



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA

**ESTRATEGIAS DE INTEGRACIÓN DE COMUNIDADES
ENERGÉTICAS FOTOVOLTAICAS EN LA MORFOLOGÍA
URBANA DE LAS PARROQUIAS DE BAÑOS Y RICAURTE:
CASO DE LA LÍNEA 100 EN CUENCA, ECUADOR.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO**

AUTORES: MATEO NICOLAS AVILA BARRIGA

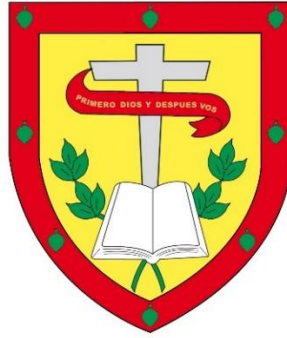
JHON LUIS VASQUEZ RIERA

DIRECTOR: ARQ. GIOVANY MARCELO ALBARRACIN VÉLEZ

CUENCA - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCION**

CARRERA DE ARQUITECTURA

**ESTRATEGIAS DE INTEGRACIÓN DE COMUNIDADES
ENERGÉTICAS FOTOVOLTAICAS EN LA MORFOLOGÍA
URBANA DE LAS PARROQUIAS DE BAÑOS Y RICAURTE:
CASO DE LA LÍNEA 100 EN CUENCA, ECUADOR.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO**

AUTORES: MATEO NICOLAS AVILA BARRIGA

JHON LUIS VASQUEZ RIERA

DIRECTOR: ARQ. GIOVANY MARCELO ALBARRACIN VÉLEZ

CUENCA - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORIA Y RESPONSABILIDAD

Mateo Nicolas Avila Barriga y Jhon Luis Vasquez Riera portadores de las cédulas de ciudadanía N° 0105188833 y 0104316294. Declaro ser el autor de la obra: "Estrategias de integración de comunidades energéticas fotovoltaicas en la morfología urbana de las parroquias de Baños y Ricaurte: Caso de la Línea 100 en Cuenca, Ecuador", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 18 de marzo de 2026

F: 
Mateo Nicolas Avila Barriga
0105188833

F: 
Jhon Luis Vasquez Riera
0104316294

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Mateo Nicolas Avila Barriga y Jhon Luis Vasquez Riera, bajo mi supervisión.

Firmado por GIOVANY MARCELO
ALBARRACIN VELEZ - DNI ****8146*
el día 18/03/2026 con un
certificado emitido por SubCA
CIUTADANIA Q (G3) A.2

Arq. Giovany Marcelo Albarracín Vélez

DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, en primer lugar, a mis padres, Edgar y Jeaneth, por su amor incondicional, su esfuerzo constante y el apoyo brindado a lo largo de toda mi vida estudiantil. Sus valores, enseñanzas y sacrificios han sido el pilar fundamental que me permitió llegar hasta aquí y cumplir este objetivo.

A mis hermanas, Samantha y Vanessa, por su compañía, su aliento permanente y su apoyo incondicional, siendo una fuente constante de motivación en cada etapa de este proceso. A mi hermano Santiago, quien con su alegría y sus locuras de niño me recordó siempre la importancia de no rendirme y de seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

A mi novia, Gabriela, por estar presente en cada etapa de este camino académico, por su paciencia infinita, su comprensión y su apoyo constante durante los momentos de mayor exigencia y presión. Gracias por acompañarme en los días de cansancio. Tu apoyo, palabras de aliento y confianza han sido fundamentales para no bajar los brazos y continuar hasta el final de esta etapa tan importante de mi vida.

Mateo Nicolas Avila Barriga

El presente trabajo de titulación está dedicado, en primer lugar, a mis padres, quienes con su amor, sacrificio y apoyo incondicional han sido el pilar fundamental en mi formación personal y académica. Gracias por su esfuerzo constante, por sus enseñanzas y por brindarme la oportunidad de alcanzar esta meta tan importante en mi vida. Su ejemplo de responsabilidad, perseverancia y compromiso ha sido mi mayor inspiración para culminar este proceso.

De igual manera, dedico este trabajo a mis hermanos, quienes han sido un apoyo permanente a lo largo de este camino. Su compañía, comprensión y palabras de aliento han contribuido significativamente para mantener mi motivación y fortaleza en los momentos de mayor exigencia.

A mi familia, con profundo respeto y gratitud, por ser el soporte esencial en la consecución de este logro académico.

Jhon Luis Vasquez Riera

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por iluminar mi camino y brindarme fortaleza en los momentos más desafiantes; a la Universidad Católica de Cuenca, por ser el espacio donde adquirí los conocimientos y valores que fortalecieron mi formación académica y personal; al Arq. Giovany Marcelo Albarracín Vélez, tutor de este proyecto de titulación, por su orientación, dedicación y acompañamiento constante durante el desarrollo de la tesis; a mis padres, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional, que han sido un pilar fundamental a lo largo de este proceso; a mis hermanas y hermano, por su afecto, paciencia y motivación permanente; y a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron con su apoyo, conocimientos o palabras de aliento a la culminación de este trabajo, mi más sincero agradecimiento.

Mateo Nicolas Avila Barriga

Expreso mi más sincero agradecimiento a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida, por su amor, apoyo incondicional, sacrificio y confianza, indispensables para culminar esta etapa; a mis hermanos, por su compañía, comprensión y motivación constante; a la Universidad, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y ofrecerme los conocimientos, herramientas y espacios necesarios para mi desarrollo académico y personal; a mis profesores, por su dedicación, experiencia y orientación, que aportaron de manera significativa tanto al desarrollo de este trabajo de titulación como a mi crecimiento profesional; a mis compañeros, por el apoyo, el compañerismo y los aprendizajes compartidos durante la formación universitaria; y, finalmente, a todas las personas que, de forma directa o indirecta, contribuyeron a la culminación de este trabajo y a la consecución de este importante logro académico.

Jhon Luis Vasquez Riera

RESUMEN

La presente investigación analiza la viabilidad de integrar comunidades energéticas fotovoltaicas como soporte para el transporte público eléctrico en la Línea 100 de la ciudad de Cuenca, Ecuador, con énfasis en los centros parroquiales de Baños y Ricaurte. El estudio parte del análisis de la configuración urbana de estos núcleos, caracterizados por una estructura residencial que favorece la proximidad entre las viviendas y los puntos de consumo energético vinculados al sistema de transporte. A partir de esta condición territorial se plantea un modelo de generación energética descentralizada que combina la instalación de paneles solares en cubiertas residenciales con la implementación de centros de carga para autobuses eléctricos en cada parroquia. El sistema considera la participación de 312 viviendas potencialmente generadoras, en las cuales se instalan cuatro paneles fotovoltaicos de 450 Wp por vivienda, alcanzando un total de 1248 paneles en el tejido residencial. Esta generación se complementa con 312 paneles adicionales en cada centro de carga, lo que fortalece la capacidad energética destinada al sistema de movilidad. Bajo las condiciones promedio de radiación solar del sur del Ecuador, cercanas a 4 horas sol pico diarias, la energía producida permite cubrir la demanda requerida para la operación diaria de la flota de autobuses eléctricos de la Línea 100. Los resultados evidencian que la integración de generación fotovoltaica distribuida dentro del tejido urbano permite sostener el funcionamiento del sistema de transporte, demostrando que la comunidad puede participar activamente en la producción de la energía que impulsa la movilidad pública.

Palabras clave: Arquitectura sostenible, infraestructura energética urbana, comunidades energéticas, movilidad eléctrica, generación fotovoltaica distribuida.

ABSTRACT

This study analyzes the feasibility of integrating photovoltaic energy communities to support electric public transportation on Line 100 in the city of Cuenca, Ecuador, with a focus on the parish centers of Baños and Ricaurte. The study is based on the analysis of the urban configuration of these areas, characterized by a residential structure that facilitates proximity between households and energy consumption points linked to the transport system. From this territorial condition, a decentralized energy generation model is proposed that combines the installation of solar panels on residential rooftops with the implementation of load centers for electric buses in each parish. The system includes 312 potentially generating households, each of which is equipped with four 450 Wp photovoltaic panels, resulting in a total of 1,248 panels within the residential fabric. This generation is supplemented by 312 additional panels at each load center, strengthening the energy capacity destined for the mobility system. Under the average solar radiation conditions of southern Ecuador—close to 4 peak sun hours per day—the energy produced allows covering the demand required for the daily operation of the electric bus fleet of Line 100. The results show that the integration of distributed photovoltaic generation within the urban fabric allows the operation of the transport system to be sustained, demonstrating that the community can actively participate in the production of the energy that drives public mobility.

Keywords: sustainable architecture, urban energy infrastructure, energy communities, electric mobility, distributed photovoltaic generation

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN _____	II
DEDICATORIA _____	III
AGRADECIMIENTOS _____	IV
RESUMEN _____	V
ABSTRACT _____	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS _____	VII
LISTA DE FIGURAS _____	X
LISTA DE TABLAS _____	XII
LISTA DE ANEXOS _____	XIII
CAPÍTULO I _____	- 1 -
1. INTRODUCCIÓN _____	- 1 -
1.1 ANTECEDENTES _____	- 1 -
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____	- 1 -
1.3 JUSTIFICACIÓN _____	- 3 -
1.3.1 <i>Delimitación de la zona de estudio</i> _____	- 4 -
1.4 OBJETIVOS _____	- 4 -
1.4.1 <i>Objetivo General</i> _____	- 4 -
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i> _____	- 4 -
1.5 METODOLOGÍA _____	- 5 -
- ETAPA 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS _____	- 7 -
- ETAPA 2: DIAGNÓSTICO MULTICRITERIO DEL CASO DE ESTUDIO _____	- 8 -
- ETAPA 3: PROPUESTA URBANO-ARQUITECTÓNICA CON ENERGÍA SOLAR PARA UNA MOVILIDAD SOSTENIBLE _____	- 9 -
CAPÍTULO II _____	- 10 -
2. MARCO TEÓRICO _____	- 10 -
2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA ENERGÍA Y LA MOVILIDAD SOSTENIBLE _____	- 10 -
2.1.1 <i>Orígenes de la generación eléctrica y la energía solar</i> _____	- 11 -
2.1.1.1 <i>Evolución de la movilidad eléctrica</i> _____	- 12 -
2.1.2 <i>Transición energética en el ámbito urbano</i> _____	- 13 -
2.2 EVOLUCIÓN DE LAS COMUNIDADES ENERGÉTICAS FOTOVOLTAICAS _____	- 13 -
2.2.1 <i>Desarrollo en América Latina</i> _____	- 14 -
2.2.2 <i>Contexto ecuatoriano</i> _____	- 15 -
2.2.3 <i>Interpretación del potencial solar y comparación con los casos de estudio en Países Bajos</i> _____	- 19 -
2.3 ARQUITECTURA Y ENERGÍA: INTEGRACIÓN FOTOVOLTAICA _____	- 20 -
2.3.1 <i>Tipologías de integración fotovoltaica</i> _____	- 21 -
2.4 CONTEXTO TERRITORIAL Y ENERGÉTICO DE LA MOVILIDAD URBANA EN ECUADOR Y LA CIUDAD DE CUENCA _____	- 23 -
2.5 MARCO NORMATIVO PARA LA INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE _____	- 24 -
2.5.1 <i>Normativa ecuatoriana</i> _____	- 24 -
2.5.2 <i>Normativa local (Cuenca)</i> _____	- 25 -
2.6 ESTRATEGIAS ARQUITECTÓNICAS Y URBANAS PARA LA INTEGRACIÓN DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS FOTOVOLTAICAS _____	- 26 -

2.7	CASOS DE ESTUDIO	- 26 -
2.7.1	<i>Metodología aplicada a la selección del caso de estudio</i>	- 26 -
2.7.2	<i>Análisis del caso de estudio Estación de Autobuses de Tilburg.</i>	- 27 -
2.8	MATRIZ DE ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO ARQUITECTÓNICO	- 29 -
2.9	ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO. COMUNIDAD ENERGÉTICA URBANA VINCULADA A LA MOVILIDAD ELÉCTRICA EN UTRECHT, PAÍSES BAJOS.	- 30 -
		- 32 -
2.10	MATRIZ DE ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO ARQUITECTÓNICO	- 34 -
CAPÍTULO III		- 35 -
3.	ANÁLISIS URBANO ARQUITECTÓNICO	- 35 -
3.1	ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO DE LOS CENTROS DE CARGA	- 35 -
3.1.1	<i>Ubicación y delimitación del área de intervención</i>	- 35 -
3.1.1	<i>Condiciones Biofísicas</i>	- 38 -
3.1.2	<i>Componente Urbano</i>	- 40 -
		- 44 -
3.2	METODOLOGÍA PARA SELECCIÓN DE VIVIENDAS Y CENTROS DE CARGA	- 44 -
3.3	ANÁLISIS DE LAS VIVIENDAS GENERADORAS DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA	- 45 -
3.3.1	<i>Criterios de selección de viviendas</i>	- 45 -
3.3.2	<i>Localización de las viviendas generadoras en los centros parroquiales de Baños y Ricaurte</i>	- 47 -
3.4	DIMENSIONAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS AUTOBUSES ELÉCTRICOS	- 50 -
3.5	PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS	- 51 -
3.6	DIAGNÓSTICO URBANO-ENERGÉTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	- 52 -
3.7	ANÁLISIS URBANO MULTICRITERIO	- 56 -
3.7.1	<i>Servicios básicos</i>	- 56 -
3.8	DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES	- 58 -
3.8.1	<i>Entrevista al personal administrativo</i>	- 58 -
3.8.2	<i>Entrevista a transportistas de buses urbanos</i>	- 59 -
3.8.3	<i>Necesidad de autobuses eléctricos</i>	- 59 -
3.9	ESTRATEGIAS ESPACIALES DERIVADAS DEL ANÁLISIS	- 62 -
3.10	CONCLUSIÓN SOBRE LAS NECESIDADES Y CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO.	- 62 -
CAPÍTULO IV		- 64 -
4.	PROPUESTA DE DISEÑO	- 64 -
4.1	ENFOQUE GENERAL DE LA PROPUESTA	- 64 -
4.1.1	<i>Delimitación del programa arquitectónico</i>	- 64 -
4.1.2	<i>Criterios de diseño</i>	- 66 -
4.2	PROPUESTA	- 69 -
4.2.1	<i>Descripción del proyecto</i>	- 69 -
4.2.2	<i>Ubicación</i>	- 72 -
4.2.3	<i>Programa arquitectónico</i>	- 74 -
4.2.4	<i>Organigrama</i>	- 74 -
4.2.5	<i>Zonificación</i>	- 76 -
4.2.6	<i>Circulaciones y accesos</i>	- 77 -
4.2.7	<i>Presupuesto</i>	- 78 -
4.2.8	<i>Criterios de diseño arquitectónico</i>	- 79 -
4.3	INTEGRACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LAS VIVIENDAS GENERADORAS	- 80 -
4.3.1	<i>Integración fotovoltaica en el centro de carga</i>	- 81 -
4.4	RELACIÓN ENTRE RESULTADOS Y PROPUESTA ARQUITECTÓNICA	- 82 -
CAPÍTULO V		- 85 -

