 Sensibilización y participación comunitaria****Campañas educativas:**

Desarrollar programas de sensibilización dirigidos a los residentes y empleados, destacando la importancia de la eficiencia energética y su impacto en los costos de administración y el medio ambiente.

Usar carteles, talleres y boletines digitales para fomentar hábitos responsables, como apagar luces y equipos después de usarlos.

**Participación activa:**

Involucrar a los residentes en la planificación de iniciativas de ahorro energético, promoviendo un sentido de corresponsabilidad.

Establecer indicadores de ahorro visibles y celebraciones comunitarias para incentivar el compromiso colectivo.

**7.7 Cumplimiento normativo****Alineación con el RETIE:**

Garantizar que las instalaciones eléctricas cumplan plenamente con las disposiciones del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), priorizando aspectos como la seguridad de las conexiones, identificación de circuitos, y eficiencia energética.

Revisar periódicamente el cumplimiento normativo para prevenir sanciones y optimizar el desempeño de los sistemas.

### **7.8 Evaluación de impacto y mejora continua**

#### **Indicadores de desempeño:**

Implementar métricas claras para monitorear la efectividad de las estrategias propuestas, como la reducción porcentual en el consumo mensual y los ahorros financieros.

Realizar auditorías energéticas anuales para identificar nuevas oportunidades de mejora.

## **8. Conclusiones**

A través de un análisis técnico, normativo y social, se identificaron las principales causas del consumo energético elevado y se propusieron alternativas prácticas y sostenibles para reducirlo. Durante el desarrollo del proyecto, se llevaron a cabo diagnósticos detallados, entrevistas a residentes y personal administrativo, auditorías energéticas, y una comparación con estándares normativos como el RETIE. Estos procesos permitieron identificar ineficiencias en la infraestructura, prácticas de uso poco eficientes y oportunidades de mejora relacionadas con la implementación de tecnologías avanzadas como paneles solares y sistemas de monitoreo en tiempo real. Adicionalmente, se analizaron las percepciones y hábitos de los residentes, destacando la importancia de fomentar una cultura de ahorro energético.

Este documento presenta las conclusiones finales del proyecto, sintetizando los hallazgos más relevantes, las limitaciones identificadas durante la investigación, y recomendaciones clave que no solo abordan las necesidades actuales del conjunto residencial, sino que también abren nuevas oportunidades para estudios futuros orientados hacia la sostenibilidad y la gestión eficiente de los recursos energéticos.

### **Diagnóstico del consumo energético**

El consumo energético promedio mensual en las áreas comunes asciende a 2,766.03 kWh, con picos en meses específicos como mayo y junio, asociados a mayor ocupación de las áreas comunes y horarios prolongados de uso de equipos eléctricos.

La iluminación representa una proporción significativa del consumo, debido al uso de luminarias sin control automático y a la operación continua en áreas de baja ocupación.

Las bombas hidráulicas y sistemas de iluminación exterior son los equipos de mayor impacto energético, destacándose por su falta de regulación y optimización en horarios de baja demanda.

### **Identificación de causas de altos índices de consumo**

#### **Prácticas de uso:**

Se identificaron comportamientos poco eficientes entre los residentes, como el no apagar luces y equipos después de utilizarlos.

La falta de concienciación sobre el impacto del consumo energético y la ausencia de medidas de ahorro contribuyen al desperdicio.

#### **Gestión operativa:**

La inexistencia de un monitoreo en tiempo real y de protocolos de mantenimiento preventivo limita la detección oportuna de ineficiencias.

Los equipos operan de manera uniforme sin considerar patrones de demanda, lo que aumenta el consumo innecesario.

#### **Infraestructura y tecnología:**

Si bien algunos equipos cumplen con estándares mínimos de eficiencia (como luminarias LED), su uso inadecuado y la ausencia de tecnologías complementarias, como sensores o variadores de frecuencia, generan un desperdicio energético.

**Impacto integral del proyecto****Económico:**

La implementación de las medidas propuestas puede generar un ahorro energético estimado del 25-40%, reduciendo significativamente los costos asociados al consumo eléctrico en las áreas comunes.

