



**Modelo técnico, jurídico y operativo para cargadores eléctricos compartidos  
en propiedad horizontal de Bogotá, 2025-2026**

Leidy Yulieth Navarro Lozano  
Jhan Carlos Garzón Polo

**Seminario de Investigación**

Docente:  
Ricardo Andrés Villalba Rivera

Universidad EAN  
Facultad Ingeniería  
Especialización en Gerencia de Proyectos  
Bogotá, Colombia  
09 marzo de 2026

## CONTENIDO

|                                                                              | Pág.      |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                                    | <b>5</b>  |
| <b>EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>                                   | <b>7</b>  |
| <b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....</b>                                        | <b>8</b>  |
| <i>Delimitación Espacial y Poblacional Ajustada .....</i>                    | <i>8</i>  |
| <b>OBJETIVOS .....</b>                                                       | <b>9</b>  |
| <i>Objetivo general .....</i>                                                | <i>9</i>  |
| <i>Objetivos específicos (PHVA) .....</i>                                    | <i>9</i>  |
| <b>JUSTIFICACIÓN .....</b>                                                   | <b>11</b> |
| <b>MARCO INSTITUCIONAL .....</b>                                             | <b>13</b> |
| <i>Modelo administrativo .....</i>                                           | <i>13</i> |
| <i>Estructura Organizacional .....</i>                                       | <i>13</i> |
| <i>Portafolio de Servicios .....</i>                                         | <i>14</i> |
| <i>Análisis del Sector .....</i>                                             | <i>14</i> |
| <i>Análisis DOFA.....</i>                                                    | <i>14</i> |
| <i>Análisis PESTEL .....</i>                                                 | <i>16</i> |
| <b>MARCO CONTEXTUAL Y CONCEPTUAL .....</b>                                   | <b>18</b> |
| <i>Contexto: La Transición a la Movilidad Eléctrica en Colombia .....</i>    | <i>18</i> |
| <i>Fundamentación Teórica: Gobernanza de los Recursos de Uso Común .....</i> | <i>18</i> |
| <i>Eje Jurídico: Propiedad Horizontal y Bienes Comunes .....</i>             | <i>19</i> |
| <i>Eje Técnico: Seguridad Eléctrica y RETIE 2024 .....</i>                   | <i>19</i> |
| <i>Eje Operativo y Financiero: Monetización y Sostenibilidad .....</i>       | <i>19</i> |
| <i>Contexto Internacional y Referencias Globales .....</i>                   | <i>20</i> |

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>                                       | <b>21</b> |
| <i>Enfoque de la Investigación .....</i>                               | <i>21</i> |
| <i>Justificación del Método según el Problema.....</i>                 | <i>21</i> |
| <i>Tipo y Diseño Específico de la Investigación .....</i>              | <i>21</i> |
| <b>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b>                          | <b>23</b> |
| <i>Técnicas para la recolección de datos Cuantitativos .....</i>       | <i>23</i> |
| <i>Técnicas para la recolección de datos Cualitativos.....</i>         | <i>23</i> |
| <i>Estrategia de Integración (Diseño Convergente).....</i>             | <i>24</i> |
| <b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN .....</b>                               | <b>25</b> |
| <i>Cuadro Resumen de Instrumentos.....</i>                             | <i>25</i> |
| <i>Descripción Detallada de los Instrumentos.....</i>                  | <i>25</i> |
| <b>PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b>                     | <b>27</b> |
| <i>Cómo se recolectarán los datos (Paso a paso del proceso) .....</i>  | <i>27</i> |
| <i>Quién participa .....</i>                                           | <i>28</i> |
| <i>Controles o restricciones técnicas.....</i>                         | <i>28</i> |
| <i>Protocolos de seguridad .....</i>                                   | <i>28</i> |
| <b>VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS.....</b>                                 | <b>30</b> |
| <i>Validación por Juicio de Expertos .....</i>                         | <i>30</i> |
| <i>Piloto de Prueba .....</i>                                          | <i>30</i> |
| <i>Ajustes Realizados (Fase iterativa) .....</i>                       | <i>31</i> |
| <b>PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS.....</b>                                  | <b>32</b> |
| <i>Análisis de Datos Cuantitativos (Técnico y Operativo) .....</i>     | <i>32</i> |
| <i>Análisis de Datos Cualitativos (Jurídico y Organizacional).....</i> | <i>32</i> |
| <i>Integración de Métodos Mixtos (Diseño Convergente) .....</i>        | <i>33</i> |
| <b>RESULTADOS Y DIAGNÓSTICO .....</b>                                  | <b>34</b> |

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Resultados del Diagnóstico Jurídico.....</i>               | <i>34</i> |
| <i>Resultados del Diagnóstico Técnico.....</i>                | <i>34</i> |
| <i>Resultados del Diagnóstico Operativo y Financiero.....</i> | <i>34</i> |
| <b>RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS .....</b>                      | <b>36</b> |
| <b>EVALUACIÓN ECONÓMICA Y CASO DE NEGOCIO .....</b>           | <b>38</b> |
| <i>Conclusión de Validación .....</i>                         | <i>41</i> |
| <b>DISEÑO DEL MODELO: EL HUB DE CARGA COMUNAL.....</b>        | <b>42</b> |
| <i>Componente Técnico: Seguridad e Inteligencia .....</i>     | <i>42</i> |
| <i>Componente Jurídico y Administrativo: Gobernanza.....</i>  | <i>42</i> |
| <i>Componente Operativo y Financiero: Monetización .....</i>  | <i>43</i> |
| <b>RECOMENDACIONES .....</b>                                  | <b>46</b> |
| <b>REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA .....</b>                          | <b>47</b> |

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación se sitúa en un punto de inflexión de la gestión de infraestructura tecnológica, el derecho urbanístico y la sostenibilidad urbana en el contexto de la propiedad horizontal en Bogotá. El campo de conocimiento abordado es la transición energética residencial, específicamente enfocada en la creación de modelos operativos y jurídicos que permitan la integración de vehículos eléctricos (VE) en edificaciones existentes. El estudio analiza cómo la implementación de tecnologías de carga puede armonizarse con el régimen de propiedad horizontal, garantizando que la innovación técnica no vulnere la seguridad eléctrica ni la estabilidad administrativa de las copropiedades.

El auge de la movilidad eléctrica en Colombia ha generado una presión sin precedentes sobre la infraestructura de los conjuntos residenciales. Los antecedentes demuestran que la mayoría de los edificios en Bogotá no fueron diseñados para soportar la demanda energética de cargadores de vehículos ni cuentan con espacios asignados para tal fin. Empíricamente, esto ha llevado a la proliferación de conexiones informales desde los apartamentos hacia los sótanos, lo que incrementa exponencialmente los riesgos de incendio y fallas sistémicas en las redes eléctricas internas. Bibliográficamente, se evidencia una brecha entre la Ley 675 de 2001, que rige la propiedad horizontal, y las necesidades tecnológicas actuales, ya que la normativa tradicional tiende a ser rígida frente a la modificación de zonas comunes.

El objeto de diagnóstico de esta investigación son los parqueaderos de visitantes en las copropiedades de Bogotá. Aunque estos espacios representan el lugar óptimo para implementar puntos de carga compartidos por su cercanía a las subestaciones eléctricas, enfrentan un obstáculo jurídico crítico: cualquier cambio en su uso original es interpretado frecuentemente como un "cambio de destinación y uso". Según la legislación actual, esto requeriría la aprobación de una mayoría calificada del 70% en la asamblea de copropietarios, un consenso que, en la práctica, es casi imposible de alcanzar, bloqueando así el progreso hacia la sostenibilidad.

Contextualmente, el problema se agrava con la entrada en vigencia de la Resolución 40117 de 2024 (RETIE), la cual impone estándares de seguridad técnica estrictos que las instalaciones artesanales no cumplen. Asimismo, los administradores enfrentan la dificultad operativa de facturar el consumo energético de forma individualizada; sin un sistema de control,

el costo de la energía consumida por unos pocos termina siendo asumido por toda la comunidad a través de las expensas comunes, contraviniendo los principios de la Ley 142 de 1994 sobre servicios públicos. Por lo tanto, el problema central no es solo la falta de infraestructura, sino la ausencia de un modelo que integre la viabilidad legal, la seguridad técnica y la eficiencia financiera para el recaudo del servicio.

Ante este panorama, la investigación se formula el siguiente interrogante: ¿Cómo estructurar un modelo técnico, jurídico y operativo para implementar cargadores eléctricos compartidos en parqueaderos de visitantes de propiedades horizontales residenciales en Bogotá?

Con el fin de mitigar estas problemáticas, el presente proyecto de investigación desarrolla un Modelo técnico, jurídico y operativo para cargadores eléctricos compartidos en propiedad horizontal de Bogotá. Este enfoque integrado busca viabilizar la transición hacia la movilidad eléctrica residencial, asegurando la mitigación de riesgos técnicos bajo la normativa RETIE 2024, la resolución de vacíos legales de la Ley 675 de 2001, y la sostenibilidad financiera a través de un esquema eficiente de monetización del servicio.

## EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El obstáculo crítico para la transición energética en la propiedad horizontal no reside únicamente en la infraestructura técnica, sino en la parálisis decisional derivada de la interpretación del artículo 46 de la Ley 675 de 2001. Un análisis preliminar realizado en 15 conjuntos residenciales de estratos 4 al 6 en Bogotá permitió validar las dimensiones reales de este bloqueo:

Percepción de inviabilidad legal: El 87% de los administradores consultados consideran que alcanzar la mayoría calificada del 70% en una asamblea ordinaria es un requisito imposible de cumplir debido al ausentismo estructural.

Aceptación condicionada: El 60% de los copropietarios encuestados manifiestan disposición a pagar por el servicio de carga, siempre que este se gestione sin exigir un cambio de destinación del bien común.

Vacío Jurisprudencial: No se identificaron fallos en juzgados civiles o administrativos en Bogotá que definan si la instalación de un 'servicio complementario' de carga eléctrica en parqueaderos de visitantes constituye, o no, un cambio de destinación.

### ¿Qué variables predominan?

En este fenómeno predominan dos fuerzas en constante tensión:

Variables Tecnológicas: La necesidad crítica de gestionar la capacidad en kVA del transformador mediante software (Balanceo Dinámico de Carga - DLB) y cumplir con la seguridad exigida por el RETIE 2024.

Variables Organizacionales y Humanas: La gobernanza de la copropiedad, donde el quórum asambleario, el temor a la pérdida de zonas comunes y la necesidad de evitar subsidios cruzados (Ley 142 de 1994) dictan si el proyecto se aprueba o se rechaza.

Esta falta de claridad jurídica, y no la ausencia de tecnología, es el obstáculo crítico que este proyecto busca resolver mediante una interpretación doctrinal sustentada y un modelo operativo que garantice la seguridad bajo el RETIE 2024.

**VI — Variable Independiente (La intervención):** Implementación de estaciones de carga compartidas en parqueaderos de visitantes, controladas por tarjetas de acceso exclusivo para residentes.

**VD 1 — Dependiente (Efecto Legal/Administrativo):** Preservación de la destinación original de los bienes comunes (evitando el requisito del 70% de mayoría calificada en asamblea).

**VD 2 — Dependiente (Efecto Operativo/Financiero):** Eficiencia en la monetización y recaudo (medido por los ingresos generados por el alquiler del espacio por tiempo + servicio de carga).

**VD 3 — Dependiente (Efecto Técnico):** Nivel de cumplimiento normativo y seguridad eléctrica bajo el RETIE 2024.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo estructurar un modelo técnico, jurídico y operativo para implementar cargadores eléctricos compartidos en parqueaderos de visitantes de propiedades horizontales residenciales en Bogotá ?

### **Delimitación Espacial y Poblacional Ajustada**

El estudio se circunscribe a la zona urbana de Bogotá, delimitando la población objetivo en copropiedades residenciales de estratos 4, 5 y 6. Este nicho concentra el 85% de la intención de compra de vehículos eléctricos (según ANDEMOS) y cuenta con la capacidad presupuestal para tecnologías OCPP/RFID y la infraestructura base requerida, garantizando la factibilidad económica y metodológica de la investigación. La delimitación temporal se restringe al periodo 2025-2026 bajo el marco de la Resolución 40117 de 2024 (RETIE).

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Diseñar un modelo técnico, jurídico y operativo para cargadores eléctricos compartidos en parqueaderos de visitantes de la propiedad horizontal residencial (estratos 4, 5 y 6) en Bogotá, con el propósito de viabilizar la transición hacia la movilidad eléctrica en el entorno residencial de forma segura, legal y económicamente sostenible.

**Fenómeno concreto a intervenir:** La falta de infraestructura de carga y las conexiones eléctricas informales en conjuntos residenciales antiguos.

**Variables principales involucradas:** Capacidad eléctrica y seguridad (Variable Técnica), destinación de bienes comunes (Variable Jurídica), y eficiencia de recaudo (Variable Operativa).

**Tipo de conocimiento a producir:** De carácter propositivo y de diseño (estructurar una solución aplicable y evaluable).

### Objetivos específicos (PHVA)

#### **Analizar (Fase Planificar - Variable Jurídica):**

Objetivo: Analizar las barreras jurídicas derivadas de la Ley 675 de 2001 respecto a la intervención de zonas comunes, para estructurar la figura legal de "servicio complementario" que permita la viabilidad del proyecto sin requerir la aprobación del 70% de coeficientes de copropiedad.

Conexión metodológica: Se medirá a través de análisis documental (revisión de reglamentos y conceptos de Minvivienda).

#### **Estructurar (Fase Hacer - Variable Técnica):**

Objetivo: Estructurar la arquitectura eléctrica del Hub de carga compartida integrando tecnología de Balanceo Dinámico de Carga (DLB) y lineamientos de seguridad del RETIE 2024, garantizando que el consumo no exceda la capacidad nominal (kVA) del transformador existente.

Conexión metodológica: Se medirá mediante listas de chequeo técnico e inspecciones visuales en las subestaciones de los casos tipo.

**Evaluar (Fase Verificar - Variable Operativa/Económica):**

Objetivo: Evaluar la viabilidad operativa de plataformas de gestión en la nube (protocolo OCPP) y autenticación RFID, para asegurar el recaudo individualizado de la energía consumida y evitar los subsidios cruzados prohibidos por la Ley 142 de 1994.

Conexión metodológica: Se medirá mediante la simulación financiera de costos vs. ingresos y entrevistas a administradores.

**Integrar (Fase Actuar - Producto Final y Sostenibilidad GPM):**

Objetivo: Integrar los componentes técnico, jurídico y operativo en un manual de lineamientos basado en el estándar P5 (Green Project Management), que facilite la toma de decisiones estandarizada para los Consejos de Administración en Bogotá.

Conexión metodológica: Se materializa en la entrega del protocolo unificado final.

## JUSTIFICACIÓN

La justificación de este proyecto se fundamenta en la necesidad de armonizar el crecimiento acelerado de la movilidad eléctrica con las estructuras normativas y físicas de la propiedad horizontal en Bogotá. A continuación, se detallan los criterios que sustentan su relevancia y pertinencia:

**Conveniencia y Relevancia Social:** La investigación es conveniente pues resuelve la necesidad urgente de infraestructura de carga aprovechando espacios ya existentes, como los parqueaderos de visitantes, sin requerir obras civiles masivas ni reasignación de parqueaderos privados. Socialmente, el proyecto democratiza el acceso a la carga segura para todos los residentes. Al centralizar la operación, se eliminan las conexiones informales y peligrosas desde los apartamentos, mitigando significativamente los riesgos de incendio en las áreas residenciales.

**Implicaciones Prácticas e Impacto Empresarial:** En el ámbito práctico, este modelo soluciona el principal dolor de cabeza de los administradores: la gestión y cobro de la energía. La implementación de un sistema de tarjetas permite habilitar el cargador y asociar automáticamente el consumo y el tiempo de parqueo a la cuenta del residente. Esto transforma la administración de la copropiedad, permitiendo una monetización eficiente y un recaudo basado en ingresos generados por el alquiler del espacio y el servicio de carga, asegurando que no se generen pérdidas financieras.

**Valor Teórico y Utilidad Metodológica:** El estudio aporta una interpretación jurídica innovadora de la Ley 675 de 2001, demostrando que la integración de tecnología de carga en zonas comunes puede configurarse como un "servicio complementario" y no como un "cambio de destinación y uso". Metodológicamente, se define el concepto de "Hub de carga comunal" escalable, el cual permite implementar más puntos en la zona de visitantes a medida que crezca la demanda, bajo reglas estandarizadas.

**Viabilidad y Alcance:** El proyecto es factible gracias a la disponibilidad de recursos y un cronograma delimitado para el periodo 2025-2026 en la ciudad de Bogotá. Se cuenta con acceso directo al contexto de estudio al enfocarse en parqueaderos de visitantes cercanos a las subestaciones eléctricas, lo que optimiza los recursos materiales y técnicos necesarios para el diseño bajo el estándar RETIE 2024. El equipo humano y el soporte documental jurídico aseguran que el modelo propuesto sea una herramienta lista para ser adoptada por los consejos de administración.

**Competitividad y Valorización Inmobiliaria:** El proyecto responde a una tendencia creciente en el mercado de finca raíz en Bogotá, donde la infraestructura de movilidad eléctrica se ha convertido en un factor decisivo de compra y arrendamiento. Según datos de CAMACOL, la demanda de vivienda con facilidades de carga creció un 35% en 2024. En este sentido, la implementación de “Hubs de carga comunal” actúa como un diferenciador competitivo estratégico que incrementa la atraktividad y la valorización de la copropiedad frente a edificaciones que enfrentan la obsolescencia energética. Esto no solo protege el patrimonio de los copropietarios, sino que transforma un área pasiva (parqueaderos de visitantes) en una fuente de ingresos adicionales y sostenibilidad financiera para la administración dentro de los conjuntos residenciales.

## MARCO INSTITUCIONAL

El proyecto se inscribe en el sector de Servicios Inmobiliarios y de Gestión de Activos Residenciales. En Bogotá, la Propiedad Horizontal no es solo un régimen legal; es el modelo de vivienda predominante, albergando a más del 70% de la población urbana. Este sector se encuentra en una fase de transformación crítica impulsada por la transición energética y la digitalización de servicios.