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	- 85 -
5.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	- 85 -
5.2 CONCLUSIONES	- 86 -
5.3 LIMITACIONES	- 87 -
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	- 89 -
ANEXOS	- 91 -

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Esquema metodológico.</i>	- 7 -
<i>Figura 2: Evolución de las fuentes de energía y la movilidad.</i>	- 10 -
<i>Figura 3: Funcionamiento sistema fotovoltaico residencial.</i>	- 11 -
<i>Figura 4: Evolución histórica de la movilidad eléctrica.</i>	- 12 -
<i>Figura 5: Comunidad energética fotovoltaica.</i>	- 14 -
<i>Figura 6: Tipologías de redes eléctricas.</i>	- 14 -
<i>Figura 7: Tipologías de redes eléctricas.</i>	- 15 -
<i>Figura 8: Participación de centrales hidroeléctricas en Ecuador.</i>	- 16 -
<i>Figura 9: Generación eléctrica en Ecuador.</i>	- 17 -
<i>Figura 10: Insolación solar en Ecuador.</i>	- 19 -
<i>Figura 11: Panel fotovoltaico en vivienda.</i>	- 20 -
<i>Figura 12: Cubierta verde con paneles fotovoltaicos.</i>	- 21 -
<i>Figura 13: Fachada con paneles fotovoltaicos.</i>	- 22 -
<i>Figura 14: Parada de transporte público sostenible.</i>	- 22 -
<i>Figura 15: Línea 100, Ricaurte – Baños.</i>	- 23 -
<i>Figura 16: Esquema metodológico de selección y análisis del caso de estudio.</i>	- 27 -
<i>Figura 17: Variables aplicadas para el análisis del modelo de energía descentralizada.</i>	- 27 -
<i>Figura 18: Localización de Tilburg, Países Bajos.</i>	- 28 -
<i>Figura 19: Emplazamiento estación de autobuses eléctricos.</i>	- 28 -
<i>Figura 20: Esquema de funcionamiento energético de la estación de autobuses.</i>	- 29 -
<i>Figura 21: Localización urbana de la ciudad de Utrecht, Países Bajos.</i>	- 31 -
<i>Figura 22: Procesos de participación ciudadana vinculados a la planificación energética en Utrecht.</i>	- 32 -
<i>Figura 23: Autobus eléctricos del sistema de transporte público de Utrecht.</i>	- 33 -
<i>Figura 24: Viviendas con sistemas fotovoltaicos integrados en cubiertas residenciales en Utrecht.</i>	- 33 -
<i>Figura 25: Localización de zona de estudio.</i>	- 36 -
<i>Figura 26: Mapa de ubicación del sitio - Baños.</i>	- 37 -
<i>Figura 27: Mapa de ubicación del sitio - Baños.</i>	- 37 -
<i>Figura 28: Potencial de la energía solar en Cuenca.</i>	- 38 -
<i>Figura 29: Temperatura media de la ciudad de Cuenca.</i>	- 39 -
<i>Figura 30: Precipitación promedio en Cuenca.</i>	- 40 -
<i>Figura 31: Tipologías residenciales predominantes en el área de estudio.</i>	- 40 -
<i>Figura 32: Tipologías de cubiertas predominantes.</i>	- 41 -
<i>Figura 33: Conexión de Centros parroquiales con el Centro Histórico de Cuenca.</i>	- 42 -
<i>Figura 34: Jerarquía vial – Centro Parroquia de Baños.</i>	- 43 -
<i>Figura 35: Jerarquía vial – Centro Parroquial de Ricaurte.</i>	- 44 -
<i>Figura 36: Metodología aplicable para análisis de sitio.</i>	- 45 -
<i>Figura 37: Densidad de viviendas del CP de Baños.</i>	- 47 -
<i>Figura 38: Densidad de viviendas del CP de Ricaurte.</i>	- 48 -
<i>Figura 39: Mapa de distribución de viviendas generadoras de energía fotovoltaica CP de Baños.</i>	- 49 -
<i>Figura 40: Mapa de distribución de viviendas generadoras de energía fotovoltaica CP de Ricaurte.</i>	- 50 -
<i>Figura 41: Esquema técnico de un panel solar fotovoltaico de alta potencia.</i>	- 52 -
<i>Figura 42: Integración fotovoltaica descentralizada y CC para transporte público eléctrico.</i>	- 53 -
<i>Figura 44: Red eléctrica existente del Centro Parroquial de Ricaurte.</i>	- 57 -
<i>Figura 43: Red eléctrica existente del Centro Parroquial de Baños.</i>	- 57 -
<i>Figura 45: Modelo tipo de encuesta a usuarios.</i>	- 60 -
<i>Figura 46: Relación espacial entre viviendas generadoras y centros de carga.</i>	- 62 -
<i>Figura 47: Esquema de zonas de centro de carga.</i>	- 65 -
<i>Figura 48: Zona energética con articulación de viviendas.</i>	- 65 -
<i>Figura 49: Criterios de diseño aplicados.</i>	- 66 -
<i>Figura 50: Conexión centros de carga entre centros parroquiales y paradas de bus.</i>	- 67 -
<i>Figura 51: Proceso de morfología de los centros de carga.</i>	- 68 -
<i>Figura 52: Proceso de morfología de las viviendas.</i>	- 68 -
<i>Figura 53: Esquema centro parroquial de Baños y del sistema de carga eléctrica.</i>	- 70 -
<i>Figura 54: Esquema centro parroquial de Ricaurte y del sistema de carga eléctrica.</i>	- 70 -
<i>Figura 55: Render centro de carga Ricaurte.</i>	- 71 -
<i>Figura 56: Render centro de carga Baños.</i>	- 71 -

Figura 57: Ubicación centro de carga en Centro parroquial de Baños.....	- 72 -
Figura 58: Ubicación centro de carga en Ricaurte.....	- 73 -
Figura 59: Organigrama centro de carga Baños.....	- 75 -
Figura 60: Organigrama centro de carga de Ricaurte.....	- 75 -
Figura 61: Zonificación centro de carga Baños.....	- 76 -
Figura 62: Zonificación centro de carga Ricaurte.....	- 76 -
Figura 63: Circulación y acceso peatonal centro de carga Baños.....	- 77 -
Figura 64: Circulación y acceso peatonal en el centro de carga de Ricaurte.....	- 77 -
Figura 65: Esquema territorial de integración energética y operativa de la Línea 100 Baños.....	- 79 -
Figura 66: Esquema territorial de integración energética y operativa de la Línea 100 Ricaurte.....	- 79 -
Figura 67: Esquema volumétrico del sistema fotovoltaico con el centro de carga Ricaurte.....	- 80 -
Figura 68: Esquema volumétrico del sistema fotovoltaico con el centro de carga Baños.....	- 81 -
Figura 69: Paneles solares CC – Baños.....	- 82 -
Figura 70: Paneles solares CC – Ricaurte.....	- 82 -
Figura 71: Render de CC conjunto a su comunidad fotovoltaica del CP de Baños.....	- 84 -
Figura 72: Render de CC conjunto a su comunidad fotovoltaica del CP de Ricaurte.....	- 84 -

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Matrices de generación eléctrica en Ecuador _____	- 18 -
Tabla 2: Matriz caso de estudio _____	- 30 -
Tabla 3: Matriz sintética de la comunidad energética urbana en Utrecht _____	- 34 -
Tabla 4: Información catastral del terreno – Baños _____	- 36 -
Tabla 5: Información catastral del terreno – Ricaurte _____	- 36 -
Tabla 6: Criterios técnicos de selección de viviendas generadoras _____	- 46 -
Tabla 7: Parámetros operativos y energéticos de la flota _____	- 51 -
Tabla 8: Cálculo energético diario de la Línea 100 _____	- 54 -
Tabla 9: Cálculo de demanda energética de centros de carga _____	- 55 -
Tabla 10: Calculo de demanda energética en viviendas _____	- 55 -
Tabla 11: Resultados finales de cálculos. _____	- 55 -
Tabla 12: Resumen de encuestas realizadas. _____	- 61 -
Tabla 13: Ocupación predio en cada parroquia _____	- 73 -
Tabla 14: Programa arquitectónico de Baños _____	- 74 -
Tabla 15: Programa arquitectónico de Ricaurte. _____	- 74 -
Tabla 16: Presupuesto general _____	- 78 -
Tabla 17: Integración fotovoltaica residencial en la Línea 100. _____	- 84 -

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Planos arquitectónicos y renders generales _____ - 91 -

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La movilidad urbana de la ciudad de Cuenca enfrenta un crecimiento sostenido en la demanda de transporte público, acompañado históricamente por una fuerte dependencia de combustibles fósiles. Esta condición genera impactos negativos en la calidad ambiental urbana, particularmente en el incremento de emisiones contaminantes y en la reducción de la eficiencia energética del sistema de movilidad. Las políticas locales han comenzado a impulsar procesos de transición hacia sistemas de transporte más sostenibles. El Plan de Electromovilidad E-Cuenca plantea la incorporación progresiva de flotas de transporte público eléctrico como una estrategia para reducir emisiones, mejorar la calidad del aire y fortalecer un modelo de movilidad urbana energéticamente más eficiente (GAD Municipal de Cuenca, 2023). La arquitectura contemporánea adquiere un papel relevante al integrar soluciones espaciales capaces de articular infraestructura urbana y tecnologías limpias dentro del territorio.

Las comunidades energéticas fotovoltaicas constituyen un modelo pionero que conduce hacia la descentralización del sistema energético y genera el empoderamiento de la ciudadanía en el ámbito de la generación de energía renovable. Este modelo trabaja con el potencial solar de las cubiertas residenciales e instalaciones urbanas, fomenta la autogeneración energética, el descenso de las emisiones y de forma local, la sostenibilidad, con la mejora e incrementos tanto ambiental como social. (IRENA, 2020; Walker & Devine-Wright, 2008).

Diferentes estudios evidencian cómo los sistemas fotovoltaicos aplicados al transporte público ayudan a reducir emisiones y a construir nuevos espacios arquitectónicos con soluciones funcionales, eficientes y que aportan a la estética urbana (Fakour, Li & Ji, 2023; Ji, Wang & Zhang, 2022). En el caso de Cuenca, la Línea 100, que conecta las parroquias de Ricaurte y Baños, representa un eje estratégico de movilidad y es a su vez una oportunidad para articular la generación solar distribuida y la infraestructura de transporte eléctrico como un medio para ayudar al impulso de la transición energética local (Universidad Politécnica Salesiana, 2023).

1.2 Planteamiento del problema

El sistema de transporte público constituye un elemento esencial en la movilidad de la ciudad de Cuenca. La Línea 100 se caracteriza por interconectar espacios estratégicos del territorio, puesto que conecta las parroquias Ricaurte y Baños con un centro urbano, estableciendo un flujo continuo de usuarios que dependen día tras día del servicio. No obstante, el funcionamiento continúa sustentándose en combustibles fósiles,

afectando negativamente la calidad ambiental, elevando los costes de operación y tendiendo en contra de los lineamientos de sostenibilidad que determinan el Plan de Movilidad Urbana de Cuenca (GAD Municipal de Cuenca, 2015).

El actual modelo energético del transporte público mantiene una relación limitada con el entorno urbano, ya que no existen mecanismos que integren la infraestructura residencial con los espacios destinados al funcionamiento y carga de autobuses eléctricos.

Esta falta de articulación reduce las posibilidades de generar sistemas locales de producción y gestión energética que contribuyan a una movilidad más eficiente (Castañeda & Mora, 2022).

La falta de un nexo arquitectónico y urbano que enlace la vivienda, la infraestructura técnica, la parte urbana en un mismo esquema de sostenibilidad. La arquitectura entendida como una disciplina integradora puede establecer esta disposición concreta por medio de la propuesta de espacios que comparten las técnicas energéticas dentro de los espacios habitables y de los equipos públicos especializados (Fakour, Li & Ji, 2023); si no existe planteamiento específico para este tipo de intervenciones no se puede sacar partido de la infraestructura convencional que existe en las parroquias de Ricaurte y Baños, que son los puntos donde son los extremos de la Línea 100 y donde se producen oportunidades de articulación entre energía y transporte. Esta situación se traduce en la escasa integración que existe entre los sistemas de movilidad y los procesos del diseño arquitectónico, lo cual da como resultado una amplia brecha entre la eficiencia técnica del servicio y su impacto territorial. Las iniciativas de electrificación del transporte público en Ecuador, aunque presentes hace algunos años, y a pesar de esta existencia, no poseen aún el soporte espacial que permita conectar la infraestructura energética con la trama urbana y la práctica social de los barrios (Leal & Torres, 2020).

En las parroquias de Ricaurte y Baños se plantea una débil articulación existente entre la infraestructura de la vivienda social, la trama urbana y el sistema de transporte público, lo que limita la adaptación de esquemas de generación energética distribuida asociados a comunidades energéticas fotovoltaicas. Esta falta de un adecuado entrelazado de estos elementos disminuye las posibilidades para hacer uso local de los recursos energéticos existentes y limita también la posibilidad de que la ciudadanía se pueda involucrar en la tarea de producción de energía renovable, perdiendo así el potencial para transitar hacia una movilidad de base comunitaria, autosuficiente, y sostenible (Lund et al., 2015; ONU-Hábitat, 2022).

Atender a esta problemática requiere reconocer que la sostenibilidad urbana no se da únicamente mediante el uso puntual de tecnologías renovables, sino que debe ser resultado de la integración de aquellas en una propuesta arquitectónica y territorial coherente, capaz de poder enlazar de forma simultánea los componentes técnicos, sociales y ambientales del entorno construido. En este sentido, la presente investigación

se enfoca en el establecimiento de criterios que permitan vincular la generación fotovoltaica distribuida con el sistema de transporte público, para estructurar un modelo en el cual la arquitectura pudiese ser el elemento de articulación entre energía, espacio urbano y comunidad (Lund et al., 2015; Klein & Palm, 2022).

1.3 Justificación

La presente investigación propone una alternativa sostenible frente a la dependencia de combustibles fósiles en el sistema de transporte público de la ciudad de Cuenca, con el propósito de contribuir a la reducción de emisiones contaminantes y promover un uso más eficiente de la energía dentro del entorno urbano. Esta problemática adquiere especial relevancia en el contexto actual de transición energética que atraviesan las ciudades, donde el sector transporte continúa siendo uno de los principales responsables del consumo energético y de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global (Agencia Internacional de Energía, 2023). La incorporación de tecnologías limpias en los sistemas de movilidad se plantea como una estrategia clave para avanzar hacia modelos urbanos más sostenibles.

La investigación busca demostrar que el diseño del espacio construido puede convertirse en un elemento activo dentro de los procesos de transición energética, mediante la integración de sistemas fotovoltaicos en edificaciones existentes. Diversos estudios recientes señalan que la generación fotovoltaica distribuida en cubiertas urbanas representa una de las estrategias más eficientes para aumentar la producción de energía renovable dentro de las ciudades sin requerir grandes extensiones de suelo adicional (IRENA, 2022; REN21, 2023).