**Social:**

El involucramiento de los residentes y empleados a través de campañas educativas fortalecerá la cultura de ahorro energético, fomentando la responsabilidad compartida en la gestión eficiente de los recursos.

**Ambiental:**

La adopción de energías renovables y prácticas sostenibles contribuirá a disminuir la huella de carbono del conjunto residencial, alineándose con los objetivos globales de sostenibilidad.

En cuanto a las limitaciones, se identificó que la medición del consumo energético depende de un único contador general, lo que restringió la precisión del análisis del consumo específico de las áreas comunes.

Actualmente, el consumo de las áreas comunes se estima mediante cálculos realizados por el proveedor de energía a partir de un contador general, lo cual limita la precisión, dificulta la identificación de ineficiencias y restringe la evaluación del impacto de las estrategias de ahorro energético. Este contador debe ubicarse en el punto de conexión principal que alimenta exclusivamente las áreas comunes, separando su consumo del residencial. Con esta medida, será posible identificar desperdicios, monitorear resultados de las iniciativas implementadas y proyectar costos energéticos con mayor exactitud.

La instalación de este sistema garantizará un control eficiente del consumo eléctrico, optimizará la gestión de los recursos y contribuirá a la sostenibilidad energética del conjunto, posicionándolo como un modelo de eficiencia y responsabilidad en el uso de energía.

El diagnóstico demuestra que las instalaciones eléctricas del conjunto residencial cumplen parcialmente con las normas RETIE y los estándares de eficiencia energética. Sin embargo, hay importantes oportunidades de mejora que, si se implementan, garantizarán un cumplimiento pleno y una optimización significativa del consumo eléctrico en las áreas comunes.

El proyecto evidencia que los altos índices de consumo energético en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle son atribuibles a una combinación de factores tecnológicos, operativos y culturales. Sin embargo, la implementación de estrategias integrales, basadas en optimización tecnológica, educación y gestión operativa, permitirá no solo reducir el consumo energético y los costos asociados, sino también contribuir al desarrollo sostenible de la comunidad. Estas acciones posicionarán al conjunto residencial como un modelo de eficiencia energética y sostenibilidad en el ámbito local.

## **9. Recomendaciones**

A partir del análisis integral del proyecto “Diseño de una estrategia para la optimización del consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle”, se presentan las siguientes recomendaciones enfocadas en mejorar la eficiencia energética, reducir costos, y promover prácticas sostenibles referentes al consumo y optimización del recurso energético, por lo que se presentan las siguientes recomendaciones:

Evaluar periódicamente el impacto de las medidas implementadas y realizar ajustes basados en los resultados obtenidos y las necesidades emergentes.

Implementar un sistema de telemetría que utilice las capacidades del contador para monitorear el consumo en tiempo real y generar alertas de posibles ineficiencias.

Instalar variadores de frecuencia para ajustar la operación de la bomba según la demanda real de agua.

Implementar un programa de mantenimiento preventivo más frecuente para optimizar su desempeño.

Reprogramar los horarios de funcionamiento según el patrón de consumo de agua.

Evaluar la instalación de un sistema de monitoreo que permita ajustar la operación de forma dinámica.

Instalar sensores de movimiento o fotocélulas para regular el encendido automático en función de la ocupación y la luz natural.

Reemplazar bombillos deteriorados por modelos más recientes con certificaciones de eficiencia energética.

Consolidar un inventario de luminarias para facilitar su reemplazo periódico de manera planificada.

Revisar documentación técnica de los sistemas eléctricos para detectar ineficiencias, como planos eléctricos y manuales de equipos

Actualizar los planos eléctricos para reflejar la infraestructura real y facilitar las intervenciones técnicas.

Los manuales de las bombas hidráulicas y del contador principal proporcionan especificaciones claras para su mantenimiento y operación.

La falta de implementación de las recomendaciones técnicas de los fabricantes (como el uso de variadores de frecuencia en las bombas) contribuye al consumo excesivo de energía.

Alinear las prácticas de mantenimiento y operación con las recomendaciones de los fabricantes.

Implementar un sistema de registro periódico del consumo por circuitos específicos, aprovechando las capacidades del contador principal.