A nivel económico, el sector de la PH en Bogotá representa un mercado de alta densidad que demanda soluciones de infraestructura inteligente. La posición del sector es de liderazgo en la adopción de políticas sostenibles, impulsado por el Plan de Acción Climática de la ciudad, que busca electrificar la movilidad urbana para el año 2035. La "organización" objeto de análisis, en este sentido, es la Administración de Conjuntos Residenciales, entes encargados de la custodia y mejora de los bienes comunes.

### Modelo administrativo

Para efectos de este diseño, se toma como referencia el modelo de administración de grandes complejos residenciales en Bogotá (Estratos 4, 5 y 6), que son los adoptantes tempranos de la movilidad eléctrica.

Reseña Histórica: Las administraciones de PH en Bogotá han evolucionado de ser simples entes recaudadores de cuotas de mantenimiento a convertirse en gestores de comunidades complejas. Desde la expedición de la Ley 675 de 2001, han tenido que adaptar su operación a crecientes exigencias de seguridad y tecnología.

Misión: Garantizar la valorización del patrimonio inmobiliario y la calidad de vida de los residentes a través de una gestión eficiente, segura y sostenible de las áreas comunes, cumpliendo con la normativa técnica y jurídica vigente.

Visión (2027): Convertirse en ecosistemas residenciales inteligentes y autosuficientes, referentes en movilidad sostenible y eficiencia energética, integrando tecnologías de vanguardia para el bienestar de la comunidad.

### Estructura Organizacional

La organización administrativa de estas copropiedades sigue una jerarquía legal definida, la cual es el eje central para la toma de decisiones sobre el "Hub de carga comunal

**Asamblea general de copropietarios:** Máximo órgano de decisión donde se busca evitar el requisito del 70% mediante la propuesta de servicio complementario.

**Consejo de Administración:** Encargado de proponer y supervisar el reglamento interno de uso del servicio.

**Administrador:** Responsable de la ejecución operativa y el recaudo mediante el sistema de tarjetas.

**Revisoría Fiscal y Comité de Convivencia:** Órganos de control y mediación.

### **Portafolio de Servicios**

Las administraciones de PH compiten hoy por la atraktividad del inmueble. Una copropiedad que ofrece "Hubs de carga" certificados bajo RETIE 2024 tiene una ventaja competitiva superior frente a edificios antiguos sin infraestructura.

Servicios que ofrece el modelo propuesto:

**Gestión de Carga Eléctrica:** Servicio de suministro de energía individualizado para residentes en zonas comunes.

**Monetización de Espacios:** Alquiler temporal de parqueaderos de visitantes vinculado al consumo eléctrico.

**Seguridad Técnica:** Certificación de instalaciones bajo normas de seguridad industrial para mitigar riesgos de incendio.

### **Análisis del Sector**

El sector enfrenta el desafío de la "obsolescencia energética". Según datos de la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), la demanda de estaciones de carga ha crecido un 40% anual. No obstante, el vacío en la gestión del recaudo y la interpretación errónea de la Ley 675 actúan como cuellos de botella. El modelo de "Hub de carga comunal" se posiciona como una innovación disruptiva que permite a las administraciones cumplir con la Ley 142 de 1994, evitando que la energía sea un gasto compartido y convirtiéndola en un servicio autosostenible.

### **Análisis DOFA**

El sector de la administración de copropiedades en Bogotá enfrenta un entorno de obsolescencia energética que requiere una evaluación de sus capacidades y retos:

| Fortalezas                                                                                     | Debilidades                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Marco legal existente (Ley 675 de 2001) el cual regula la administración de bienes comunes.    | Infraestructura eléctrica antigua no diseñada para cargas de vehículos eléctricos (VE). |
| Concentración de la demanda en estratos 4, 5 y 6, facilitando la implementación de tecnología. | Incertidumbre interpretativa sobre el quórum del 70% para cambios de uso.               |
| Existencia de normas técnicas de seguridad claras (RETIE 2024).                                | Falta de sistemas automatizados para el recaudo individualizado de energía.             |
| Oportunidades                                                                                  | Amenazas                                                                                |
| Crecimiento del 35% en la demanda de vivienda con infraestructura para movilidad eléctrica.    | Riesgo de incendios por conexiones informales o artesanales desde los apartamentos.     |
| Incentivos tributarios y financiación verde para proyectos de eficiencia energética.           | Sanciones por incumplimiento de las normativas técnicas (Resolución 40117 de 2024).     |
| El Plan de Acción Climática de Bogotá busca electrificar la movilidad urbana para 2035.        | Conflictos de convivencia por el uso de recursos comunes para beneficio privado.        |

El análisis DOFA presentado anteriormente permite identificar que el sector de la Propiedad Horizontal en Bogotá se encuentra en una fase de transición crítica. A continuación, se explican los hallazgos más relevantes:

- Sinergia Estratégica (Fortalezas + Oportunidades): La robustez del marco legal de la Ley 675 de 2001 y la ubicación estratégica en estratos 4, 5 y 6 son los cimientos para capitalizar el crecimiento del 35% en la demanda de vivienda con infraestructura eléctrica detectado por el sector. El modelo propuesto utiliza la fortaleza de la administración centralizada para capturar la oportunidad de los incentivos tributarios y la financiación verde disponibles en el mercado colombiano.
- Gestión de Riesgos (Debilidades + Amenazas): La debilidad principal, que es la infraestructura eléctrica obsoleta, se convierte en una amenaza crítica de incendio y fallas sistémicas cuando los residentes realizan conexiones informales desde sus apartamentos. El modelo técnico basado en el RETIE 2024 actúa

como la solución operativa para neutralizar esta amenaza, transformando una instalación "artesanal" en un sistema certificado y seguro.

- **Superación de la Parálisis Jurídica:** El análisis revela que el vacío jurisprudencial sobre el artículo 46 de la Ley 675 es la debilidad que alimenta la amenaza de conflictos de convivencia. Al proponer un servicio complementario en lugar de un cambio de destinación, el proyecto busca convertir esta debilidad en una fortaleza administrativa, permitiendo que la copropiedad se valore sin depender de mayorías calificadas casi imposibles de alcanzar.
- **Sostenibilidad y Monetización:** Finalmente, la falta de sistemas de recaudo se resuelve mediante el uso de tecnología RFID y software OCPP, alineando la operación con la Ley 142 de 1994 para asegurar que el servicio sea autosostenible y no un gasto común.

### **Análisis PESTEL**

El análisis PESTEL revela que el proyecto se encuentra en un entorno favorable, donde las dimensiones Política, Económica y Social ejercen una presión positiva hacia la adopción de la movilidad eléctrica en Bogotá. Sin embargo, se identifica una tensión crítica en la dimensión Legal, donde la rigidez de la Ley 675 de 2001 podría frenar la innovación tecnológica.

El modelo técnico propuesto (dimensión Tecnológica) actúa como el puente necesario para resolver esta tensión, utilizando sistemas de control de acceso (RFID) para asegurar que la gestión económica sea justa y transparente, cumpliendo simultáneamente con las estrictas normas de seguridad técnica del RETIE 2024. De esta forma, el 'Hub de carga comunal' transforma una obligación ecológica en una ventaja competitiva inmobiliaria.

| Dimensión   | Factor Analizado e Impacto en el Proyecto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Político    | Impulso a la movilidad sostenible: el Gobierno Nacional y la Alcaldía de Bogotá promueven activamente la transición energética (ej. Plan de Acción Climática 2035), lo cual genera un entorno de apoyo que facilita la adopción de infraestructuras verdes en el sector de enfoque residencial.                                                                   |
| Económico   | Incentivos financieros y valorización: existen beneficios tributarios (deducción de renta, exención de IVA) y líneas de "Crédito Verde" (entidades financieras como Davivienda, Bancolombia) que reducen el costo de inversión inicial para la asamblea. También se proyecta una valorización del patrimonio inmobiliario al mitigar la obsolescencia energética. |
| Social      | Cambio en el comportamiento del consumidor: hay una creciente conciencia ambiental en los estratos 4, 5 y 6 de Bogotá y una demanda (35% de aumento en 2024) por viviendas que faciliten la movilidad eléctrica. El modelo resuelve el conflicto social de las conexiones improvisadas que generan inseguridad en el entorno.                                     |
| Tecnológico | Estandarización y control (OCP/RFID): La disponibilidad de cargadores inteligentes compatibles con el protocolo OCPP permite la gestión remota y el recaudo automatizado. Esto elimina la barrera operativa del cobro individualizado de energía en zonas comunes.                                                                                                |
| Ecológico   | Descarbonización urbana: El proyecto contribuye directamente a la reducción de la huella de carbono residencial en Bogotá al facilitar el reemplazo de vehículos de combustión por eléctricos. Se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible y la gestión eficiente de recursos.                                                                           |
| Legal       | Seguridad normativa y vacíos jurisprudenciales: La entrada en vigencia del RETIE 2024 obliga a la certificación de instalaciones. El desafío legal central es la interpretación del artículo 46 de la Ley 675 de 2001 para evitar la mayoría calificada del 70% mediante el servicio complementario.                                                              |

## MARCO CONTEXTUAL Y CONCEPTUAL

El presente marco fundamenta teórica y conceptualmente el diseño de un modelo integral para la implementación de cargadores eléctricos compartidos en la propiedad horizontal (PH) de Bogotá. A través de la revisión de literatura normativa, técnica y operativa, se construye un estado del arte que permite operacionalizar las variables del estudio: la infraestructura compartida (Variable Independiente), la preservación jurídica de los bienes comunes, la seguridad eléctrica y la eficiencia financiera (Variables Dependientes).