La arquitectura deja de ser únicamente una disciplina proyectual para convertirse también en un medio capaz de articular la gestión energética con la estructura física y social de la ciudad. La implementación de comunidades energéticas permite que los ciudadanos participen activamente en la generación y gestión de la energía, promoviendo modelos descentralizados de producción energética que fortalecen la resiliencia urbana y reducen la dependencia de sistemas centralizados (Comisión Europea, 2020; IEA, 2022).

Se plantea una aproximación metodológica que puede ser aplicada en otros contextos urbanos del país, mediante la articulación de herramientas de diagnóstico energético, análisis urbano-arquitectónico y criterios de diseño para la implementación de comunidades energéticas fotovoltaicas. Este tipo de enfoques integrados entre energía, arquitectura y movilidad se han convertido en una línea de investigación relevante dentro de la planificación urbana contemporánea, orientada a la construcción de ciudades bajas en carbono (UN-Habitat, 2022).

El trabajo contribuye al fortalecimiento de la planificación arquitectónica sostenible en la ciudad de Cuenca, demostrando que la arquitectura puede actuar como un agente

transformador capaz de vincular la innovación tecnológica con el bienestar social. A través de la integración de infraestructura energética y diseño urbano, se plantean nuevas formas de entender el espacio construido como parte activa de los sistemas energéticos urbanos, aportando al desarrollo de ciudades más sostenibles y energéticamente eficientes.

1.3.1 Delimitación de la zona de estudio

La zona de estudio se delimita en torno a los centros parroquiales de Baños y Ricaurte, que constituyen los puntos de inicio y finalización del recorrido de la Línea 100 del sistema de transporte público de Cuenca. La elección de estas áreas de trabajo se ha decidido por su relevancia dentro de la red de movilidad urbana, así como el hecho de que las condiciones físicas y energéticas puedan ser favorables para el desarrollo del proyecto. Esto significaba que el análisis se basara en los núcleos centrales de ambas parroquias, incluyendo las viviendas, las edificaciones y los espacios libres de los núcleos urbanos que se encuentran en los límites de las paradas terminales de la Línea 100, es decir, el análisis que se llevará a cabo determinará la orientación solar, superficie útil de las cubiertas, densidad edificatoria, conectividad eléctrica, etc., es decir, la cantidad de potencia que se puede llegar a obtener de la potencia solar fotovoltaica que resulta disponible.

Esta delimitación se establece con el objetivo de optimizar el aprovechamiento del potencial solar disponible en los núcleos parroquiales y de plantear una infraestructura arquitectónica complementaria basada en centros de carga y cubiertas fotovoltaicas capaces de cubrir parcialmente la demanda energética asociada a la operación de la flota eléctrica. En este sentido, la investigación se concentra en aquellos sectores donde convergen de manera directa las dinámicas de vivienda, energía y movilidad, permitiendo la formulación de un modelo de comunidad energética de carácter replicable y adaptable a otros ámbitos del sistema urbano (Hvelplund et al., 2017; Monstadt & Wolff, 2015).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar la viabilidad arquitectónica y urbana de implementar una comunidad energética fotovoltaica vinculada a la Línea 100 del transporte público de Cuenca, aprovechando el potencial solar de las viviendas y la infraestructura de apoyo para fomentar una movilidad sostenible y eficiente.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar una revisión bibliográfica sobre movilidad sostenible, comunidades energéticas fotovoltaicas y su relación con la morfología urbana, enfocada en su aplicación a sistemas de transporte público.

- Cuantificar la flota vehicular de la Línea 100 y su demanda energética, estableciendo su relación con el potencial solar disponible en las parroquias de Baños y Ricaurte, a fin de definir criterios de dimensionamiento del sistema fotovoltaico integrado al tejido urbano.
- Diseñar arquitectónicamente la integración de paneles fotovoltaicos en las cubiertas de viviendas y en el centro de carga, proponiendo una estrategia espacial y técnica que articule la eficiencia energética con la estructura y morfología urbana de cada parroquia.

1.5 Metodología

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la viabilidad de implementar una comunidad energética fotovoltaica vinculada al funcionamiento de la Línea 100 del transporte público en las parroquias Baños y Ricaurte. Al tratarse de una propuesta que integra simultáneamente componentes energéticos, urbanos, territoriales y arquitectónicos, resulta necesario adoptar un enfoque metodológico integral que permita comprender de manera articulada la interacción entre estas variables dentro del corredor de estudio. La conexión entre la energía solar, la movilidad sostenible y las dinámicas urbano-residenciales conforma un sistema complejo, cuya investigación requiere tomar en consideración tanto la capacidad técnica de generación fotovoltaica como la estructura espacial y funcional de los territorios que van a proporcionar energía al sistema de transporte. De acuerdo con este carácter complejo, la metodología de la investigación se plantea en forma secuencial y multiescalar, ya que tiene un carácter progresivo que va de la teoría a la propuesta arquitectónica y urbana. La metodología pone en relación las condiciones reales del territorio con un modelo energético basado en criterios de diseño, de modo que el resultado de la propuesta satisfaga, por un lado, la viabilidad técnica y, por otro lado, la lógica del contexto urbano y social de las parroquias Baños y Ricaurte. La metodología se desarrolla en tres etapas fundamentales caracterizadas, entre otras cosas, por la diferenciación de los procedimientos técnicos que se aplican, al mismo tiempo que dichas etapas permanecen interrelacionadas, estableciendo una relación recursiva entre ellas, es decir, la primera etapa se refiere a la construcción del marco teórico por medio de la revisión de los conceptos básicos relacionados con movilidad sostenible, comunidades energéticas fotovoltaicas, generación distribuida, diseño arquitectónico sustentable, etc., de tal forma que todo ello sirva para sentar las bases conceptuales que servirán para interpretar el territorio y que delimitarán también los criterios de análisis a tener en cuenta en la segunda y tercera etapa. La segunda etapa correspondió al diagnóstico multicriterio del caso de estudio, orientado a analizar la relación entre el potencial de generación fotovoltaica del territorio y la demanda energética asociada a la operación del transporte público eléctrico de la Línea 100. Para ello se realizó un análisis geoespacial y cartográfico de los centros parroquiales de Baños y Ricaurte, utilizando imágenes satelitales, cartografía urbana disponible y la observación del tejido construido para identificar las

características físicas del territorio y las viviendas con condiciones favorables para la instalación de paneles solares en sus cubiertas. En este proceso se consideraron variables como la radiación solar promedio del sector, la orientación y morfología de las cubiertas, la superficie útil disponible para la instalación de paneles y la proximidad de las viviendas a los centros de carga propuestos dentro de cada parroquia. Se evaluó la demanda energética del sistema de transporte público eléctrico de la Línea 100, considerando el número de unidades operativas, el recorrido diario aproximado de la ruta y el consumo energético promedio por kilómetro de un autobús eléctrico de referencia. Este procedimiento permitió comprender tanto la capacidad potencial de generación fotovoltaica del territorio como los requerimientos energéticos del sistema de movilidad, estableciendo así una base técnica para el posterior dimensionamiento del modelo energético propuesto.

La tercera etapa se centra en el desarrollo del diseño arquitectónico y urbano, donde se combinan los resultados teóricos y los resultados del diagnóstico territorial, proponiendo un espacio concreto. En esta fase se elabora también el programa arquitectónico, se dan soluciones formales y se contrastan en la propuesta gráfica, y modelado 3D. Finalizando así en una propuesta replicable que unifica la generación fotovoltaica comunitaria con la operatividad del sistema de transporte público.

En este sentido, la metodología permite garantizar un proceso ordenado, analítico y fundamentado, el que permite afrontar el caso de estudio desde una mirada entendida. La estructura metodológica permite garantizar que la propuesta resultante responde de manera coherente tanto a los retos energéticos del momento actual, como a las dinámicas urbanas y sociales que poseen las parroquias Baños y Ricaurte.



Figura 1: Esquema metodológico.

Fuente: Elaboración propia.

- **Etapa 1: Fundamentos teóricos**

La primera etapa establece los fundamentos teóricos y conceptuales que sustentan la investigación, constituyéndose como la base metodológica para la comprensión del caso de estudio. Esta fase permite construir el marco técnico y urbano necesario para analizar la integración de la energía solar fotovoltaica en sistemas de movilidad sostenible.

En esta etapa se desarrolla una revisión bibliográfica a partir de artículos científicos, libros especializados, normativas nacionales e internacionales, documentos institucionales y tesis relacionadas con movilidad urbana sostenible, transporte público eléctrico, comunidades energéticas fotovoltaicas y diseño arquitectónico sustentable. Este análisis reúne las ideas más relevantes que guían la construcción del problema de investigación y, a partir de las cuales podrá hacerse una lectura crítica del territorio desde una aproximación interdisciplinar.

Para complementar lo anterior se analizan parámetros urbanos que adquieren relevancia en la forma de actuación de los sistemas fotovoltaicos que tienen en cuenta la radiación solar, la orientación, la temperatura, la topografía, la densidad construida, la morfología de las cubiertas, la ocupación del suelo y la manera de estructurar el sistema viario. Analizar las variables de entorno, condición física y urbanística del territorio permite entender cómo las condiciones físicas y urbanísticas del territorio influyen en la viabilidad técnica y espacial de la propuesta. También se analiza los principios operativos y organizativos de las comunidades energéticas, abordando los modelos de gestión, los esquemas de gobernanza y los mecanismos de participación ciudadana. A partir de este análisis, se construye un marco conceptual que conecta energía, territorio y arquitectura permitiendo establecer los criterios teóricos que sirven de base para la etapa de diagnóstico y en la etapa de desarrollo de la propuesta.

- **Etapa 2: Diagnóstico multicriterio del caso de estudio**

La segunda etapa corresponde al diagnóstico multicriterio del caso de estudio, orientado a analizar el potencial de integración de sistemas fotovoltaicos en los centros parroquiales de Baños y Ricaurte en relación con el sistema de movilidad eléctrica de la Línea 100. En esta fase se busca identificar las condiciones territoriales, urbanas y constructivas que pueden favorecer la incorporación de generación energética distribuida dentro del tejido residencial.

El análisis territorial se desarrollará mediante el uso de herramientas de información geográfica, principalmente el software ArcGIS, complementado con información oficial obtenida del geoportal del GAD Municipal de Cuenca. Estas plataformas permitirán procesar datos catastrales, uso de suelo, superficie construida y localización de edificaciones del territorio. Este análisis geoespacial se complementará con Google Earth que permitirá verificar visualmente las características generales del entorno construido, reconocer tipologías de cubiertas e identificar preliminarmente viviendas con condiciones favorables para la posible instalación de sistemas fotovoltaicos.

Como parte del proceso metodológico se realizarán visitas de campo en ambas parroquias, con el objetivo de contrastar la información obtenida mediante el análisis digital con las condiciones reales del territorio. Estas inspecciones permitirán observar el estado de las cubiertas, su orientación y pendiente, la presencia de sombras generadas por

edificaciones o vegetación cercana y las condiciones de acceso para la eventual instalación o mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos. La combinación entre análisis geoespacial y observación directa permitirá mejorar la precisión del diagnóstico territorial.

Para la identificación de viviendas potencialmente integrables al modelo energético se considerarán criterios constructivos y tipológicos observables en el territorio, tales como el año aproximado de construcción de las edificaciones, la tipología de cubierta y el sistema constructivo utilizado.

Se incorporará el análisis de la demanda energética asociada a la operación de la Línea 100, utilizando información referencial sobre el sistema de transporte, como el número de unidades que operan en la ruta, las características generales del recorrido y el consumo energético promedio por kilómetro de autobuses eléctricos de referencia. Estos datos permitirán establecer posteriormente una relación entre el potencial de generación fotovoltaica identificado en el territorio y los requerimientos energéticos del sistema de movilidad.

- **Etapa 3: Propuesta urbano-arquitectónica con energía solar para una movilidad sostenible**

En esta tercera etapa se empieza a articular los resultados tanto teóricos como del diagnóstico del territorio para articular la propuesta urbano-arquitectónica que permite articular la comunidad energética fotovoltaica asociada al funcionamiento de la Línea 100.

En esta fase establecemos los criterios arquitectónicos que nos orientan la organización espacial del proyecto, todos ellos referidos a la orientación óptima para mayor captación solar, la modulación de las cubiertas, la integración con el tejido urbano existente, la accesibilidad hacia los centros de carga, las condiciones de iluminación natural, de ventilación y de seguridad operativa. Estos criterios permiten garantizar el diseño asociado a los principios de sostenibilidad y de eficiencia energética y de movilidad eléctrica.

El proyecto se representa mediante la complementación con el uso de programas de renderización, que nos proporcionan el comportamiento espacial, la relación urbana y espacial entre arquitectura, energía y movilidad. El desarrollo técnico se complementaría por medio del uso de programas arquitectónicos de dibujo y documentos que son utilizados para la elaboración de planos, esquemas y diagramas que dan soporte a la coherencia constructiva y funcional de la propuesta.

Como resultado, se plantea una propuesta urbano-arquitectónica integral para los centros parroquiales de Baños y Ricaurte, que articula generación fotovoltaica comunitaria, infraestructura de transporte y territorio, y que se proyecta como un modelo replicable de integración entre energía solar y movilidad sostenible.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Reseña histórica de la energía y la movilidad sostenible

La evolución de las fuentes de energía ha estado estrechamente vinculada al desarrollo tecnológico y urbano de las sociedades. Desde el uso inicial de recursos naturales como la madera, el viento y el agua, hasta la consolidación de los combustibles fósiles durante los siglos XIX y XX, la disponibilidad energética ha influido en el crecimiento económico, los sistemas de movilidad y la organización territorial (Smil, 2017). En la actualidad, el avance hacia energías renovables representa una transformación del modelo energético y urbano orientada a reducir los impactos ambientales y fortalecer la sostenibilidad de las ciudades.

Uno de los antecedentes más relevantes para el desarrollo de la energía solar fue el descubrimiento del efecto fotoeléctrico por Edmond Becquerel en 1839, posteriormente explicado por Albert Einstein, lo que permitió comprender cómo ciertos materiales pueden generar electricidad a partir de la luz (Fraas & Partain, 2010). Más adelante, en 1954, los Laboratorios Bell desarrollaron la primera celda solar de silicio, marcando el inicio de la tecnología fotovoltaica moderna (Green, 2019). Desde la crisis del petróleo de 1973, el interés por las energías renovables ha crecido de manera sostenida, impulsando la transición hacia modelos energéticos más diversificados e integrados con la arquitectura y la movilidad sostenible (IEA, 2023).



Figura 2: Evolución de las fuentes de energía y la movilidad.
Fuente: Celering,2024.

2.1.1 Orígenes de la generación eléctrica y la energía solar

El desarrollo de la electricidad como fuente energética comenzó a consolidarse a finales del siglo XVIII a partir de los experimentos de científicos como Benjamin Franklin, Luigi Galvani y Alessandro Volta, quienes permitieron comprender los principios básicos del fenómeno eléctrico. Su aplicación práctica se consolidó recién a finales del siglo XIX, cuando Thomas Edison y Nikola Tesla impulsaron los primeros sistemas de generación y distribución a gran escala. Estos avances transformaron el funcionamiento de las ciudades, ya que la iluminación artificial permitió extender las actividades diarias y favoreció el desarrollo de nuevas infraestructuras urbanas (Hughes, 1993).