La implementación de estas estrategias no solo reducirá el consumo energético del conjunto residencial, sino que también disminuirá los costos operativos para los residentes, mejorará la sostenibilidad ambiental, reduciendo la huella de carbono. Fortalecerá la cohesión comunitaria, promoviendo la corresponsabilidad en el uso eficiente de los recursos.

Se recomienda la instalación de un contador exclusivo para las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle con el objetivo de obtener mediciones precisas y en tiempo real del consumo energético.

Estas recomendaciones integrales proporcionan una hoja de ruta clara y viable para garantizar una gestión energética eficiente y sostenible en el conjunto residencial Altos del Valle.

Finalmente, en el marco del proyecto, se lograron avances significativos en el diagnóstico, análisis y propuesta de estrategias para la optimización del consumo energético en las áreas comunes del conjunto residencial Altos del Valle. Sin embargo, hay aspectos que no fueron abordados en profundidad y representan oportunidades para futuras investigaciones. Entre estos, destaca la necesidad de estudiar en mayor detalle el impacto de la implementación de sistemas de almacenamiento de energía, como baterías para

paneles solares, lo que permitiría maximizar el aprovechamiento de energías renovables. También es relevante evaluar la viabilidad económica de integrar tecnologías inteligentes para la automatización integral del sistema eléctrico, incluyendo IoT (Internet de las Cosas) para monitoreo avanzado.

Además, el proyecto no incluyó un análisis exhaustivo de las normativas locales e internacionales en materia de sostenibilidad energética, lo que podría fortalecer las recomendaciones futuras. Por último, aunque se realizaron entrevistas a una muestra representativa de residentes y empleados, la participación limitada pudo influir en la diversidad de perspectivas recopiladas. Esto señala la necesidad de ampliar la base de datos para estudios posteriores.

### Referencias bibliográficas

Alcaldía de Bucaramanga (2022). Estudios Previos energía SA-SA-SAMC-006-2022.

<https://www.bucaramanga.gov.co/tag/contratacion-publica/>

Arévalo Guerrero, I. H. (2024). *Propiedad Horizontal*. Universidad Externado de Colombia

Bejarano Martínez, R. (2022). Análisis de Inversión financiera en la implementación de un

Sistema de Energía Renovable para un Hotel en el municipio de San Gil, Santander

(Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).

[https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/15064/2/TG.EGFI\\_BejaranoRocio\\_2022.pdf](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/15064/2/TG.EGFI_BejaranoRocio_2022.pdf)

Castelo, C. V. (2008). ¿Qué sostenibilidad?: una lectura desde la Filosofía Práctica. *Papeles de relaciones eco sociales y cambio global*, (101), 13-26.

[https://www.fuhem.es/wp-](https://www.fuhem.es/wp-content/uploads/2018/12/Que_sostenibilidad_CarmenVelayos.pdf)

[content/uploads/2018/12/Que\\_sostenibilidad\\_CarmenVelayos.pdf](https://www.fuhem.es/wp-content/uploads/2018/12/Que_sostenibilidad_CarmenVelayos.pdf)

Chinchilla Ríos, S. E., & Salinas Romero, Y. A. (2022). Propuesta de sostenibilidad para la utilización de energía fotovoltaica en zonas residenciales de Bogotá. Un estudio de caso para el Conjunto Residencial Ciudad Tintal 2 Etapa 2.

<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8813/1/3161219-2022-1-II.pdf>

Decreto 1476 De 2022. Por El Cual Se Reglamentan Los Artículos 21 Y 23 De La Ley 2099 De 2021 Y Se Adiciona El Titulo VII a La Parte 2 Del Libro 2 Del Decreto 1073 De 2015, con el Fin De Adoptar Disposiciones Dirigidas a Promover la Innovación, Investigación, Producción, Almacenamiento, Distribución y Uso del Hidrógeno. 03 de agosto de 2022.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=191408>

Decreto Ley 3683 de 2003[con fuerza de ley]. Por el cual se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una Comisión Intersectorial. 19 de diciembre de 2003. D.O. 45409 de diciembre 22 de 2003.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=11032>

Duarte Suarez, I. A. (2022). Diseño y apoyo en la evaluación de un sistema de generación fotovoltaica para la alcaldía de Bucaramanga.