### **Contexto: La Transición a la Movilidad Eléctrica en Colombia**

El auge de la movilidad sostenible en Colombia, impulsado por políticas públicas como la Ley 1964 de 2019, ha generado un crecimiento acelerado en la adopción de vehículos eléctricos (VE). Dicha ley establece, en su artículo 10, que los nuevos proyectos de construcción deben incluir obligatoriamente acometidas para carga eléctrica. Sin embargo, esto deja un vacío operativo y técnico para las edificaciones existentes construidas antes de esta normativa, las cuales no fueron diseñadas para soportar la carga eléctrica adicional que demanda la recarga simultánea de múltiples vehículos. En la práctica, la conexión individual desorganizada desde los medidores privados hacia los parqueaderos satura la capacidad finita de los transformadores residenciales y eleva exponencialmente los riesgos de incendio.

### **Fundamentación Teórica: Gobernanza de los Recursos de Uso Común**

El diseño de este modelo no solo responde a una necesidad técnica, sino que se fundamenta en la teoría de gobernanza de bienes comunes. Según Hardin (1968), los recursos compartidos son susceptibles a la tragedia de los comunes, donde el interés individual (cargar un vehículo eléctrico usando la red común) genera un agotamiento o costo desproporcionado para el colectivo.

No obstante, Elinor Ostrom (1990) Premio Nobel de Economía, demuestra que las comunidades pueden gestionar con éxito estos recursos mediante reglas claras de acceso y exclusión. El modelo de Hub de carga comunal aplica los principios de Ostrom al transformar un bien común de acceso abierto e indiscriminado en un recurso gestionado mediante tarjetas de acceso y software de control. Esto asegura que el beneficio del servicio sea privado y su costo sea asumido exclusivamente por el usuario, eliminando la externalidad negativa sobre el presupuesto de la copropiedad.

### **Eje Jurídico: Propiedad Horizontal y Bienes Comunes**

Para la implementación de infraestructura en conjuntos residenciales, es imperativo analizar el régimen legal bajo la Ley 675 de 2001.

**Bienes Comunes vs. Privados:** La ley define los bienes comunes como aquellos indispensables para el funcionamiento, conservación y seguridad del edificio, cuyo uso y goce corresponde a todos los copropietarios.

**Cambio de Destinación (Mayoría Calificada):** El artículo 46 de la Ley 675 estipula que cualquier decisión que implique un cambio de destinación de los bienes comunes de uso general, o que represente una disminución sensible en su uso y goce, requiere la aprobación de una mayoría calificada del 70% de los coeficientes de copropiedad.

**Modelo de Servicio Complementario:** Para superar la alta barrera del 70%, el presente proyecto conceptualiza la instalación de cargadores en parqueaderos de visitantes no como un "cambio de destinación", sino como una "mejora o servicio complementario". El parqueadero conserva su naturaleza (estacionamiento temporal), pero se le añade un valor agregado tecnológico, democratizando el acceso a la recarga sin privatizar el espacio común.

### **Eje Técnico: Seguridad Eléctrica y RETIE 2024**

El diseño técnico de las estaciones de carga debe someterse estrictamente al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), actualizado mediante la Resolución 40117 de 2024 expedida por el Ministerio de Minas y Energía.

**Certificación de Producto e Instalación:** El RETIE 2024, en su Libro 2 y Libro 3, exige que tanto los cargadores (como producto) como la estación de carga (como instalación final) demuestren conformidad mediante dictámenes de inspección y certificados emitidos por organismos acreditados por la ONAC.

### **Eje Operativo y Financiero: Monetización y Sostenibilidad**

El modelo operativo debe garantizar que la copropiedad no asuma los costos de energía de usuarios particulares, en concordancia con los principios de servicios públicos (Ley 142 de 1994).

**Software de Gestión y Protocolo OCPP:** La conceptualización moderna de puntos de carga exige el uso de plataformas de software unificadas compatibles con el protocolo OCPP (Open Charge Point Protocol). Estas plataformas permiten la identificación del usuario mediante tarjetas RFID o aplicaciones móviles, midiendo la energía consumida y facturándola de manera individualizada.

**Incentivos Tributarios (UPME):** La estructuración financiera del modelo se apoya en los beneficios fiscales otorgados por el Estado para proyectos de eficiencia energética. Estos

incluyen la deducción de hasta el 50% de la inversión en el impuesto de renta por 15 años, la exclusión de IVA en la compra de equipos, exenciones arancelarias y depreciación acelerada.

**Financiación Verde:** Las entidades financieras en Colombia (ej. Líneas sostenibles de Davivienda, Bancolombia, BBVA) ofrecen tasas diferenciales para la adecuación de proyectos que incorporen certificaciones de sostenibilidad (EDGE, LEED) e infraestructura ecoeficiente, lo que facilita el apalancamiento del proyecto para la asamblea de copropietarios.

### **Contexto Internacional y Referencias Globales**

La problemática de la infraestructura de carga en propiedad horizontal no es exclusiva de Bogotá; mercados con mayor madurez en movilidad eléctrica ofrecen precedentes valiosos.

#### **España:**

La Ley de Propiedad Horizontal fue reformada (específicamente el artículo 17.5) para permitir que la instalación de puntos de carga sea considerada una mejora de eficiencia energética, lo cual facilita su implementación sin requerir mayorías calificadas complejas. Este antecedente refuerza la tesis de este proyecto de catalogar el Hub como un servicio complementario.

#### **México y Chile:**

Han avanzado en normativas que obligan a las nuevas construcciones a dejar la "pre-instalación" lista, pero para edificios existentes, han optado por modelos de gestión por terceros (CPO - Charge Point Operators). Esto valida la intención de este estudio de proponer un modelo operativo donde la administración delegue el control técnico y el recaudo en plataformas tecnológicas automatizadas para evitar conflictos de convivencia.

DISEÑO METODOLÓGICO

Enfoque de la Investigación

Para el desarrollo de este proyecto se adopta un Enfoque Mixto. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), (Cualitativo para análisis hermenéutico legal y percepciones; Cuantitativo para variables de cargabilidad eléctrica y flujos financieros).

Se utilizará un diseño mixto convergente (o concurrente), donde los datos cuantitativos y cualitativos se recolectarán en la misma fase de campo (las visitas a los 4 conjuntos residenciales "casos tipo"), para luego triangular los resultados y estructurar el modelo final.

Justificación del Método según el Problema

La elección del enfoque mixto no es arbitraria; responde directamente a la naturaleza del problema (identificado en la fase previa como un "problema mixto") y a la necesidad de intervenir variables de distinta índole:

| Dimensión a Investigar                            | Tipo de Datos Requeridos                    | Justificación del Enfoque                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensión Técnica (Cuantitativa)                  | Datos numéricos y estadísticos.             | El proyecto requiere medir magnitudes exactas (capacidad instalada en kVA de los transformadores, niveles de tensión, demanda máxima) y modelar proyecciones financieras (costo del kWh, Retorno de Inversión - ROI, presupuesto CAPEX y OPEX). El enfoque cuantitativo es indispensable para garantizar el rigor de la ingeniería y la viabilidad financiera.                                                        |
| Dimensión Jurídica y Organizacional (Cualitativa) | Datos textuales, narrativos y perceptuales. | La principal barrera del proyecto radica en la Ley 675 de 2001 y la cultura organizacional. Se requiere comprender la interpretación de las normas (reglamentos internos), analizar conceptos jurídicos (Minvivienda) y explorar las percepciones, barreras y miedos de los Consejos de Administración frente a la pérdida de zonas comunes. El enfoque cualitativo permite capturar esta complejidad humana y legal. |
| Integración (Enfoque Mixto)                       | Triangulación de resultados.                | Un análisis puramente cuantitativo entregaría un diseño eléctrico perfecto pero inviable políticamente en asambleas. Un análisis puramente cualitativo entregaría un marco legal sin sustento técnico. El enfoque mixto permite resolver el problema de raíz: <i>una solución técnica (DLB) moldeada para encajar en una figura jurídica (servicio complementario).</i>                                               |

Tipo y Diseño Específico de la Investigación

Para dar mayor solidez a la justificación, el diseño metodológico se enmarca bajo las siguientes características:

**Alcance:** Descriptivo y Propositivo. El estudio inicia con un alcance descriptivo al caracterizar la línea base jurídica y las vulnerabilidades del estado actual (AS-IS) de los

edificios, y culmina con un alcance propositivo al formular y entregar la estructura final del modelo (TOE) como solución.

**Diseño:** No experimental, transeccional y de casos múltiples. No se manipularán variables en entornos controlados, sino que se observará la realidad en 4 conjuntos residenciales (casos tipo) en un momento único del tiempo (periodo 2025-2026), permitiendo la comparación de diferentes infraestructuras y reglamentos para crear un modelo estandarizado y escalable. Se observa el fenómeno en su contexto natural en un único momento del tiempo (periodo 2025-2026) sin manipulaciones deliberadas.

## TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Dado que la investigación adopta un enfoque mixto con un diseño convergente, la recolección de datos se realizará aplicando de manera simultánea (paralela) técnicas cuantitativas y cualitativas. Esto permitirá abordar el problema desde la ingeniería (infraestructura) y desde la gobernanza (comunidad y leyes).

A continuación, se describen las técnicas seleccionadas para cada dimensión del estudio:

### **Técnicas para la recolección de datos Cuantitativos**

Estas técnicas buscan obtener datos exactos, medibles y estandarizados sobre la infraestructura del edificio y el modelo de negocio.

**Mediciones Instrumentales y Observación Técnica:** Se utilizará para evaluar la variable de Seguridad Técnica y Capacidad de Carga (kVA). Consiste en la inspección física de las subestaciones eléctricas de los 4 conjuntos residenciales (casos tipo) para medir la capacidad nominal del transformador, el consumo máximo actual y las brechas existentes frente al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE 2024).

**Modelación Financiera y Análisis de Costos:** Se aplicará para evaluar la variable de eficiencia operativa. Consiste en la recopilación de datos de facturación de energía (histórico de los recibos de luz de las zonas comunes) para estructurar el CAPEX (costo de instalación del Hub y tecnología DLB) y el OPEX (costo de la energía y mantenimiento), validando matemáticamente si el recaudo mediante tarjetas RFID/OCPP garantiza un Retorno de Inversión (ROI) positivo y evita subsidios cruzados.

### **Técnicas para la recolección de datos Cualitativos**

Estas técnicas buscan comprender el contexto normativo y el comportamiento humano que bloquea o facilita el proyecto.

**Análisis Documental:** Se utilizará para medir la variable de Viabilidad Jurídica. Consiste en la revisión exhaustiva y categorización de los Reglamentos de Propiedad

Horizontal (RPH), actas de asambleas previas y conceptos del Ministerio de Vivienda, con el fin de identificar las restricciones legales exactas para la intervención de los parqueaderos de visitantes y justificar la figura de "servicio complementario".

**Entrevistas Semiestructuradas:** Aplicadas para comprender la variable Contextual / Organizacional. Se realizarán entrevistas a los Administradores y miembros de los Consejos de Administración de los casos de estudio. El objetivo es identificar sus principales temores (riesgo de incendio, pérdida de parqueaderos, aumento de cuotas de administración) y sus expectativas frente a la gestión de recaudo.

### **Estrategia de Integración (Diseño Convergente)**

Tal como lo exige el diseño mixto convergente, los datos de ambas dimensiones se recolectarán en la misma ventana de tiempo. Posteriormente, se realizará una triangulación de datos. Por ejemplo: los resultados de la medición instrumental (que indicará si el edificio soporta los cargadores) se cruzarán con los resultados del análisis documental (que indicará si legalmente se pueden poner en la zona de visitantes). El cruce de ambas técnicas es lo que permitirá formular el modelo de "Hub de Carga Comunal" final.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN

Para materializar las técnicas de recolección de datos descritas anteriormente, se han diseñado y seleccionado cuatro (4) instrumentos específicos. Estos instrumentos permitirán capturar tanto las mediciones exactas (cuantitativas) como las percepciones y normativas (cualitativas) en los conjuntos residenciales seleccionados.

A continuación, se presenta el listado y la descripción técnica de cada instrumento:

Cuadro Resumen de Instrumentos

| Dimensión / Enfoque      | Técnica                   | Instrumento de Recolección                                                | Descripción Técnica (Precisión y Frecuencia)                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Técnica (Cuantitativo)   | Mediciones Instrumentales | 1. Formato de Inspección Técnica (Checklist RETIE) y Analizador de Redes. | <b>Precisión:</b> Alta (Datos exactos de kW/kVA leídos directamente de la placa del transformador y mediciones con equipos calibrados).<br><b>Frecuencia:</b> Medición transversal (una sola visita técnica de 2 horas por cada conjunto residencial).   |
| Operativa (Cuantitativo) | Modelación Financiera     | 2. Matriz de Extracción de Datos de Consumo y Modelación (Excel).         | <b>Precisión:</b> Exacta (Basada en las tarifas oficiales publicadas por el comercializador de red, ej. Enel, en \$/kWh).<br><b>Frecuencia:</b> Extracción histórica (revisión de los últimos 12 meses de facturación de áreas comunes).                 |
| Jurídica (Cualitativo)   | Análisis Documental       | 3. Matriz de Revisión Documental y Legal.                                 | <b>Precisión:</b> Categórica (Filtra si el Reglamento de Propiedad Horizontal permite o prohíbe explícitamente cambios en zonas comunes).<br><b>Frecuencia:</b> Aplicación única por cada conjunto (1 revisión profunda por reglamento).                 |
| Contextual (Cualitativo) | Entrevista                | 4. Guía de Entrevista Semiestructurada.                                   | <b>Precisión:</b> Subjetiva/Interpretativa (Permite profundizar en las respuestas mediante preguntas de seguimiento).<br><b>Frecuencia:</b> Una sesión de 30 a 45 minutos por administrador/miembro del consejo, grabada en audio para su transcripción. |

Descripción Detallada de los Instrumentos

Formato de Inspección Técnica y Analizador de Redes (Instrumento Técnico)

**Diseño:** Es un formulario estructurado basado en los parámetros de la Resolución 40117 de 2024 (RETIE). Incluye campos para registrar el estado del transformador, calibres de acometidas y disponibilidad de espacio físico en los parqueaderos de visitantes.

**Soporte Instrumental:** Se utilizará la observación directa apoyada por un analizador de redes (cuando esté disponible por parte del mantenimiento del edificio) para verificar los picos de demanda máxima del conjunto frente a su capacidad instalada.

### **Matriz de Extracción de Datos y Modelación (Instrumento Financiero)**

**Diseño:** Una hoja de cálculo estructurada que recolecta el costo del kilovatio-hora (\$/kWh) pagado por la copropiedad, el cargo fijo, y el consumo promedio histórico.

**Función:** Este instrumento es el motor de la propuesta. Los datos extraídos alimentarán la simulación para demostrar cómo la implementación del software OCPP y las tarjetas RFID permitirán cobrar al usuario de VE un precio que cubra la energía consumida más el margen de mantenimiento, demostrando la viabilidad económica del proyecto.

### **Matriz de Revisión Documental (Instrumento Jurídico)**

**Diseño:** Una tabla de categorización que cuenta con variables predefinidas a buscar dentro del Reglamento de Propiedad Horizontal (RPH) de cada conjunto (Ej: "Mayorías exigidas para intervención de zonas comunes", "Reglamentación de parqueaderos de visitantes").

**Función:** Evitar sesgos de interpretación y estandarizar la forma en que se extraen las barreras legales de cada edificio.

### **Guía de Entrevista Semiestructurada (Instrumento Social/Organizacional)**

**Diseño:** Un cuestionario base con 8 a 10 preguntas abiertas dirigidas a los tomadores de decisiones (Administradores). Las preguntas abordan temas como:

- ¿Cuántas solicitudes de instalación de cargadores ha recibido en el último año?
- ¿Cuáles son los principales temores del Consejo frente a este tema?
- ¿Conocen la figura de "servicio complementario" para no afectar la destinación del bien común?

**Registro:** El instrumento se apoya en grabadoras de voz (con previo consentimiento informado) para asegurar que ninguna respuesta o actitud contextual se pierda durante el análisis.

## PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En este apartado se describe de manera detallada la ejecución práctica del diseño metodológico, estableciendo la ruta de acción para interactuar con los cuatro (4) conjuntos residenciales seleccionados como casos tipo.

### **Cómo se recolectarán los datos (Paso a paso del proceso)**

La recolección de datos se ejecutará mediante un procedimiento secuencial y estructurado en cuatro fases:

**Fase 1:** Acercamiento y Autorización (Semana 1): Contacto formal con las administraciones de los 4 conjuntos residenciales seleccionados. Se presentará el propósito de la investigación, se firmarán los consentimientos informados y los acuerdos de confidencialidad (NDA) para acceder a los planos eléctricos y documentos legales.

**Fase 2:** Recolección Cualitativa - Documental y Entrevistas (Semana 2): \* Paso 2.1: Solicitud y revisión del Reglamento de Propiedad Horizontal (RPH) y las actas de asamblea recientes utilizando la Matriz de Revisión Documental.

**Paso 2.2:** Ejecución de las entrevistas semiestructuradas presenciales o virtuales con los administradores y/o miembros del Consejo de Administración, grabando el audio para su posterior transcripción.

**Fase 3:** Recolección Cuantitativa - Inspección Técnica y Financiera (Semana 3):

**Paso 3.1:** Visita técnica a los sótanos y subestaciones eléctricas. Con el acompañamiento del personal de mantenimiento del edificio, se aplicará el Formato de Inspección Técnica (Checklist RETIE) y se registrarán los datos de la placa del transformador (kVA).

**Paso 3.2:** Recopilación de los últimos 12 recibos del servicio de energía de las zonas comunes para extraer los valores de \$/kWh e ingresarlos en la Matriz de Modelación Financiera.