Surgieron las bases de la energía solar fotovoltaica. El descubrimiento del efecto fotoeléctrico por Alexandre Edmond Becquerel abrió la posibilidad de transformar la radiación solar en electricidad. Con el paso del tiempo, el desarrollo de materiales semiconductores, especialmente el silicio monocristalino y policristalino, permitió mejorar la eficiencia de las celdas solares y reducir significativamente su costo. Entre 1976 y 2020 el precio por vatio instalado disminuyó más del 99 %, fenómeno conocido como la curva de aprendizaje solar (IRENA, 2020). Esta tecnología comienza a integrarse cada vez más en la arquitectura, utilizando cubiertas y otras superficies construidas capaces de generar energía dentro de las ciudades (Fraas & Partain, 2010; Prieto, 2021).

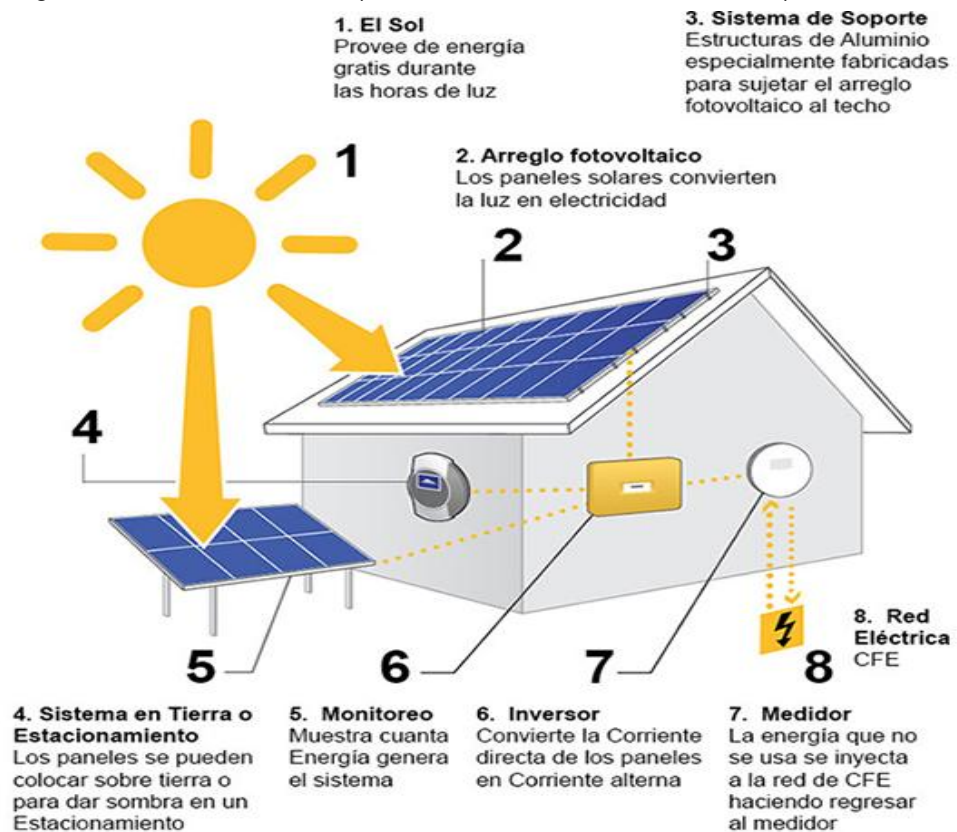


Figura 3: Funcionamiento sistema fotovoltaico residencial
Fuente: Greentech, 2024.

2.1.1.1. Evolución de la movilidad eléctrica

La movilidad eléctrica no es un fenómeno reciente sino el resultado de un proceso tecnológico que se ha desarrollado durante más de un siglo. A finales del siglo XIX y comienzos del XX ya existían vehículos eléctricos como parte de las primeras experiencias de movilidad motorizada. Su desarrollo fue desplazado por la expansión de los motores de combustión interna y la disponibilidad de petróleo a bajo costo, lo que consolidó durante décadas un modelo de transporte basado en combustibles fósiles (Mom, 2013). El interés por alternativas energéticas en el transporte resurgió a partir de la década de 1970, cuando las crisis petroleras evidenciaron la dependencia energética de muchos países y motivaron la búsqueda de tecnologías más eficientes y menos contaminantes (Geels, 2012).

En las últimas décadas, el desarrollo de baterías de ion-litio ha sido uno de los avances más importantes para la consolidación de la movilidad eléctrica, debido a su mayor densidad energética, menor peso y mayor durabilidad (Nitta et al., 2015). Estos avances, junto con la reducción de costos y la expansión de infraestructura de recarga, han impulsado la incorporación de vehículos eléctricos en distintos sistemas de transporte. Actualmente, muchas ciudades han comenzado a integrar autobuses eléctricos en sus redes de transporte público como parte de estrategias orientadas a reducir emisiones y mejorar la calidad ambiental en los entornos urbanos (Hall & Lutsey, 2020; IEA, 2023).

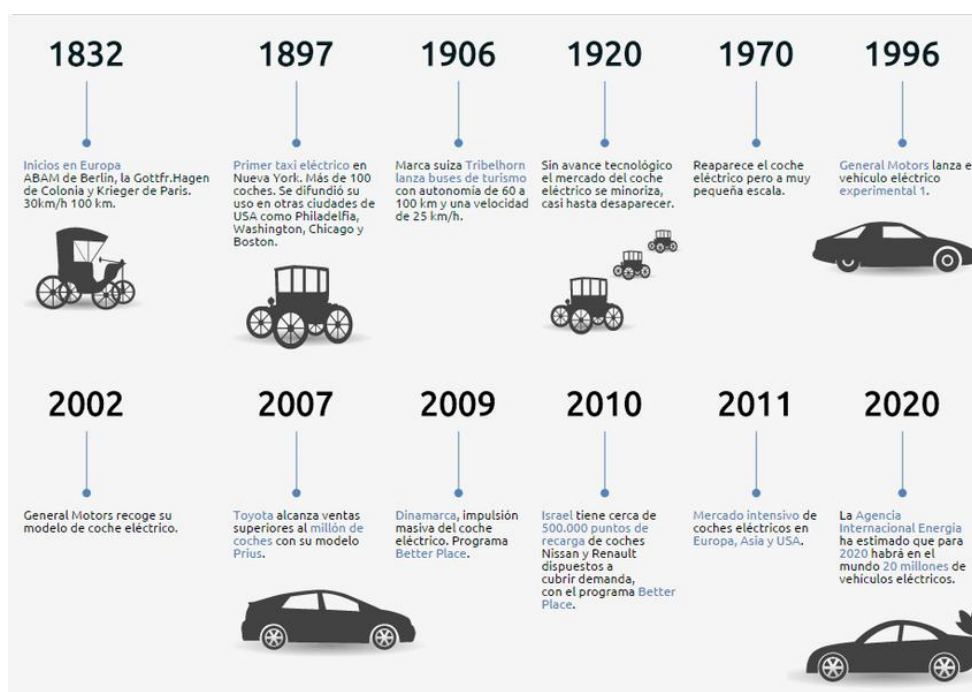


Figura 4: Evolución histórica de la movilidad eléctrica.
Fuente: Researchgate, 2022.

2.1.2 Transición energética en el ámbito urbano

La transición energética en las ciudades se ha convertido en uno de los principales retos actuales, ya que implica transformar los sistemas que han sostenido el crecimiento urbano desde la Revolución Industrial. Durante más de dos siglos, el desarrollo de las ciudades se apoyó en modelos energéticos centralizados basados en combustibles fósiles, lo que permitió una rápida expansión urbana, pero también generó problemas ambientales como la contaminación del aire, las emisiones de gases de efecto invernadero y una fuerte dependencia energética (UN-Habitat, 2022).

Las ciudades concentran una parte importante del consumo energético y de las emisiones globales. La transición energética no se limita únicamente a la incorporación de nuevas tecnologías, sino que también implica replantear la forma en que se planifican y gestionan los territorios urbanos (IEA, 2023). El uso de energías renovables especialmente la solar, ha permitido impulsar modelos de generación distribuida donde la energía puede producirse cerca de los lugares donde se consume. La arquitectura y la planificación urbana adquieren así un papel fundamental, ya que edificios, cubiertas y espacios urbanos comienzan a integrarse como parte de sistemas energéticos más descentralizados y participativos, en los que incluso la ciudadanía puede involucrarse mediante comunidades energéticas (IRENA, 2022; Klein & Palm, 2022).

2.2 Evolución de las comunidades energéticas fotovoltaicas

Las comunidades energéticas fotovoltaicas surgen como una respuesta a las limitaciones del modelo eléctrico tradicional, basado en una generación centralizada y una distribución unidireccional de la energía hacia los usuarios. Frente a este esquema, y en un contexto marcado por la urgencia climática y la necesidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles, han comenzado a consolidarse modelos energéticos más participativos y descentralizados. Estas iniciativas promueven la producción local de energía renovable y la participación activa de ciudadanos y comunidades en su gestión, contribuyendo al desarrollo de sistemas energéticos más sostenibles y resilientes (Klein & Palm, 2022).

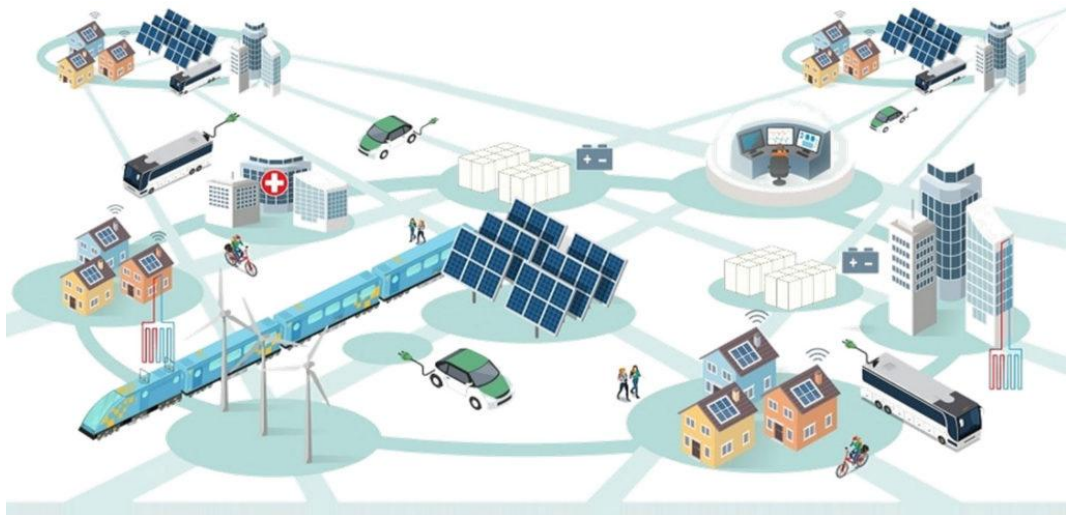


Figura 5: Comunidad energética fotovoltaica
Fuente: Inycomenergy, 2024.

El concepto de comunidad energética se basa en un modelo colaborativo donde ciudadanos, instituciones y pequeñas empresas participan en la generación, gestión y consumo de energía renovable a escala local. Este enfoque transforma a los usuarios en prosumidores, capaces de producir y consumir energía al mismo tiempo, promoviendo sistemas más descentralizados y sostenibles que reducen la dependencia de combustibles fósiles (Lund et al., 2015; Koirala et al., 2021). Dentro de este modelo, las comunidades energéticas fotovoltaicas han adquirido especial importancia debido a la disponibilidad del recurso solar y la posibilidad de integrar paneles en cubiertas, fachadas o infraestructuras urbanas, convirtiendo el entorno construido en un espacio activo de generación energética y fortaleciendo la relación entre arquitectura, ciudad y sistema energético (IRENA, 2023).



Figura 6: Tipologías de redes eléctricas.
Fuente: Elaboración propia a partir de IEA (2022), IRENA (2022) y REN21 (2023).

2.2.1 Desarrollo en América Latina

El desarrollo de comunidades energéticas en América Latina ha estado condicionado por factores propios de la región, como la diversidad territorial, las desigualdades socioeconómicas y la estructura de sus sistemas energéticos.

Aunque muchos países aún dependen de combustibles fósiles, especialmente en sectores como el transporte y la industria, el continente cuenta con un alto potencial para el aprovechamiento de energías renovables, particularmente solar y eólica. Sin embargo, la transición hacia modelos de generación distribuida enfrenta desafíos relacionados con marcos regulatorios aún en consolidación, infraestructura eléctrica tradicional y limitaciones en el acceso a financiamiento y tecnología (CEPAL, 2021; IRENA, 2023).

En Chile, iniciativas como Comunidad Solar Peñalolén han permitido que familias de bajos ingresos accedan a energía solar mediante instalaciones fotovoltaicas en edificios públicos, reduciendo el costo de la electricidad y promoviendo esquemas de gestión comunitaria. En Uruguay se han impulsado proyectos asociados a cooperativas de vivienda con sistemas fotovoltaicos compartidos, mientras que en Brasil se han implementado microrred solar en comunidades rurales y zonas aisladas para sustituir gradualmente la generación basada en diésel. Estas experiencias evidencian que las comunidades energéticas pueden adaptarse a diferentes realidades territoriales y que su desarrollo implica no solo innovación tecnológica, sino también nuevas formas de organización social en torno a la gestión de la energía (Rescoop.eu, 2022; WRI, 2022).

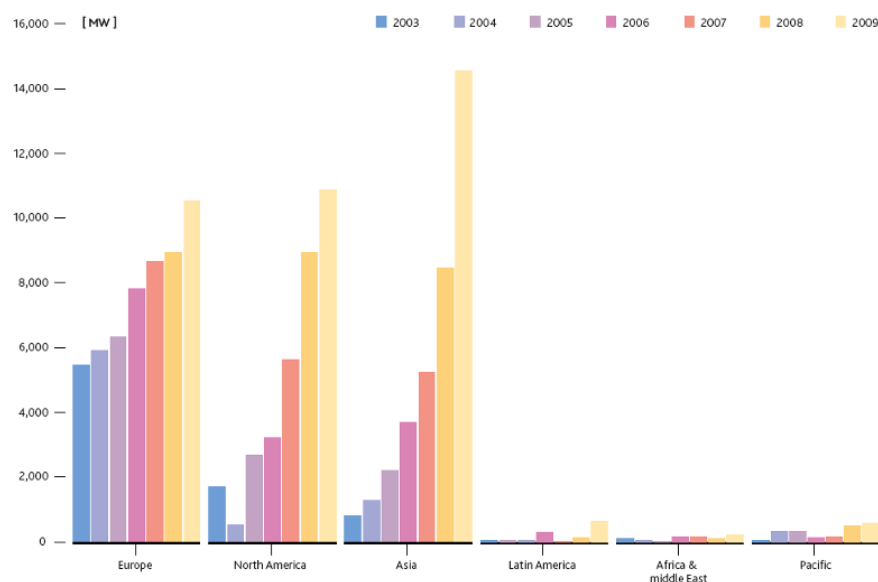


Figura 7: Tipologías de redes eléctricas.
Fuente: Recursos energéticos distribuidos, 2017.