[https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/18917/2022\\_Tesis\\_Ivan%20Andres\\_Duarte\\_Suarez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/18917/2022_Tesis_Ivan%20Andres_Duarte_Suarez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de investigación.

<https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>

Energy Master (2023). Consumo de Energía: Estrategias y Enfoques Inteligentes.

<https://energymaster.co/consumo-de-energia-2/>

Figueredo Díaz, J. S. & Bautista Albarracín C. A. (2021). Estudio de viabilidad del uso de energías renovables, como alternativa de solución para cubrir la demanda eléctrica del Instituto Politécnico–Bucaramanga.

<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5661/F-DC-125%20%20Informe%20Final%20Ingenieria%40210317.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Freire, L. O., Resabala, V. F., Castillo, J. N., & Corrales, B. (2019). Propuesta de un plan alternativo de optimización energética. *Revista Espacios*, 40(30), 4-18.

<https://www.revistaespacios.com/a19v40n30/a19v40n30p04.pdf>

Gómez López, J. L., & Mayorga Arias, D. C. (2020). Estudio para la implementación de un sistema de autogeneración a partir de energía solar fotovoltaica en las instalaciones del molino Guanentá, ubicado en el municipio de Curití, Santander.

[https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/7267/2020\\_Tesis\\_Jorge\\_Leonardo\\_Gomez\\_Lopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/7267/2020_Tesis_Jorge_Leonardo_Gomez_Lopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hernández Morales, J. D. (2019). Evaluación técnica y financiera para la implementación de un sistema solar fotovoltaico en el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, sede Floridablanca.

[https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/1506/2019\\_Tesis\\_Juan\\_David\\_Hernandez\\_Morales.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/1506/2019_Tesis_Juan_David_Hernandez_Morales.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Lamk Guerzoni, J. M., Latorre Rodríguez, J. P., & Sanabria Salazar, S. A. (2021).

Estrategia energética para la optimización del consumo de energía eléctrica en la empresa Act Telemática de la ciudad de Bogotá (Bachelor's thesis, Especialización en Gerencia de Proyectos-Virtual).

<https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/10843>

Ley 143 de 1994. Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética. 12 de julio de 1994. D.O. No. 41434.

[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0143\\_1994.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0143_1994.html)

Ley 675 de 2001. Por medio de la cual se expide el régimen de propiedad horizontal. 03 de agosto de 2001. D.O. No 45509 del 04 de agosto de 2001.

[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0675\\_2001.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0675_2001.html)

Ley 697 de 2001. Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. 03 de octubre de 2001. D.O. 44573 del 5 de octubre de 2001.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4449>

Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. 13 de mayo de 2014. D.O. No. 49150.

[http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1715\\_2014.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html)

López Rodríguez, LA, & García Pinto, FA (2020). Revisión energética y planteamiento de mejoras en eficiencia energética para la Alcaldía de Bucaramanga.

[https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/11933/2020\\_Tesis\\_Lening\\_Lopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/11933/2020_Tesis_Lening_Lopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Martínez Aguirre, X. S., & Tubon Narvay, D. T. (2022). Optimización del costo de generación de energía fotovoltaica de sistemas aislados en comunidades remotas (Bachelor's thesis).

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22816/1/UPS-GT003832.pdf>

Momoh, JA (2017). Aplicaciones de optimización de sistemas de energía eléctrica. CRC press.

<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315218953/electric-power-system-applications-optimization-james-momoh>

Ortiz Gallego, M. A. (2016). Optimización de la energía eléctrica en DIBTEC.

<https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/157>

Ossa Ossa, G. L. (2016). Estudio técnico y financiero para la implementación de sistemas solares de alumbrado público en las zonas comunes de conjuntos residenciales.

<https://repositorio.utp.edu.co/items/c03a9ce5-4207-4712-8972-42fbc9a26ec4>

Ortega, A. O. (2018). Enfoques de investigación. Métodos para el diseño urbano–Arquitectónico, 1, 9-10.

[https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435\\_ENFOQUES\\_DE\\_INVESTIGACION/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION.pdf)

Parra Forero, F. (2014). Fundamentos para la utilización de la energía eólica y solar en edificios residenciales en Bucaramanga (Doctoral dissertation).