**Fase 4:** Sistematización (Semana 4): Vaciado de los datos numéricos en Excel y transcripción de las entrevistas en software cualitativo para preparar el material para la fase de análisis.

### **Quién participa**

Para garantizar la validez y seguridad del procedimiento, participarán los siguientes actores:

**Investigadores (Equipo de Proyecto):** Encargados de dirigir las entrevistas, revisar la documentación legal y aplicar las listas de chequeo en las visitas técnicas.

**Administradores de PH y Miembros del Consejo:** Participan como sujetos informantes clave durante las entrevistas y como facilitadores (gatekeepers) para la entrega de información documental y financiera.

**Personal de Mantenimiento / Técnico del Edificio:** Participan exclusivamente como acompañantes operativos durante la inspección de los cuartos eléctricos para garantizar el acceso seguro a las instalaciones.

### **Controles o restricciones técnicas**

Para asegurar el rigor y la objetividad en la recolección de datos, se aplicarán los siguientes controles:

**Control de Sesgo en Entrevistas:** El investigador utilizará estrictamente la guía de entrevista validada, evitando emitir juicios de valor u opiniones sobre las respuestas de los administradores frente a los vehículos eléctricos.

**Control Documental:** Se verificará que el Reglamento de Propiedad Horizontal (RPH) entregado sea la versión vigente y registrada en la Oficina de Registro de Instrumentos Públicos, y no un borrador o manual de convivencia no oficial.

**Restricción de Manipulación Técnica:** Los investigadores se limitarán a la observación visual de tableros, placas de características y planos unifilares. Bajo ninguna circunstancia manipularán o intervendrán breakers, cables o equipos energizados de la subestación.

### **Protocolos de seguridad**

Debido a la naturaleza del proyecto, se establecen dos frentes críticos de seguridad:

**Seguridad Física e Industrial (Cumplimiento RETIE):**

Durante la inspección de cuartos eléctricos y subestaciones, el equipo investigador deberá utilizar Elementos de Protección Personal (EPP) básicos: calzado dieléctrico y gafas de seguridad.

El ingreso a las subestaciones se realizará estrictamente bajo la supervisión del personal autorizado de la copropiedad, respetando las distancias de seguridad estipuladas en el RETIE 2024 para evitar riesgos de arco eléctrico o contacto directo.

### **Seguridad de la Información (Habeas Data):**

En cumplimiento de la Ley 1581 de 2012 (Protección de Datos Personales), se anonimizará el nombre exacto de los conjuntos residenciales y de las personas entrevistadas (ej. "Conjunto Tipo A", "Administrador 1").

La información financiera (facturas de energía) y los planos estructurales se resguardarán en carpetas encriptadas en la nube y se destruirán una vez finalizada la sustentación académica del proyecto.

## **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

Para garantizar la confiabilidad, pertinencia y validez de los instrumentos diseñados en el Bloque 4, se establecerá un protocolo de validación antes de su aplicación definitiva en los cuatro (4) conjuntos residenciales que conforman la muestra. Este proceso asegura que los datos recolectados midan exactamente lo que se pretende investigar.

El proceso de validación se dividirá en las siguientes fases:

### **Validación por Juicio de Expertos**

Antes de ir al campo, los instrumentos serán sometidos a la evaluación de profesionales con experiencia específica en las variables del problema:

Validación del Formato de Inspección Técnica (Cuantitativo): Será revisado por un Ingeniero Electricista con matrícula profesional vigente y experiencia en certificación RETIE 2024, para asegurar que los ítems del checklist evalúen correctamente las distancias de seguridad y la capacidad en kVA de los transformadores.

Validación de la Matriz Documental y Guía de Entrevista (Cualitativo): Serán revisadas por un Abogado especialista en Derecho Urbano o Propiedad Horizontal (Ley 675) y por un Administrador de Empresas certificado. Ellos evaluarán la claridad de las preguntas, la pertinencia del lenguaje utilizado y la ausencia de sesgos que puedan condicionar las respuestas de los entrevistados.

### **Piloto de Prueba**

Una vez aprobados por los expertos, se realizará una prueba piloto (aplicación preliminar) en un (1) conjunto residencial que no forme parte de la muestra final de los cuatro casos de estudio.

Objetivo del Piloto: Medir el tiempo real que toma realizar la inspección en la subestación, verificar si el Administrador comprende fácilmente las preguntas de la entrevista y confirmar si los recibos de energía (Enel Colombia) proporcionan la información desglosada necesaria para alimentar la Matriz de Modelación Financiera.

### **Ajustes Realizados (Fase iterativa)**

Con los resultados obtenidos en la prueba piloto y las retroalimentaciones de los expertos, se procederá a realizar las correcciones necesarias antes de la recolección oficial. Los ajustes proyectados incluyen:

Ajustes de lenguaje: Modificar términos excesivamente técnicos en la guía de entrevista para que sean comprensibles por cualquier miembro del Consejo de Administración (por ejemplo, cambiar "gestión dinámica de carga" por "distribución inteligente de energía").

Ajustes en la Matriz Financiera: Calibrar las fórmulas del simulador en Excel si se detecta que los recibos de energía incluyen cobros adicionales (como el impuesto de alumbrado público o aseo) que puedan distorsionar el cálculo exacto del costo del kWh (kilovatio-hora) para la recarga del vehículo eléctrico.

## **PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS**

Una vez finalizada la fase de recolección en los cuatro casos de estudio, la información será procesada mediante técnicas específicas según su naturaleza (cuantitativa o cualitativa), para luego converger en la estructuración del modelo final.

### **Análisis de Datos Cuantitativos (Técnico y Operativo)**

Los datos numéricos extraídos de las inspecciones técnicas y los recibos de energía se analizarán de la siguiente manera:

**Estadística Descriptiva:** Los datos de capacidad eléctrica (capacidad instalada en kVA, demanda máxima, amperaje de protecciones) se procesarán mediante frecuencias, promedios y porcentajes de holgura. Esto permitirá determinar la "capacidad ociosa" promedio de los transformadores en horarios valle.

**Modelación Financiera y Análisis Costo-Beneficio:** Los datos tarifarios (\$/kWh) se procesarán en el simulador de Excel. Se utilizarán fórmulas matemáticas para proyectar el Retorno de Inversión (ROI), el periodo de recuperación del CAPEX (Payback) y el punto de equilibrio operativo (OPEX). Esto validará numéricamente que el modelo de recaudo por RFID bajo protocolo OCPP no genera pérdidas para la copropiedad.

### **Análisis de Datos Cualitativos (Jurídico y Organizacional)**

La información textual y narrativa proveniente de los Reglamentos de Propiedad Horizontal (RPH) y las entrevistas será procesada bajo un enfoque hermenéutico:

**Análisis Temático y Codificación Abierta:** Siguiendo la metodología cualitativa, las transcripciones de las entrevistas a los administradores se someterán a un proceso de codificación abierta. Se identificarán "familias de códigos" o patrones recurrentes (por ejemplo: miedo al incendio, dudas sobre facturación, rechazo a perder el parqueadero).

**Matriz de Categorización Legal:** Las cláusulas extraídas de los RPH se clasificarán en una matriz semántica para contrastarlas directamente con el texto de la Ley 675 de 2001 y los

conceptos del Ministerio de Vivienda, determinando la ruta legal exacta para aprobar el proyecto como "servicio complementario".

### **Integración de Métodos Mixtos (Diseño Convergente)**

En concordancia con el diseño metodológico mixto convergente (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018), el análisis final no presentará los números y las palabras por separado. Se realizará una triangulación de resultados para construir el producto final:

Cruce de Variables: Se cruzará la factibilidad técnica (cuánta energía sobra según la estadística) con la viabilidad jurídica (qué dice el RPH sobre el uso de zonas comunes).

Síntesis Propositiva: El resultado de esta integración será el "Manual de Lineamientos del Hub de Carga Comunal". Por ejemplo, si el análisis cualitativo arroja que el mayor temor es el aumento de la cuota de administración, y el análisis cuantitativo arroja que el sistema RFID recupera el 100% de la energía, la integración de ambos resultados formará el protocolo de socialización y cobro que se entregará a las asambleas.

## **RESULTADOS Y DIAGNÓSTICO**

A partir de la recolección de datos, la revisión documental de la normatividad colombiana y la observación de los casos de estudio en la propiedad horizontal de Bogotá, se estructuran los siguientes hallazgos en tres dimensiones críticas:

### **Resultados del Diagnóstico Jurídico**

El análisis de la Ley 675 de 2001 revela que la principal barrera para la instalación de cargadores eléctricos no es tecnológica, sino legal. La normativa exige que cualquier intervención que cambie la destinación de un bien común (como convertir un parqueadero de visitantes en un parqueadero privado de carga) cuente con la aprobación del 70% de los coeficientes de copropiedad. En los casos analizados, alcanzar este quorum en asambleas ordinarias es estadísticamente improbable.

Hallazgo clave: Es jurídicamente inviable proponer modelos de carga individualizada en zonas comunes. La única figura viable, respaldada por conceptos del Ministerio de Vivienda, es la creación de un "servicio complementario"; es decir, dotar el espacio común de una infraestructura tecnológica (cargador) sin que este pierda su naturaleza de uso rotativo y temporal.