2.2.2 Contexto ecuatoriano

El desarrollo de las comunidades energéticas en Ecuador debe entenderse dentro de un sistema eléctrico históricamente centralizado y con una fuerte dependencia de la generación hidroeléctrica. Esta característica ha representado

una ventaja en términos de bajas emisiones, pero también una fuente de vulnerabilidad frente a variaciones climáticas. Actualmente, gran parte de la electricidad del país proviene de centrales hidroeléctricas ubicadas en cuencas estratégicas como Paute, Mazar y Coca, lo que evidencia la alta concentración del sistema eléctrico en pocos complejos de generación (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

Como se observa en la Figura 8, la matriz de generación eléctrica del Ecuador presenta un claro predominio de la energía hidroeléctrica, con una participación cercana al 80 %, mientras que otras fuentes como la energía térmica, solar o eólica tienen una presencia considerablemente menor. Entre las principales centrales destacan Coca Codo Sinclair, que aporta aproximadamente el 26 % de la generación nacional, junto con Sopladora, Agoyán–San Francisco y el complejo Paute–Mazar, que en conjunto sostienen una parte importante del suministro eléctrico del país (CENACE, 2024).



Figura 8: Participación de centrales hidroeléctricas en Ecuador
Fuente: CENACE, 2024.

Esta dependencia del recurso hídrico se evidenció con mayor claridad durante los años 2023 y 2024, cuando la reducción de los caudales en los embalses hidroeléctricos provocó cortes programados de electricidad en distintas regiones del país. Según reportes oficiales, la disminución de las precipitaciones afectó los niveles de almacenamiento de los embalses, obligando a implementar medidas de racionamiento eléctrico. Este escenario evidenció la vulnerabilidad de un sistema energético que depende mayoritariamente de un solo recurso natural, especialmente en un contexto global marcado por la variabilidad climática (CEPAL, 2024).

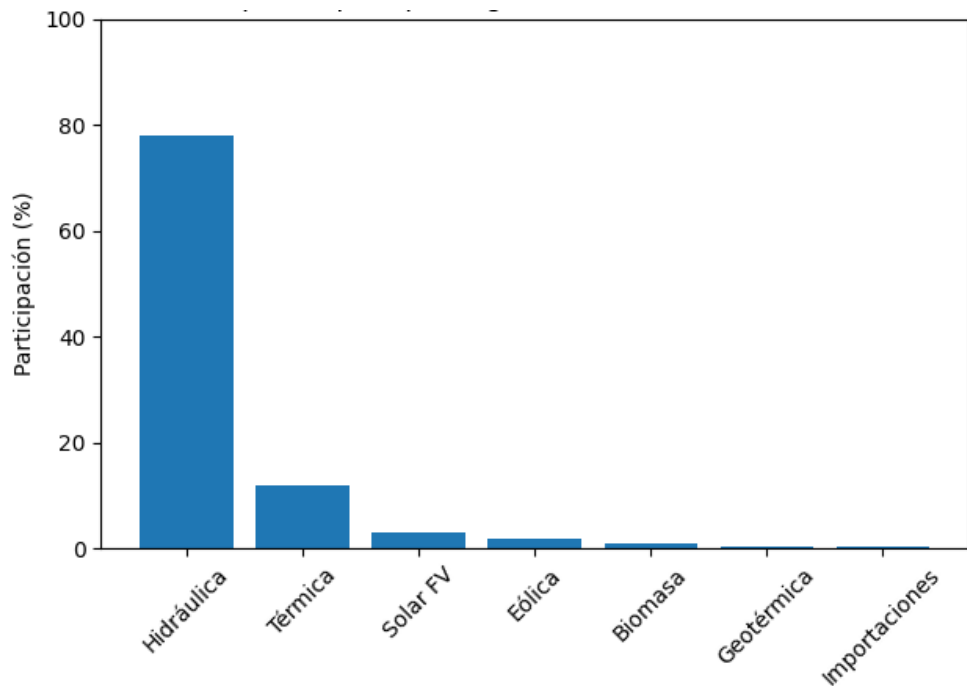


Figura 9: Generación eléctrica en Ecuador.
Fuente: ARCONEL, 2024.

La diversificación de la matriz energética se presenta como una necesidad estratégica para fortalecer la seguridad energética del Ecuador. En este contexto, la energía solar fotovoltaica surge como una alternativa relevante debido a su amplia disponibilidad ya su menor dependencia de los regímenes de precipitación. Estudios del INAMHI (2023) señalan que gran parte del territorio ecuatoriano, especialmente en la región interandina, registra niveles de radiación solar entre 4,0 y 4,5 kWh/m²/día, condiciones favorables para el desarrollo de sistemas fotovoltaicos distribuidos. Al mismo tiempo, el sector del transporte se concentra cerca del 40 % del consumo energético final del país, principalmente asociado al uso de combustibles fósiles (Ministerio de Energía y Minas, 2023), lo que plantea la necesidad de integrar energías renovables con sistemas de movilidad eléctrica. Sin embargo, la estructura actual del sistema eléctrico ecuatoriano continúa dominada por la generación hidroeléctrica, que representa aproximadamente entre el 75 % y el 80 % de la producción nacional, mientras que las energías renovables no convencionales, como la solar, eólica o biomasa, aún tienen una participación limitada, lo que evidencia la importancia de avanzar hacia una mayor diversificación de la matriz energética (Ministerio de Energía y Minas, 2023; CENACE, 2024).

Tipo de Generación	Participación Aproximada (%)	Ventajas Principales	Ejemplos en Ecuador
Hidroeléctrica	≈ 75–80 %	Fuente renovable de alta capacidad, estable a largo plazo	Coca Codo Sinclair, Sopladora, Manduriacu, Minas–San Francisco
Térmica (diésel y gasolina)	≈ 10–15 %	Generación continua e independiente del clima, respaldo en épocas de estiaje	Plantas térmicas de Esmeraldas, TermoPichincha, Jaramijó
Fotovoltaica (solar)	≈ 2–3 %	Energía limpia, ideal para autogeneración y comunidades energéticas	Gran solar El Aromo (en construcción), sistemas urbanos en Loja, Galápagos, Cuenca
Eólica	≈ 1–2 %	Fuente renovable, buen rendimiento en zonas costeras e insulares	Parque eólico Villonaco (Loja), Baltra–San Cristóbal (Galápagos)
Biomasa / Biogás	≈ 1 %	Aprovecha residuos agrícolas e industriales, baja huella de carbono	Ingenios azucareros, plantas de biogás en rellenos
Geotérmica	< 1 % (en desarrollo)	Generación estable y renovable, independiente del clima	Proyectos en fase de estudio en Chachimbiro y Chalpatán
Importaciones	≈ 0–1 %	- Respaldo en emergencias	Compras ocasionales a Colombia o Perú en años secos

Tabla 1: Matrices de generación eléctrica en Ecuador

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Ministerio de Energía y Minas, 2023

La matriz energética ecuatoriana depende principalmente de la generación hidroeléctrica, mientras que la generación térmica basada en combustibles fósiles actúa como respaldo durante períodos de estiaje. En contraste, las energías renovables no convencionales, como la solar, eólica o biomasa, aún tienen una participación reducida, generalmente menor al 3 %, aunque presentan un importante potencial de crecimiento, especialmente en esquemas de generación distribuida. En este contexto, las comunidades energéticas surgen como una alternativa para descentralizar la producción eléctrica y fortalecer la resiliencia del sistema. Algunos avances regulatorios, como el sistema de medición neta establecido por ARCONEL, permiten que los usuarios que generen energía fotovoltaica inyecten excedentes a la red y reciban compensaciones en su factura

(ARCONEL, 2018). No obstante, aún persisten desafíos relacionados con financiamiento, incentivos y marcos normativos específicos, pese a que el Plan Nacional de Transición Energética 2023–2030 plantea la diversificación de la matriz como una estrategia clave para reducir la vulnerabilidad del sistema eléctrico (Ministerio de Energía y Minas, 2023; IEA, 2023).

2.2.3 Interpretación del potencial solar y comparación con los casos de estudio en Países Bajos

El mapa de insolación global del Ecuador permite identificar el potencial disponible para la generación fotovoltaica, expresado en kWh/m²/día y equivalente a horas sol pico. En el caso del sur del país, incluyendo la ciudad de Cuenca y sus parroquias, los valores promedio de radiación solar se sitúan aproximadamente entre 4,0 y 4,5 kWh/m²/día, lo que representa condiciones favorables para el desarrollo de sistemas fotovoltaicos distribuidos en el entorno urbano (NASA, 2022; INAMHI, 2023). En términos de dimensionamiento energético, estos valores suelen expresarse de forma simplificada como horas sol pico equivalentes cercanos a 4 horas diarias, utilizadas comúnmente en estimaciones preliminares de generación fotovoltaica (IRENA, 2022).

Al comparar este escenario con casos de estudio desarrollados en Países Bajos, se observa que dichos proyectos operan en contextos con radiación solar menor, cercana a 3,5 kWh/m²/día, equivalente aproximadamente a 3 – 3,5 horas sol pico por día. A pesar de estas condiciones menos favorables, en ese país se han consolidado modelos exitosos de integración entre infraestructura fotovoltaica y movilidad eléctrica mediante planificación urbana y gestión energética (IEA, 2023). Esta comparación evidencia que el territorio ecuatoriano no presenta limitaciones significativas en términos de recurso solar, por lo que el principal desafío se relaciona más con aspectos técnicos, normativos y de planificación territorial que con la disponibilidad del recurso energético.

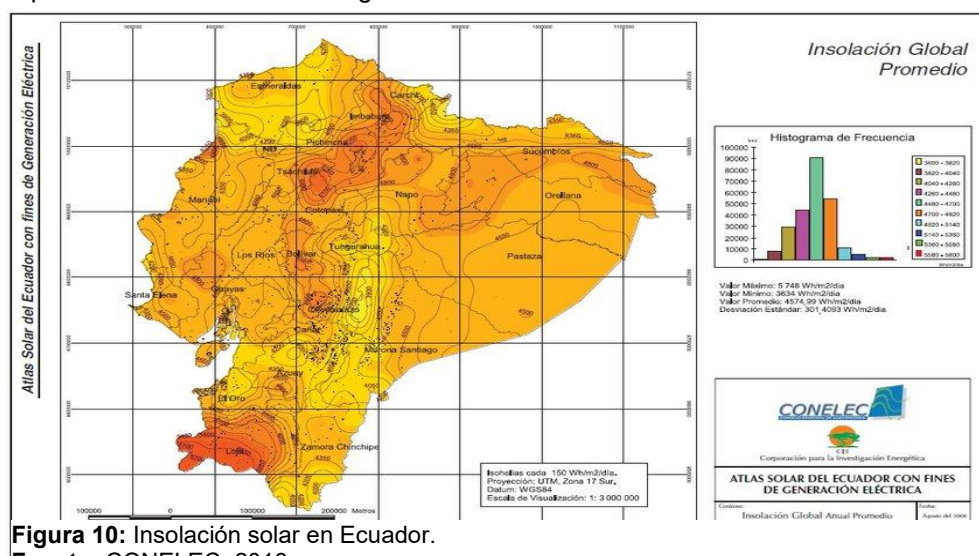


Figura 10: Insolación solar en Ecuador.
Fuente: CONELEC, 2013.

2.3 Arquitectura y energía: integración fotovoltaica

La relación entre arquitectura y energía ha adquirido mayor relevancia en las últimas décadas debido al elevado consumo energético de los edificios y sus impactos ambientales. Tradicionalmente, las edificaciones se diseñaban como estructuras dependientes de redes energéticas externas; Sin embargo, el crecimiento urbano y el aumento de las emisiones asociadas al sector de la construcción han impulsado nuevas estrategias orientadas a mejorar la eficiencia energética del entorno construido (UNEP, 2022). En este contexto, la integración de tecnologías renovables en el diseño arquitectónico ha cobrado importancia, especialmente mediante el uso de sistemas fotovoltaicos en cubiertas y fachadas que permiten generar electricidad directamente desde el edificio (IRENA, 2023). Al mismo tiempo, el diseño arquitectónico contemporáneo incorpora estrategias pasivas como la orientación adecuada, el control solar, la ventilación natural y el uso eficiente de materiales, que reducen la demanda energética. La combinación de estas estrategias con sistemas fotovoltaicos integrados permite avanzar hacia edificaciones con mayor autonomía energética, donde la arquitectura puede contribuir activamente a modelos de generación distribuida como las comunidades energéticas (Attia, 2022; Koirala et al., 2021).

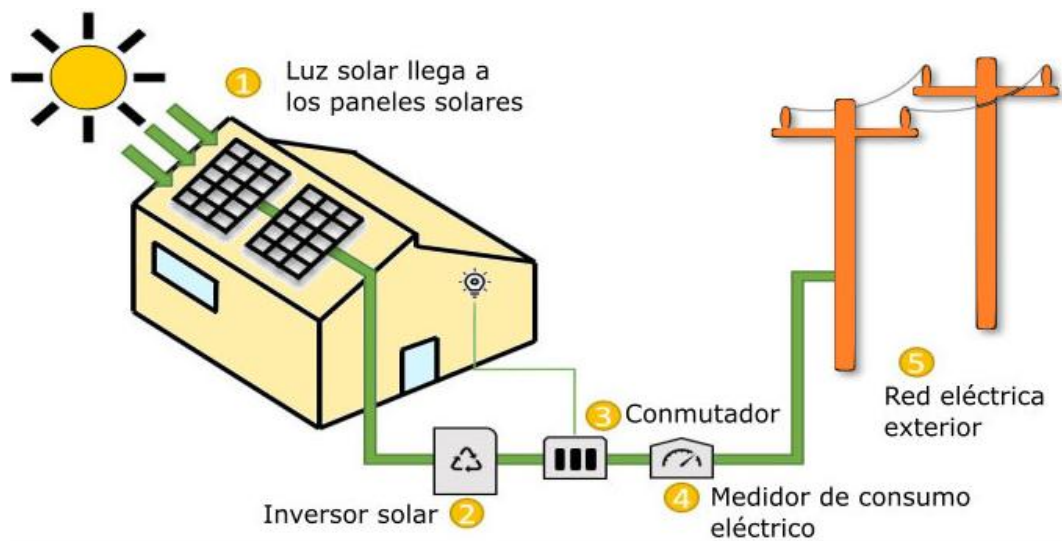


Figura 11: Panel fotovoltaico en vivienda
Fuente: Geología, 2021.