<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/20128>

Peña & Sánchez, (2012). Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora. Aenor Ediciones.

[https://d1wqtxs1xzle7.cloudfront.net/40723065/6-aenor\\_50001-libre.pdf?1449784301=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D6\\_aenor\\_50001.pdf&Expires=1723415067&Signature=Gf9tzzwdbdEwLFBPPtqNqno9TyIHWDJRreWICRm1qMDdIfThw5c4-jyO4VQITyvZcv5gF42JEsirmbnxYDF858t3XnwN6rSpcWatw3XC7F2q2G6wz7Nm7I8QRa1nensw8v~aWiVGxQPERPKrIDrTBSmDrUSMRYUGygmddtBTI5aBai9TBGgbdTTunY8MzGVLtFmv0KxF9~bcpT3iMZs2i94IXo4P~EMT9fIC8irCskMN9un-hFnIQQdviNokxlc8CbQIPoW6F1WVpdoWok~EnBsdH-n8ZZntaWxwiCSVboFgiQdOK6P9CCkuUUGnPJDDcE8qU78CrYYHgMLI1BIIdQ\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxs1xzle7.cloudfront.net/40723065/6-aenor_50001-libre.pdf?1449784301=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D6_aenor_50001.pdf&Expires=1723415067&Signature=Gf9tzzwdbdEwLFBPPtqNqno9TyIHWDJRreWICRm1qMDdIfThw5c4-jyO4VQITyvZcv5gF42JEsirmbnxYDF858t3XnwN6rSpcWatw3XC7F2q2G6wz7Nm7I8QRa1nensw8v~aWiVGxQPERPKrIDrTBSmDrUSMRYUGygmddtBTI5aBai9TBGgbdTTunY8MzGVLtFmv0KxF9~bcpT3iMZs2i94IXo4P~EMT9fIC8irCskMN9un-hFnIQQdviNokxlc8CbQIPoW6F1WVpdoWok~EnBsdH-n8ZZntaWxwiCSVboFgiQdOK6P9CCkuUUGnPJDDcE8qU78CrYYHgMLI1BIIdQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

Pérez Párraga, R. S., & Troya Tito Jaime David, J. D. (2019). Monitoreo en tiempo real del consumo de energía eléctrica residencial que permita optimizar la eficiencia energética.

<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/494ffdfc-1d32-4260-93b2-3df84b1d17e3/content>

Poveda, M. (2007). Eficiencia energética: recurso no aprovechado. OLADE. Quito.

<https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0054.pdf>

Resolución 1283 de 2016 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER y gestión eficiente de la energía para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones. Agosto 03 de 2016.

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-1283-de-2016.pdf>

Romero, D. (2022). Estrategias tecnológicas y sistemáticas para optimizar los sistemas de consumo de energía. *Observador del Conocimiento*, 7(4), 58-75.

<https://revistaoc.oncti.gob.ve/index.php/odc/issue/view/1/2>

Tamayo, M. (2007). *Metodología de la Investigación*. México: Limusa.

[https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=tamayo+y+tamayo+%282007%29+investigacion+mixta&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=tamayo+y+tamayo+%282007%29+investigacion+mixta&btnG=)

Velasco, J. G. (2009). *Energías renovables*. Reverte.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bl6L8E\\_9t1kC&oi=fnd&pg=PA35&dq=libros+sobre+energia+&ots=rahvjdYbMk&sig=7BGmaK2NR7BLMLEu4KbtLFBlaQQ#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bl6L8E_9t1kC&oi=fnd&pg=PA35&dq=libros+sobre+energia+&ots=rahvjdYbMk&sig=7BGmaK2NR7BLMLEu4KbtLFBlaQQ#v=onepage&q&f=false)

Villanova Serrano, K. A., & Correa Olarte, L. M. (2021). Factibilidad en el diseño e implementación de un sistema de generación de energía fotovoltaica en la Sede Deportiva Coaviconsa de las Unidades Tecnológicas de Santander.

<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7764/FDC%20125%20KAVS-LMCO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Walker, J. S. (2014). *Física: Conceptos y Aplicaciones*. Pearson Education