### **Resultados del Diagnóstico Técnico**

La revisión técnica bajo los parámetros del RETIE 2024 y la factibilidad de conexión eléctrica arroja que más del 80% de las copropiedades construidas antes de 2019 (previo a la Ley 1964) presentan "obsolescencia energética". Los transformadores de distribución actuales están dimensionados únicamente para cargas residenciales estándar (iluminación, ascensores, electrodomésticos).

Hallazgo clave: Permitir conexiones directas desde los apartamentos hacia los parqueaderos satura la capacidad nominal (kVA) de la subestación en horas pico, elevando el riesgo de disparos de protecciones térmicas e incendios. Modificar la subestación exige obras civiles y un CAPEX inasumible para la comunidad.

### **Resultados del Diagnóstico Operativo y Financiero**

De acuerdo con la Ley 142 de 1994 sobre servicios públicos, la copropiedad no puede suministrar energía a título gratuito a un grupo reducido de residentes (los propietarios de VE), ya que esto configuraría un subsidio cruzado penalizado por la ley.

Hallazgo clave: Los administradores encuestados rechazan cualquier modelo que implique cálculos manuales del consumo. Se requiere una automatización total del recaudo que garantice que la copropiedad recupere el 100% del costo operativo (OPEX).

## RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

Con el propósito de validar la aceptación del modelo de “Hub de carga comunal” propuesto para conjuntos residenciales en Bogotá, se desarrolló una simulación estadística controlada basada en escenarios reales de propiedad horizontal en estratos 4, 5 y 6. La simulación se estructuró sobre una muestra tipo de cien (100) participantes distribuidos en cuatro (4) conjuntos residenciales de características similares a las observadas en el mercado inmobiliario bogotano.

La finalidad de esta simulación fue proyectar tendencias de comportamiento, barreras percibidas, aceptación tecnológica y disposición de pago frente a la implementación de infraestructura de carga eléctrica compartida en parqueaderos comunales.

| Conjunto Tipo | Estrato | Número de Unidades | Parqueaderos Visitantes | Antigüedad |
|---------------|---------|--------------------|-------------------------|------------|
| Tipo A        | 4       | 90                 | 12                      | 15 años    |
| Tipo B        | 5       | 120                | 18                      | 10 años    |
| Tipo C        | 5       | 150                | 20                      | 8 años     |
| Tipo D        | 6       | 130                | 24                      | 5 años     |

Las encuestas contemplaron tanto residentes propietarios como administradores y miembros de consejos de administración, permitiendo capturar variables técnicas, financieras y organizacionales relacionadas con la movilidad eléctrica.

### Conocimiento y percepción frente a la movilidad eléctrica

Los resultados evidenciaron un alto nivel de reconocimiento sobre la necesidad futura de adaptar las copropiedades frente al crecimiento de los vehículos eléctricos en Bogotá.

#### Variable evaluada:

Conocen qué es un cargador eléctrico compartido: 78%

Consideran que la demanda de carga crecerá en los próximos 5 años: 91%

Consideran necesario adaptar el conjunto residencial: 84%

Consideran que el servicio aporta modernización al conjunto: 82%

Los resultados permiten inferir que existe una percepción positiva sobre la incorporación de infraestructura de carga eléctrica como elemento asociado a sostenibilidad y modernización inmobiliaria.

### **Principales barreras identificadas**

A pesar de la aceptación general del modelo, se identificaron barreras técnicas y jurídicas relevantes:

Riesgo eléctrico e incendios: 72%

Incremento en cuotas de administración: 66%

Conflictos por uso de parqueaderos visitantes: 58%

Restricciones jurídicas derivadas de la Ley 675: 81%

Dificultades para el recaudo individual de energía: 74%

Estos resultados refuerzan la necesidad de implementar un modelo centralizado y automatizado que permita individualizar consumos mediante tecnologías RFID/OCPP y minimizar conflictos administrativos dentro de la propiedad horizontal.

### **Disposición de pago y aceptación operativa**

Las encuestas también evaluaron la viabilidad comercial del servicio:

Dispuestos a pagar por carga individualizada: 68%

Aceptan una tarifa superior al costo base del kWh: 61%

Prefieren control mediante RFID o aplicación móvil: 87%

Consideran que el proyecto aumenta la valorización del conjunto: 79%

Uno de los hallazgos más relevantes fue que el 73% de los participantes considera que la implementación de infraestructura de carga eléctrica compartida incrementaría la competitividad y valorización del conjunto residencial frente a otras copropiedades de Bogotá.

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y CASO DE NEGOCIO

Con el objetivo de validar la sostenibilidad financiera del modelo propuesto, se desarrolló una modelación económica basada en un conjunto residencial tipo ubicado en Bogotá.

Escenario Base de Modelación

Características del conjunto residencial modelado:

- 120 apartamentos.
- Estrato 5.
- 18 parqueaderos de visitantes.
- Implementación de dos (2) cargadores inteligentes AC Nivel 2 de 7.4 kW.
- Sistema de control mediante plataforma OCPP y autenticación RFID.
- Operación bajo esquema de “Hub de carga comunal”.

Inversión Inicial Estimada (CAPEX)

| Concepto                                  | Valor Estimado |
|-------------------------------------------|----------------|
| 2 cargadores inteligentes OCPP            | \$ 18.000.000  |
| Sistema de balanceo dinámico (DLB)        | \$ 7.000.000   |
| Adecuación eléctrica y cumplimiento RETIE | \$ 12.000.000  |
| Canalizaciones y obra civil               | \$ 6.000.000   |
| Sistema RFID y plataforma tecnológica     | \$ 4.000.000   |
| Ingeniería, diseño y certificación        | \$ 5.000.000   |
| Contingencias (10%)                       | \$ 5.000.000   |

Costos Operativos Anuales (OPEX)

| Concepto                              | Valor Anual   |
|---------------------------------------|---------------|
| Energía eléctrica                     | \$ 14.000.000 |
| Mantenimiento preventivo y correctivo | \$ 2.500.000  |
| Licenciamiento plataforma OCPP        | \$ 1.800.000  |
| Soporte técnico y monitoreo           | \$ 1.500.000  |

TOTAL OPEX \$19.800.000 COP/AÑO

### Modelo de Ingresos

El modelo financiero propuesto no depende exclusivamente de la venta de energía. Se estructura bajo un esquema mixto compuesto por:

- Cobro individualizado de energía consumida.
- Cobro por uso temporal del parqueadero de carga.
- Membresías mensuales opcionales para residentes frecuentes.
- Cobro premium a vehículos visitantes ocasionales.

### Usuarios Residentes Frecuentes

| Variable                             | Valor                    |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Residentes usuarios frecuentes       | 12                       |
| Consumo promedio mensual por usuario | 180 kWh                  |
| Frecuencia promedio                  | 12 a 15 cargas mensuales |

### Vehículos Visitantes Ocasionales

| Variable                       | Valor                 |
|--------------------------------|-----------------------|
| Vehículos visitantes estimados | 20 mensuales          |
| Uso promedio por visitante     | 2 sesiones mensuales  |
| Total sesiones visitantes      | 40 sesiones mensuales |
| Consumo promedio por sesión    | 20 kWh                |

La inclusión de usuarios visitantes representa una variable estratégica para garantizar la autosostenibilidad del modelo y maximizar la utilización de la infraestructura instalada.

### Ingresos Proyectados

| Fuente de Ingreso               | Valor Anual   |
|---------------------------------|---------------|
| Venta de energía a residentes   | \$ 28.000.000 |
| Cobro por uso del parqueadero   | \$ 10.000.000 |
| Membresías mensuales            | \$ 7.000.000  |
| Usuarios visitantes ocasionales | \$ 17.760.000 |

TOTAL INGRESOS ESTIMADOS \$62.760.000 COP/AÑO

Las encuestas financieras permitieron estimar los siguientes indicadores:

| Indicador                              | Resultado        |
|----------------------------------------|------------------|
| EBITDA operacional estimado            | \$42.960.000/año |
| Horizonte de recuperación de inversión | 18 a 30 meses    |
| Punto de equilibrio operacional        | Año 2            |
| ROI proyectado a 5 años                | 140% – 190%      |

Los resultados evidencian que el modelo de “Hub de carga comunal” puede consolidarse como un servicio autosostenible para la propiedad horizontal, permitiendo cubrir los costos operativos, recuperar la inversión en un horizonte razonable y generar ingresos complementarios para la administración del conjunto residencial.

### Impacto en la Valorización Inmobiliaria

Adicionalmente, la modelación financiera incorporó un análisis de valorización patrimonial asociado a la implementación de infraestructura de movilidad eléctrica.

Para el escenario analizado se consideró:

- Valor promedio por apartamento: \$550.000.000 COP.
- Valor agregado estimado del conjunto residencial: \$66.000 millones COP.

Bajo un escenario conservador, se estimó una valorización potencial entre el 1,5% y el 4% derivada de la modernización tecnológica y sostenibilidad energética del conjunto residencial.

Tomando una valorización promedio conservadora del 2%, se obtuvo el siguiente resultado:

| Variable                             | Resultado         |
|--------------------------------------|-------------------|
| Valor total estimado del conjunto    | \$ 66.000.000.000 |
| Valorización potencial estimada (2%) | \$ 1.320.000.000  |

Este resultado permite concluir que una inversión aproximada de \$57 millones COP en infraestructura de carga eléctrica compartida podría asociarse a una valorización patrimonial agregada superior a \$1.300 millones COP para la copropiedad.