2.3.1 Tipologías de integración fotovoltaica

La integración fotovoltaica en arquitectura permite incorporar sistemas solares directamente en el entorno construido, transformando edificios e infraestructuras en superficies capaces de generar energía. Una de las soluciones más utilizadas corresponde a las cubiertas fotovoltaicas, donde los paneles solares se instalan sobre techos inclinados o planos. Esta tipología se ha difundido ampliamente por su facilidad de implementación en edificaciones nuevas o existentes, su buen rendimiento energético y su baja afectación visual, pudiendo instalarse de forma superpuesta, coplanar o integrada en la propia cubierta (Attia, 2022).

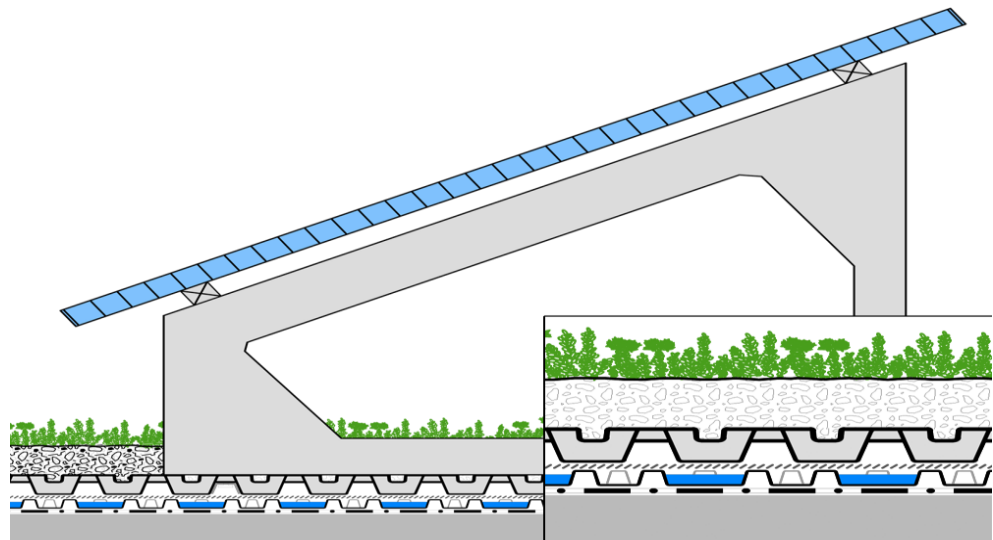


Figura 12: Cubierta verde con paneles fotovoltaicos.
Fuente: Zinco, 2023.

Las fachadas fotovoltaicas integran módulos solares en la envolvente del edificio mediante vidrios solares, paneles semitransparentes o sistemas de muro cortina. Este tipo de solución es frecuente en edificios institucionales y comerciales, donde la fachada forma parte importante del diseño arquitectónico. Su uso permite mejorar la eficiencia energética y resulta especialmente útil en zonas urbanas densas donde la superficie de cubierta es limitada (Prieto, 2021).



Figura 13: Fachada con paneles fotovoltaicos.
Fuente: Eadic (2022)

Otra tipología corresponde a las estructuras urbanas solares , como pérgolas, marquesinas, pasarelas o desfiles adaptados para incorporar paneles fotovoltaicos. Estas infraestructuras permiten generar energía en espacios públicos y semipúblicos, ampliando la producción distribuida en la ciudad. Además de producir electricidad, también aportan sombra, confort térmico y protección climática (García & Pérez, 2021).



Figura 14: Parada de transporte público sostenible
Fuente: Capmarsystems, 2024.

2.4 Contexto territorial y energético de la movilidad urbana en Ecuador y la ciudad de Cuenca

El sistema energético ecuatoriano depende en gran medida de la generación hidroeléctrica, lo que ha permitido mantener bajas emisiones, pero también ha generado vulnerabilidad ante variaciones climáticas, evidenciada en recientes racionamientos eléctricos. En este contexto, el sector transporte representa uno de los mayores consumidores de energía y fuentes de emisiones, ya que gran parte del transporte público aún utiliza combustibles fósiles. En la ciudad de Cuenca, el crecimiento poblacional y el aumento de los desplazamientos han incrementado la presión sobre la movilidad urbana, donde la Línea 100 destaca como uno de los principales corredores que conecta distintos sectores y parroquias con el área urbana consolidada (GAD Cuenca, 2021).

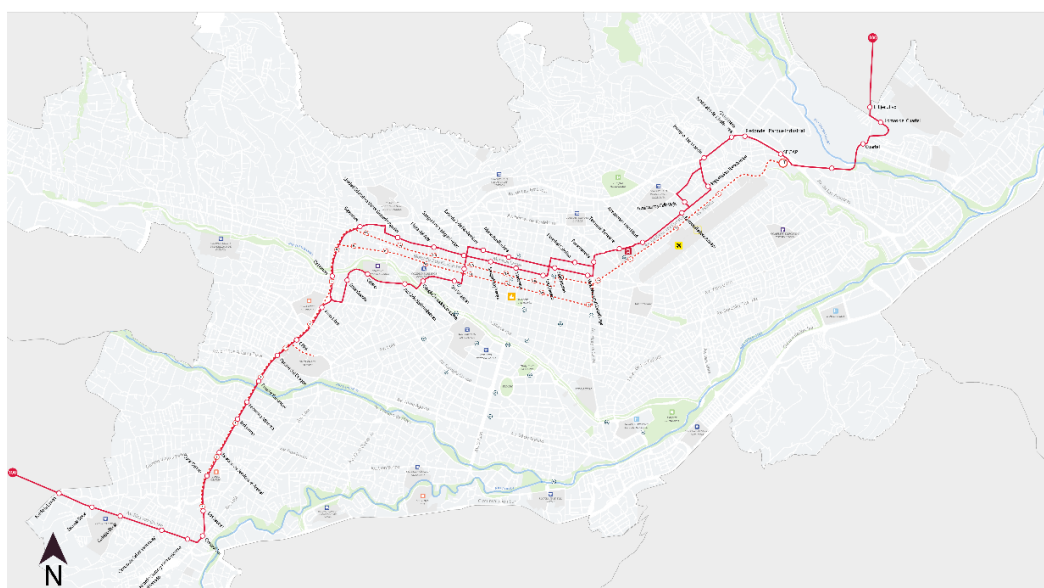


Figura 15: Línea 100, Ricaurte – Baños

Fuente: Dirección General de Gestión de Movilidad, 2025.

Como se observa en la figura, el recorrido de la Línea 100 atraviesa diferentes sectores urbanos de la ciudad, conectando áreas residenciales, equipamientos urbanos y zonas de actividad económica. Esta condición territorial convierte al corredor en un espacio estratégico para analizar la relación entre movilidad urbana y demanda energética del transporte público.

La articulación entre energía solar distribuida y transporte público eléctrico permite explorar modelos en los que la energía generada en el entorno urbano pueda contribuir a cubrir parte de la demanda energética del sistema de movilidad. Esta integración representa una oportunidad para reducir emisiones asociadas al transporte, disminuir la dependencia de combustibles fósiles y fortalecer la resiliencia energética del territorio urbano.

2.5 Marco normativo para la integración de energías renovables y movilidad sostenible

La integración de sistemas fotovoltaicos en las ciudades y su relación con el transporte público se apoya en un marco normativo influenciado por acuerdos internacionales orientados a enfrentar el cambio climático. Organismos como la ONU, la IEA y la IRENA han promovido políticas vinculadas a la descarbonización, la electrificación del transporte y el uso de energías renovables, en concordancia con el Acuerdo de París y la Agenda 2030, especialmente a través de los ODS 7, 11 y 13. En Ecuador, estas directrices han dado lugar al desarrollo de regulaciones que establecieron criterios técnicos para la instalación de sistemas fotovoltaicos y su integración en edificaciones e infraestructuras urbanas. (ONU-Hábitat, 2022; AIE, 2023).

2.5.1 Normativa ecuatoriana

El marco normativo ecuatoriano constituye la base técnica que regula el diseño, instalación y operación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica. Su aplicación es obligatoria para proyectos de generación distribuida, independientemente de su escala, y tiene como objetivo garantizar la seguridad de las instalaciones, la calidad de los equipos y la estabilidad del sistema eléctrico nacional. De acuerdo con ARCONEL (2018) y el Ministerio de Energía y Minas (2023), el cumplimiento de estas normativas reduce los riesgos operativos, mejora la eficiencia de los sistemas y asegura su correcta integración con infraestructuras públicas y privadas.

- **Regulación ARCONEL 003/18 – Micro generación distribuida para autoabastecimiento**

Esta regulación establece las condiciones técnicas para la instalación de sistemas de generación eléctrica a pequeña escala, como los sistemas fotovoltaicos conectados a la red. Definir criterios de conexión, medición de energía y compensación por excedentes, garantizando la operación segura de las instalaciones. En esta investigación, constituye el principal marco normativo que permite la integración de energía solar en viviendas, equipamientos urbanos e infraestructuras vinculadas al transporte público.

- **Normas INEN 2266 e INEN 2537 (calidad y certificación de equipos fotovoltaicos)**

Estas normas regulan la certificación de módulos solares e inversores, asegurando que los equipos cumplan estándares de desempeño y resistencia. Su aplicación es fundamental en Ecuador debido a las condiciones climáticas variables, garantizando la confiabilidad y el

correcto funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos a largo plazo (INEN, 2023).

- **Reglamento ARCONEL 003/18 (medición neta y generación distribuida)**

Este reglamento regula la conexión de sistemas fotovoltaicos a la red mediante medición neta, permitiendo a los usuarios inyectar excedentes de energía y recibir créditos en su facturación eléctrica. Promueve el autoconsumo y constituye un antecedente importante para el desarrollo de comunidades energéticas en contextos urbanos (ARCONEL, 2018).

2.5.2 Normativa local (Cuenca)

A nivel local, el marco normativo establece las condiciones territoriales y arquitectónicas para la integración de sistemas fotovoltaicos en el cantón Cuenca. Estas normas buscan que la incorporación de energías renovables sea compatible con la planificación urbana y la preservación de los valores patrimoniales y ambientales de la ciudad (GAD Municipal de Cuenca, 2021).

- **Plan de Uso y Gestión del Suelo – PUGS Cuenca (2021)**

El PUGS establece parámetros de ocupación del suelo, alturas y densidades, incorporando criterios de sostenibilidad y diseño bioclimático. Este instrumento reconoce la integración de energías renovables en la infraestructura urbana, permitiendo la instalación de sistemas fotovoltaicos en cubiertas de viviendas y equipamientos, respetando las condiciones urbanísticas y patrimoniales.

- **Ordenanza Municipal de Movilidad Sostenible (2022)**

Esta ordenanza promueve la reducción de emisiones, el fortalecimiento del transporte público y la incorporación de tecnologías más eficientes en la movilidad urbana. Aunque no plantea directamente la electrificación de autobuses, establece un marco que favorece la modernización del transporte y la integración de energías renovables en infraestructuras como estaciones, paraderos o centros de carga.

- **Criterios técnicos y normativos para la integración eléctrica del sistema fotovoltaico y la infraestructura de carga**

La integración de sistemas fotovoltaicos con infraestructura de carga para autobuses eléctricos debe cumplir criterios técnicos que garantizan la seguridad y estabilidad del sistema eléctrico. Normas internacionales como IEC 61851 regulan los sistemas de carga conductiva

para vehículos eléctricos, mientras que IEC 61727 establece las condiciones para la conexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica (International Electrotechnical Commission, 2017; International Electrotechnical Commission, 2004). En Ecuador, estos lineamientos se complementan con la Regulación ARCONEL 003/18 , que define las condiciones para la conexión de sistemas fotovoltaicos a la red pública y la inyección de excedentes mediante medición bidireccional (ARCONEL, 2018). Esto permite integrar generación solar y movilidad eléctrica bajo parámetros técnicos seguros.

2.6 Estrategias arquitectónicas y urbanas para la integración de comunidades energéticas fotovoltaicas

La integración de comunidades energéticas fotovoltaicas en las ciudades requiere estrategias que relacionen la arquitectura, la planificación urbana y los sistemas de generación renovable. Este enfoque busca que el entorno urbano no sea solo un espacio de consumo, sino también un lugar capaz de producir parte de la energía que utiliza. En este sentido, los edificios pueden aprovechar sus cubiertas, fachadas o elementos de sombra para incorporar sistemas fotovoltaicos, convirtiéndose en puntos de generación dentro del tejido urbano. A escala urbana, estas soluciones también pueden extenderse a infraestructuras del espacio público, como marquesinas o estaciones de transporte, ampliando las superficies disponibles para la captación solar. Al mismo tiempo, los modelos de generación distribuida y autoconsumo colectivo permiten que la energía produzca localmente sea compartida entre distintos usuarios, fortaleciendo la resiliencia energética de las ciudades y promoviendo una mayor participación de la comunidad en la gestión de los recursos energéticos (Attia, 2022; Koirala et al., 2021; IRENA, 2023).

2.7 Casos de estudio

El caso de estudio internacional se selecciona a partir de su similitud funcional y energética con la propuesta desarrollada para la Línea 100 en la ciudad de Cuenca. Se priorizó un modelo que integra autobuses eléctricos, uso de energía solar fotovoltaica descentralizada como fuente principal de abastecimiento en las viviendas y 2 centros de carga en cada parroquia.

2.7.1 Metodología aplicada a la selección del caso de estudio

La ciudad de Shenzhen constituye uno de los referentes más relevantes a nivel mundial en la electrificación del transporte público. Desde el año 2017, Shenzhen opera la totalidad de su flota de autobuses urbanos mediante vehículos eléctricos, apoyándose en una red de centros de carga distribuida estratégicamente en el territorio urbano.



Figura 16: Esquema metodológico de selección y análisis del caso de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

La estructura del sistema se fundamenta en depósitos operativos que tienen la particularidad de que los autobuses son estacionados y recargados, especialmente durante la noche. Estos centros de carga concentran la infraestructura técnica necesaria para la operación de la flota, que incluye estaciones de carga, sistemas de gestión energética y conexión a la red eléctrica urbana. En paralelo a este sistema, la mayoría de los depósitos incluyen instalaciones fotovoltaicas en cubierta para aportar energía renovable a la recarga y así disminuir la demanda de energía de origen convencional.

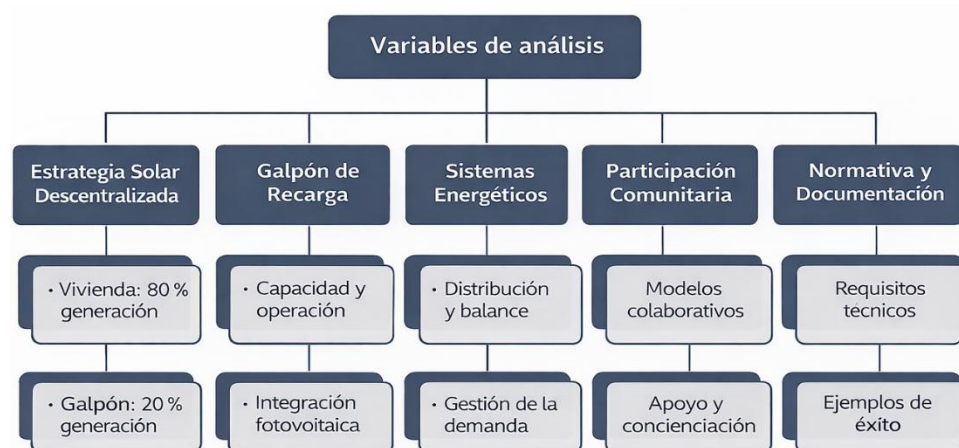


Figura 17: Variables aplicadas para el análisis del modelo de energía descentralizada.
Fuente: Elaboración propia.

2.7.2 Análisis del caso de estudio Estación de Autobuses de Tilburg.

La estación de autobuses de Tilburg, ubicada en la provincia de Brabante Septentrional en los Países Bajos, se desarrolla en una ciudad de aproximadamente 220.000 habitantes que ha impulsado políticas orientadas a la electrificación del transporte público y la reducción de emisiones urbanas. El proyecto diseñado por el estudio Cepezed destaca por incorporar una cubierta fotovoltaica de gran escala que genera energía renovable para apoyar el funcionamiento de autobuses eléctricos. Esta intervención integra infraestructura de transporte, arquitectura y

producción energética en un mismo espacio, utilizando la cubierta como elemento activo de generación eléctrica. La estación se convierte en un ejemplo relevante de cómo los equipamientos de movilidad pueden incorporar energías renovables y contribuir a sistemas de transporte urbano más sostenibles (Hall, 2013; Geels et al., 2016; Cepezed, 2016; Van Timmeren, 2015).



Figura 18: Localización de Tilburg, Países Bajos.
Fuente: Metalocus (2022).

La estación de autobuses se localiza junto a la estación de tren de Tilburg, formando parte de un sistema de transporte público intermodal. Su implantación responde a la necesidad de reorganizar las paradas existentes y mejorar tanto la circulación de los autobuses como las condiciones de espera de los usuarios, brindando protección frente a las condiciones climáticas. A nivel funcional, el proyecto organiza las plataformas de embarque mediante un recorrido continuo que facilita el tránsito peatonal sin interferir con la operación de los autobuses, permitiendo que el equipamiento se perciba como un espacio público cubierto y de fácil comprensión para los usuarios.

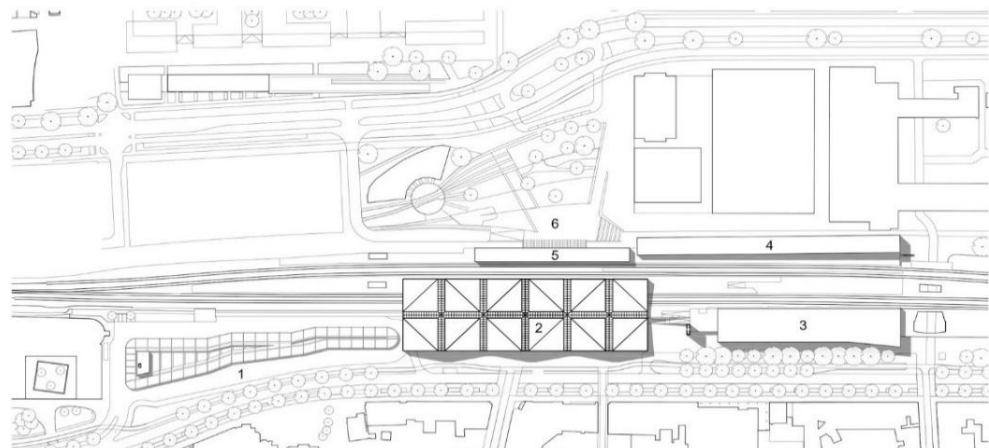


Figura 19: Emplazamiento estación de autobuses eléctricos.
Fuente: Metalocus, 2022.

El proyecto se caracteriza por una gran cubierta continua sostenida por columnas metálicas esbeltas, que unifica las distintas plataformas de autobuses y define la imagen arquitectónica de la estación. Su diseño abierto, sin cerramientos verticales, permite una mayor integración con el entorno urbano y facilita la circulación de los usuarios. Además, la cubierta cumple una función ambiental al generar sombra sobre las plataformas y reducir la radiación solar directa, mientras que el sistema de iluminación utiliza sensores de movimiento para optimizar el consumo energético. De esta manera, la estación no solo resuelve las necesidades del transporte, sino que también incorpora criterios de eficiencia energética dentro de su diseño arquitectónico.

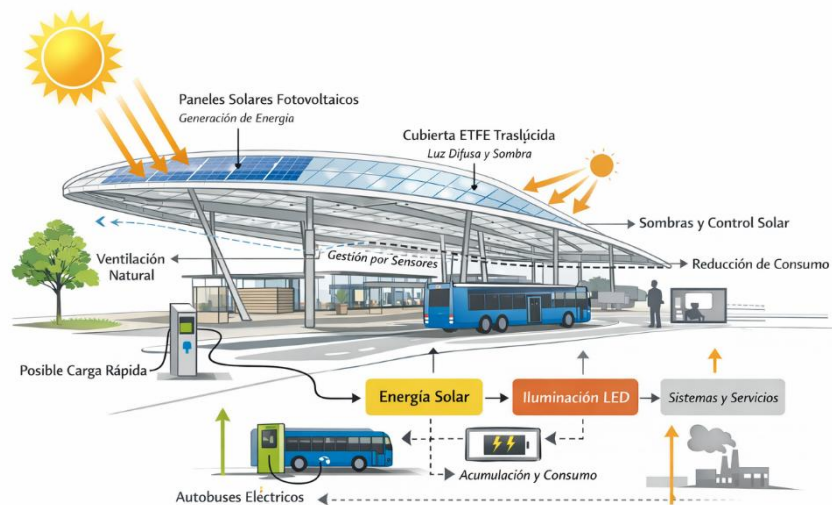


Figura 20: Esquema de funcionamiento energético de la estación de autobuses.
Fuente: Elaboración propia a partir de Metalocus (2022).

2.8 Matriz de análisis del caso de estudio arquitectónico

Caso de estudio: Estación de Autobuses Autosuficiente de Tilburg		
Datos generales	Nombre del proyecto	Estación de Autobuses Autosuficiente de Tilburg
	Ubicación	Tilburg, Países Bajos
	Arquitectos	Cepezed
	Año de ejecución	2018 – 2019
	Tipo de infraestructura	Estación de autobuses urbanos
	Escala	Urbana / Intermodal
Contexto urbano	Relación con el entorno	Inserta en nodo intermodal junto a estación ferroviaria
	Rol urbano	Equipamiento público de transporte

Configuración arquitectónica	Geometría	Planta triangular alargada
	Relación interior–exterior	Espacio abierto cubierto, sin cerramientos
Sistema constructivo	Estructura	Estructura metálica ligera
	Cubierta	Cubierta continua “flotante”
Estrategia energética	Tipo de generación	Energía solar fotovoltaica
	Ubicación de paneles	Integrados en la cubierta
Movilidad eléctrica	Tipo de flota	Autobuses urbanos
	Capacidad por autobús	70 – 90 pasajeros
	Recorrido promedio por bus	150 – 250 km diarios
	Potencia de carga	~150–300 kW
	Tiempo de carga	~2–4 horas
Participación urbana	Integración comunitaria	Uso público, sin participación residencial directa

Tabla 2: Matriz caso de estudio
Fuente: Elaboración propia.

2.9 Análisis del caso de estudio. Comunidad energética urbana vinculada a la movilidad eléctrica en Utrecht, Países Bajos.

La ciudad de Utrecht, en los Países Bajos, cuenta con aproximadamente 360.000 habitantes y se caracteriza por una planificación urbana que prioriza el transporte público, la movilidad ciclista y la sostenibilidad. En los últimos años ha impulsado estrategias de transición energética que integran energías renovables, sistemas fotovoltaicos en edificios y movilidad eléctrica, promoviendo modelos de comunidades energéticas vinculadas al funcionamiento del sistema urbano (Gemeente Utrecht, 2020; European Commission, 2021).



Figura 21: Localización urbana de la ciudad de Utrecht, Países Bajos.
Fuente: Ayuntamiento de Utrecht (2020)

El modelo energético implementado en Utrecht se basa en la generación distribuida de energía renovable, principalmente mediante sistemas fotovoltaicos instalados en cubiertas de viviendas y edificios públicos. A diferencia de los sistemas centralizados tradicionales, este enfoque promueve la producción local y la gestión energética a escala barrial, permitiendo que los usuarios participen activamente como prosumidores, es decir, productores y consumidores de energía al mismo tiempo. Además, el municipio impulsa esquemas de gobernanza participativa, donde la ciudadanía interviene en las decisiones relacionadas con la planificación energética, integrando la infraestructura energética al sistema urbano y fortaleciendo la resiliencia y la aceptación social de estos modelos comunitarios (Energy Cities, 2019).



Figura 23: Autobus eléctricos del sistema de transporte público de Utrecht.
Fuente: Gemeente Utrecht (2021).

El caso muestra cómo las cubiertas de viviendas y equipamientos pueden integrarse a la infraestructura energética urbana mediante sistemas fotovoltaicos. De esta manera, las cubiertas pasan de ser solo elementos de protección a convertirse en superficies capaces de generar energía. Esta estrategia permite incorporar producción energética dentro del tejido urbano y fortalecer modelos de generación distribuida (IRIS Smart Cities, 2021).



Figura 24: Viviendas con sistemas fotovoltaicos integrados en cubiertas residenciales en Utrecht.
Fuente: Municipality of Utrecht (2020)

2.10 Matriz de análisis del caso de estudio arquitectónico

CASO DE ESTUDIO DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS DE UTRECHT	
Aspecto clave	Utrecht
Escala de actuación	Escala urbana–barrial
Modelo energético	Generación distribuida de energía
Fuente energética principal	Energía solar fotovoltaica
Soporte de generación	Cubiertas de viviendas y edificios públicos
Integración urbana	Inserción en tejido urbano existente
Gestión energética	Microrred a escala barrial
Participación social	Ciudadanos como prosumidores
Distribución de energía	Producción local y consumo cercano
Relación con movilidad	Vinculación con transporte público eléctrico
Infraestructura clave	Equipamientos públicos como nodos energéticos
Flexibilidad del sistema	Modelo escalable y adaptable
Impacto ambiental	Reducción de emisiones y dependencia fósil

Tabla 3: Matriz sintética de la comunidad energética urbana en Utrecht

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS URBANO ARQUITECTÓNICO

El presente capítulo desarrolla el análisis urbano–arquitectónico del área de estudio, con el propósito de identificar las condiciones territoriales, espaciales y energéticas que influyen en la posible implementación de una comunidad energética fotovoltaica asociada al sistema de transporte público de la ciudad de Cuenca. El análisis se enfoca en los centros parroquiales de Baños y Ricaurte, sectores que corresponden a los puntos de inicio y finalización del recorrido de la Línea 100, configurándose como nodos estratégicos dentro de la red de movilidad urbana.

El análisis, desde esta interrelación arquitectónica y urbana, no se limita a la descripción de un territorio físico, sino que también revisa la relación entre la morfología urbana, las tipologías edificatorias, la infraestructura existente y el potencial solar de las cubiertas, a partir de la cual se puede articular una lectura global del lugar que justifique posteriormente las decisiones proyectuales y técnicas que se desarrollan en los resultados finales.

3.1 Análisis arquitectónico de los centros de carga

El análisis arquitectónico del área de intervención se desarrolla a partir de la delimitación territorial y metodológica definida en los apartados anteriores, considerando tanto los sectores residenciales seleccionados para la generación fotovoltaica como la ubicación de los centros de carga en las parroquias de Ricaurte y Baños. Este análisis se enfoca en comprender las características físicas, espaciales y tipológicas del entorno construido, con el fin de evaluar su compatibilidad con la integración de sistemas fotovoltaicos.

3.1.1 Ubicación y delimitación del área de intervención

La localización de los centros de carga se definió a partir de criterios urbanos y operativos como la proximidad al recorrido de la Línea 100, la accesibilidad vehicular, la disponibilidad de superficie y la presencia de servicios básicos. Con base en estos criterios se permitió identificar predios en los centros parroquiales de Baños y Ricaurte que presentan condiciones adecuadas para la implantación de la infraestructura de carga dentro del sistema de movilidad eléctrica propuesto.

- Información del terreno de Baños

Propietario:	SAMANIEGO DURAN RICARDO GILBERTO
Cédula:	0100443852
Ubicación:	SIN NOMBRE
Clave catastral:	510104011017000

Área de terreno:	9759.78 m2
Área de construcción:	0.00 m2
Frente:	237.30 m
Uso actual:	Lote abandonado

Tabla 4: Información catastral del terreno – Baños

Fuente: Catastro Municipal de Cuenca, 2025.

- Información del terreno de Ricaurte

Propietario:	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
Cédula:	0190032981001
Ubicación:	SIN NOMBRE
Clave catastral:	510104011017000
Área de terreno:	199940.3 m2
Área de construcción:	888.0 m2
Frente:	1549.96 m
Uso actual:	Lote

Tabla 5: Información catastral del terreno – Ricaurte

Fuente: Catastro Municipal de Cuenca, 2025.

a. Macro localización

La zona de estudio se encuentra en la parroquia de Cuenca, provincia del Azuay, en el sur del Ecuador. La parroquia de Cuenca es uno de los principales núcleos urbanos del Ecuador, y su morfología urbana presenta una forma de red de transporte público jerarquizada, la cual facilita el acceso a los predios y la morfología urbana. Teniendo además un clima propicio para el aprovechamiento de la energía solar.

Las propiedades están además interrelacionadas mediante una red de vías jerarquizada: principales, colectores y locales. En la parroquia de Baños se hacen las conexiones principales mediante la avenida Ricardo Durán; mientras que en la parroquia de Ricaurte se teje mediante la avenida Miguel Uzhca, dos ejes viarios, que permiten la interconexión con el resto de la red urbana y con el sistema de transporte público.

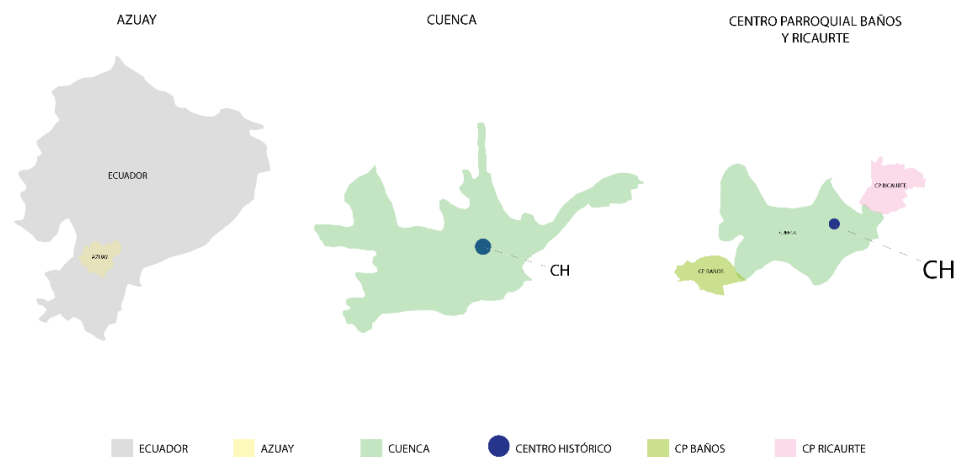


Figura 25: Localización de zona de estudio

Fuente: Elaboración propia.

b. Micro localización

En el centro parroquial de Baños, el predio colinda al norte con la calle 24 de diciembre, al oeste con la calle de La Merced y al sur con la avenida Ricardo Durán. Estas vías configuran el entorno inmediato del predio, a la vez que aseguran una adecuada accesibilidad en el predio.