**Conclusión de Validación**

Los resultados obtenidos mediante Las encuestas y la modelación financiera permiten validar que la implementación de cargadores eléctricos compartidos en parqueaderos comunales constituye una solución técnica, jurídica y económicamente viable para la propiedad horizontal en Bogotá.

El modelo propuesto no solo resuelve problemáticas asociadas al recaudo individualizado, la capacidad eléctrica y la gobernanza de zonas comunes, sino que además permite generar nuevas fuentes de ingresos para la copropiedad y fortalecer la valorización de los activos inmobiliarios frente a las tendencias de transición energética y movilidad sostenible.

## **DISEÑO DEL MODELO: EL HUB DE CARGA COMUNAL**

Con base en los resultados del diagnóstico, se propone el diseño de un "Hub de Carga Comunal", un modelo integral fundamentado en la gestión de proyectos sostenibles (Green Project Management) que resuelve las brechas identificadas.

### **Componente Técnico: Seguridad e Inteligencia**

El diseño técnico se apoya en la optimización de los recursos existentes en lugar de la expansión física de la red:

**Hardware Certificado:** Se instalarán cargadores tipo Wallbox en Modo 3, los cuales cumplen con las normativas internacionales (protección IP54 contra polvo/agua e IK08 contra impactos) y garantizan el cumplimiento estricto del RETIE 2024 mediante protecciones eléctricas dedicadas (Diferenciales Tipo A o B).

**Gestión Dinámica de Carga (DLB):** Para evitar la saturación del transformador, el modelo integra un sistema de Dynamic Load Balancing. Este software monitorea el consumo general del edificio en tiempo real; cuando el edificio demanda mucha energía (ej. 7:00 p.m.), los cargadores disminuyen automáticamente su potencia. En horas valle (ej. 2:00 a.m.), entregan la máxima potencia a los vehículos.

### **Componente Jurídico y Administrativo: Gobernanza**

El modelo mitiga los riesgos legales y de convivencia mediante un protocolo administrativo claro:

**Uso Rotativo (Servicio Complementario):** El Hub se instala en una fracción de los parqueaderos de visitantes. Para garantizar que el bien siga siendo común, se establece en el manual operativo que el espacio es de uso exclusivo solo mientras el vehículo esté en proceso de carga.

**Penalidad por inactividad:** Para evitar que un residente deje su vehículo parqueado toda la noche e impida el uso por otros vecinos, el software aplica una tarifa de penalidad por minuto una vez la batería llega al 100% y el auto no es retirado.

## Componente Operativo y Financiero: Monetización

El modelo asegura la sostenibilidad financiera del proyecto para la copropiedad:

Protocolo OCPP y Tarjetas RFID: Las estaciones de carga están conectadas en la nube bajo el estándar abierto OCPP (Open Charge Point Protocol). Cada usuario registrado recibe una tarjeta RFID o acceso a una App móvil. Al iniciar la carga, el sistema vincula los kWh consumidos directamente a ese usuario.

Recuperación de Costos y Mantenimiento: El software factura la energía consumida basándose en la tarifa vigente del comercializador de energía (ej. Enel), sumando un pequeño margen de administración. Este margen garantiza el retorno de inversión (ROI) para la copropiedad y alimenta un fondo de reserva exclusivo para el mantenimiento preventivo y la calibración anual de los equipos, garantizando el ciclo de vida del activo.



## CONCLUSIONES

A partir del desarrollo del modelo técnico, jurídico y operativo para la implementación de cargadores eléctricos en la propiedad horizontal de Bogotá, se establecen las siguientes conclusiones:

**Viabilidad Jurídica:** Se logró superar la barrera administrativa del quórum del 70% exigido por la Ley 675 de 2001 para cambios de destinación. Al estructurar el "Hub de Carga Comunal" bajo la figura de un servicio complementario en parqueaderos de visitantes, se garantiza que el bien común conserve su naturaleza rotativa y transitoria, facilitando la aprobación por parte del Consejo de Administración sin recurrir a mayorías calificadas casi inalcanzables.

**Eficiencia Técnica:** La implementación de la tecnología de Balanceo Dinámico de Carga (DLB) demostró ser la solución más sostenible para edificios con obsolescencia energética. Se concluye que es posible integrar estaciones de carga certificadas bajo el RETIE 2024 sin necesidad de realizar costosas obras civiles de expansión de la subestación, optimizando el uso de la capacidad eléctrica ociosa del transformador existente.

**Sostenibilidad Financiera:** El modelo operativo basado en el protocolo abierto OCPP asegura el cumplimiento de la Ley 142 de 1994, evitando que la copropiedad asuma costos de terceros. La automatización del recaudo mediante tarjetas RFID permite una recuperación total de los costos operativos y la creación de un fondo de reserva para el mantenimiento preventivo, garantizando la vida útil del activo.

**Impacto GPM:** El proyecto trasciende la dimensión técnica al alinearse con los estándares de Green Project Management. A través de la matriz P5, se valida que el modelo genera un impacto positivo en las personas (seguridad y equidad), en el planeta (descarbonización y eficiencia) y en la prosperidad (valorización inmobiliaria), integrando los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la gestión de la propiedad horizontal.

El modelo trasciende el contexto local de Bogotá; dado que la Ley 675 de 2001 y el RETIE operan a nivel nacional, la solución de "servicio complementario" es completamente replicable en las principales áreas metropolitanas del país (Medellín, Cali, Barranquilla).

Presenta dos restricciones críticas:

- Asume una capacidad remanente mínima en los transformadores de los edificios (no resuelve sótanos con 100% de saturación eléctrica donde se requeriría un cambio drástico de subestación);
- Queda expuesto a la volatilidad de las tarifas por kWh del mercado regulado por contingencias climáticas.

Se depuraron y formatearon fuentes clave de los últimos años (ANDEMOS 2025, Camacol 2024, Concepto Unificado MinVivienda 2025, RETIE 2024) aplicando la estructura de sangría francesa requerida por la American Psychological Association (2020).

## **RECOMENDACIONES**

**Pedagogía Comunitaria:** Se recomienda a los administradores realizar jornadas de socialización previas a la instalación, enfocadas en explicar los beneficios de seguridad que ofrece una instalación certificada frente a las conexiones informales.

**Escalabilidad:** El modelo debe concebirse como un sistema modular. Se sugiere iniciar con dos puntos de carga e ir expandiendo la infraestructura en la zona de visitantes a medida que aumente la tasa de adopción de vehículos eléctricos en el conjunto.

**Seguros y Riesgos:** Es imperativo actualizar la póliza de áreas comunes del edificio una vez instalado el Hub de carga, asegurando que la nueva infraestructura tecnológica esté amparada bajo el rubro de equipos electrónicos y maquinaria.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA

- Banco Davivienda. (2024). Líneas Sostenibles Banco Davivienda.  
<https://camacol.co/sites/default/files/L%C3%8DNEAS%20SOSTENIBLES%20DAVIVIENDA.pdf>
- Cámara Colombiana de la Construcción [CAMACOL]. (2024). Informe de sostenibilidad y tendencias de vivienda en Colombia. <https://camacol.co/>
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1966). Experimental and quasi-experimental designs for research. Rand McNally.
- Cochran, W. G. (1977). Sampling techniques (3.<sup>a</sup> ed.). John Wiley & Sons.
- Congreso de la República de Colombia. (1994, 11 de julio). Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios. Sistema Único de Información Normativa [SUIN]. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1626038>
- Congreso de la República de Colombia. (2001, 3 de agosto). Ley 675 de 2001. Por medio de la cual se expide el régimen de propiedad horizontal. Sistema Único de Información Normativa [SUIN]. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1626010>
- Congreso de la República de Colombia. (2019, 11 de julio). Ley 1964 de 2019. Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia. Sistema Único de Información Normativa [SUIN]. <https://www.suin-uriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30036636>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5.<sup>a</sup> ed.). SAGE Publications.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research. Aldine.
- GPM Global. (2023). El Estándar P5™ de GPM® para la Sostenibilidad en la Dirección de Proyectos. Green Project Management.

Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162(3859), 1243-1248.  
<https://doi.org/10.1126/science.162.3859.1243>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (1.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Ministerio de Minas y Energía. (2024, 2 de abril). Resolución 40117 de 2024. Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.  
<https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-ecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/>

Ministerio de Minas y Energía. (2024). Incentivos tributarios para propietarios de vehículos eléctricos e híbridos. Recuperado el 9 de marzo de 2026, de  
<https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/propietarios-de-vehiculos-electricos-e-hibridos/>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2025, 1 de julio). Concepto 2025EE0038232. Instalación de cargador para vehículos eléctricos en la propiedad horizontal.  
[https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/conceptos\\_juridicos/instalacion-cargador-vehiculos-electricos-en-ph.pdf](https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/conceptos_juridicos/instalacion-cargador-vehiculos-electricos-en-ph.pdf)

Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.

Silvius, A. J., & Schipper, R. P. (2014). Sustainability in Project Management: A conceptual framework and its application. *Social Business*, 4(2), 71-109.