El predio en el centro parroquial de Ricaurte colinda al norte con la vía Ricaurte- El Guabo, al oeste con la avenida Miguel Uzhca y al sur con la vía a Bibín, circunstancias viales que definen el acceso y la relación del predio con el tejido urbano vecino.



Figura 26: Mapa de ubicación del sitio - Baños
Fuente: Elaboración propia.

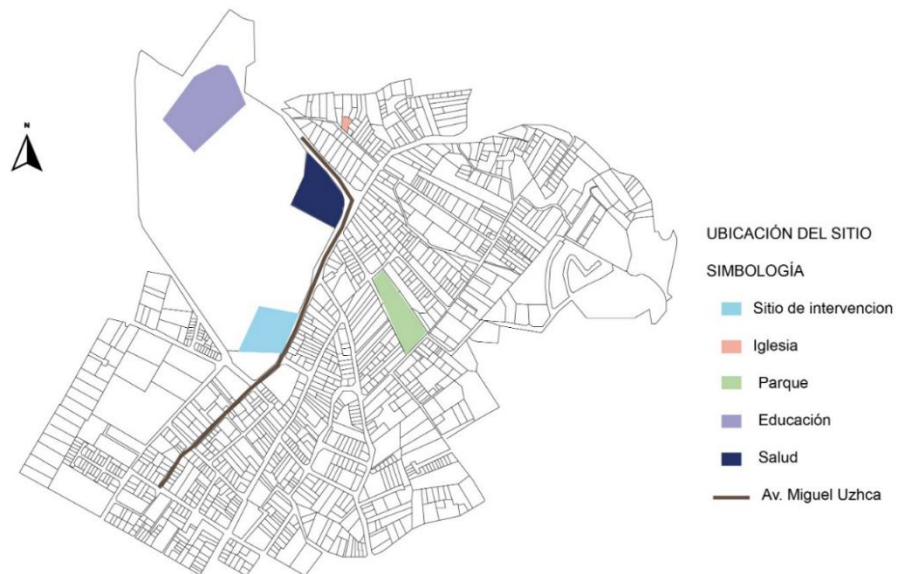


Figura 27: Mapa de ubicación del sitio - Baños
Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 Condiciones Biofísicas

a. Soleamiento

El análisis de soleamiento evalúa la radiación solar disponible y su incidencia en el funcionamiento del sistema fotovoltaico propuesto, ya que de este recurso depende la capacidad de generación eléctrica. En el caso de Cuenca, los registros indican valores promedio entre 4,0 y 4,5 kWh/m²/día, lo que evidencia condiciones favorables para la producción fotovoltaica. Debido a la ubicación del Ecuador cerca de la línea ecuatorial, la variación estacional de la radiación solar es relativamente baja, permitiendo una generación energética estable a lo largo del año. En este contexto, la orientación e inclinación de las cubiertas adquieren un papel importante para optimizar el aprovechamiento solar y mejorar el rendimiento del sistema (PVGIS, 2023).

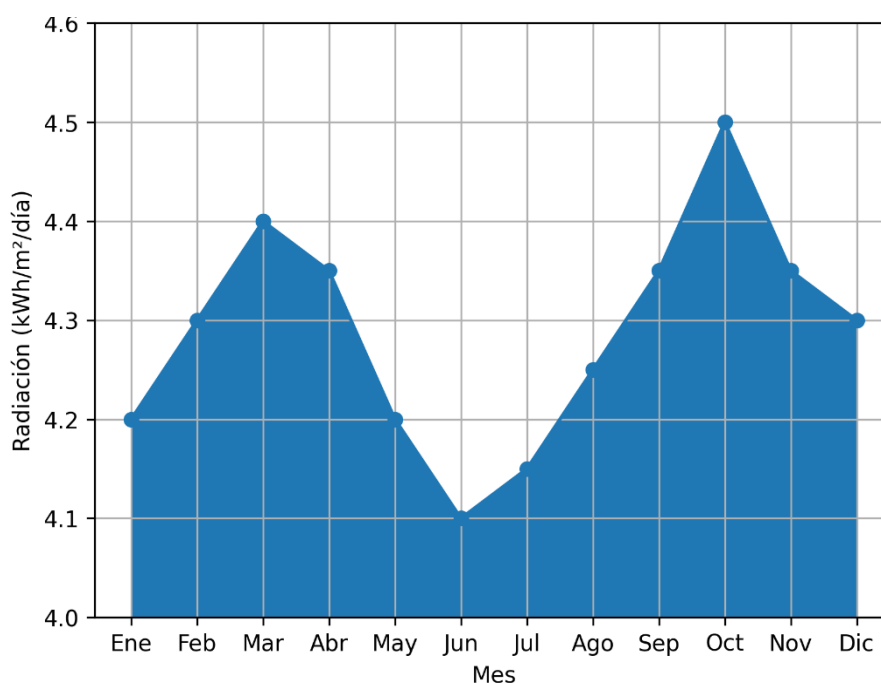


Figura 28: Potencial de la energía solar en Cuenca.
Fuente: GlobalSolarAtlas, 2022.

b. Temperatura

Las parroquias de Baños y Ricaurte, ubicadas en el cantón Cuenca, presentan condiciones térmicas propias del clima andino ecuatorial, caracterizadas por temperaturas moderadas y relativamente estables durante el año. La temperatura media anual oscila aproximadamente entre 12 °C y 18 °C, con variaciones influenciadas por factores como la altitud y la exposición solar (INAMHI, 2015). Durante el día las temperaturas pueden alcanzar cerca de 20 °C, mientras que en horas nocturnas descienden,

manteniendo un comportamiento térmico moderado. Estas condiciones resultan favorables para el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos, ya que las temperaturas moderadas contribuyen a mejorar el rendimiento de los paneles solares y reducen las pérdidas de eficiencia asociadas al sobrecalentamiento de los módulos (IRENA, 2022; PVGIS, 2023).

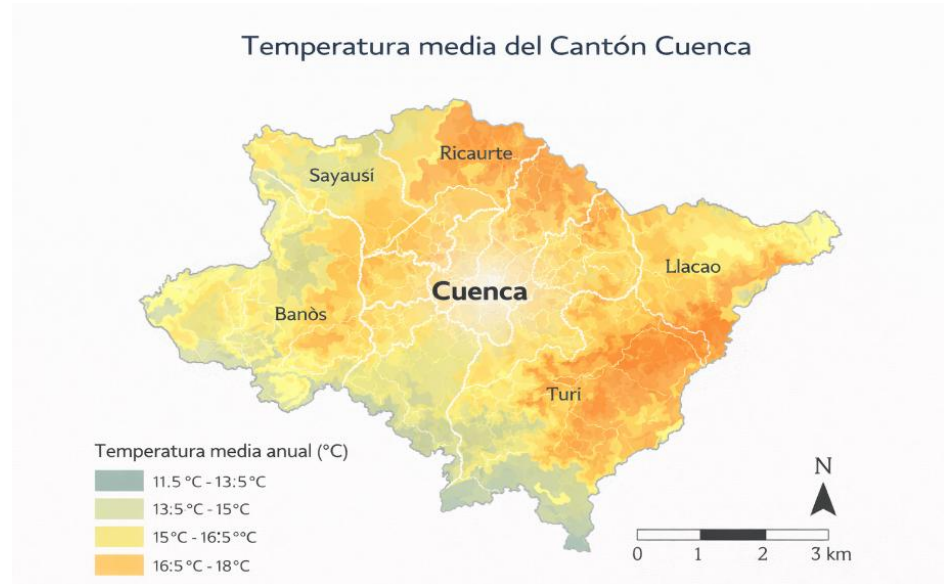


Figura 29: Temperatura media de la ciudad de Cuenca.
Fuente: INAMHI, 2015.

c. Precipitaciones

Las parroquias de Baños y Ricaurte presentan un régimen de precipitaciones característico del clima ecuatorial andino, con lluvias distribuidas a lo largo del año y variaciones moderadas entre estaciones. La precipitación anual en el cantón Cuenca oscila aproximadamente entre 700 mm y 1.200 mm, registrándose mayores niveles entre los meses de marzo a mayo y de octubre a noviembre (INAMHI, 2015). Aunque durante el periodo de junio a septiembre las condiciones son relativamente más secas y favorables para el aprovechamiento solar, las lluvias presentes en otros meses no representan una limitación significativa para la implementación de sistemas fotovoltaicos, ya que estos pueden operar bajo condiciones de nubosidad y humedad moderada. Además, la lluvia puede contribuir a la limpieza natural de los módulos fotovoltaicos al reducir la acumulación de polvo y partículas sobre su superficie, lo que favorece el mantenimiento de su eficiencia energética (Jordan & Kurtz, 2021).

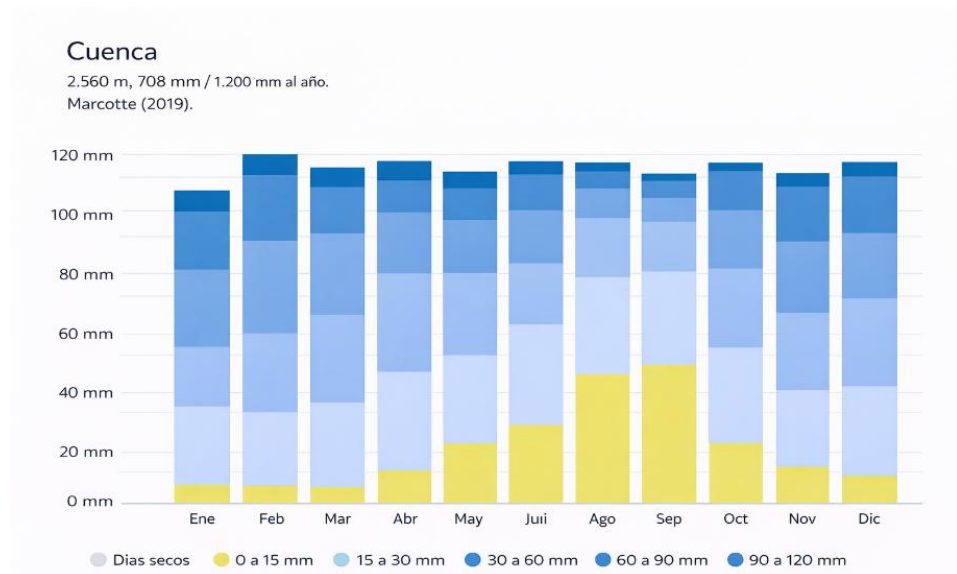


Figura 30: Precipitación promedio en Cuenca.
Fuente: INAMHI, 2015.

3.1.2 Componente Urbano

El estudio urbano está centrado en el análisis de las tipologías residenciales presentes, la morfología urbana y la composición geométrica de las cubiertas de las viviendas. En el ámbito del estudio predominan las residencias unifamiliares de baja a media altura con cubiertas inclinadas, la cual es una condición óptima para la instalación de sistemas de paneles solares.

También son objetos de análisis la relación que existe entre los llenos y los vacíos, la continuidad de las residencias, la escala de las edificaciones e infraestructuras significativas, los cuales son criterios que permiten valorar la compatibilidad del sistema fotovoltaico propuesto con respecto a la imagen urbana y su integración paulatina.



Figura 31: Tipologías residenciales predominantes en el área de estudio
Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento urbano y Google Street View, 2025



Figura 32: Tipologías de cubiertas predominantes
Fuente: Elaboración propia.

a. Red vial

El análisis de la red vial se inicia desde la escala urbana, considerando la relación del centro parroquial con la ciudad de Cuenca y, en particular, con el Centro Histórico, principal núcleo de actividades administrativas, comerciales y de servicios del cantón. Los centros parroquiales de Baños y Ricaurte se integran al sistema vial urbano mediante corredores jerarquizados que permiten desplazamientos continuos entre la periferia parroquial y el núcleo urbano consolidado, garantizando una conexión funcional con el área central de la ciudad. Esta conectividad define a los centros parroquiales como nodos intermedios dentro del sistema de movilidad cantonal y resulta determinante para el funcionamiento de equipamientos vinculados al transporte público. El análisis se aproxima progresivamente a la escala local, permitiendo posteriormente evaluar las condiciones de accesibilidad y jerarquía vial del predio seleccionado para la implantación del centro de carga.

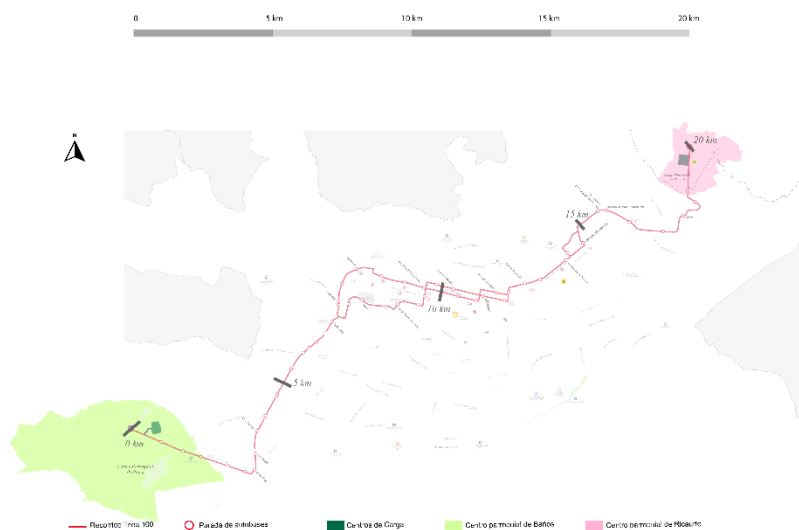


Figura 33: Conexión de Centros parroquiales con el Centro Histórico de Cuenca.
Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la red vial se profundiza en la escala del predio destinado a la implantación del centro de carga para autobuses eléctricos en los centros parroquiales de Baños y Ricaurte.

En el caso de Baños, el terreno seleccionado presenta una condición favorable de conectividad al encontrarse delimitado por vías de distinta jerarquía que facilitan su accesibilidad dentro del sistema vial parroquial.

- Al norte se ubica la calle 24 de diciembre, clasificada como vía local destinada principalmente a la conexión residencial.
- Al oeste se encuentra la calle La Merced, también considerada una vía local de circulación interna
- Al sur se localiza la avenida Ricardo Durán, catalogada como vía colectora y principal eje estructurante del sector, que concentra el mayor flujo vehicular y conecta el centro parroquial con otros sectores de la parroquia.

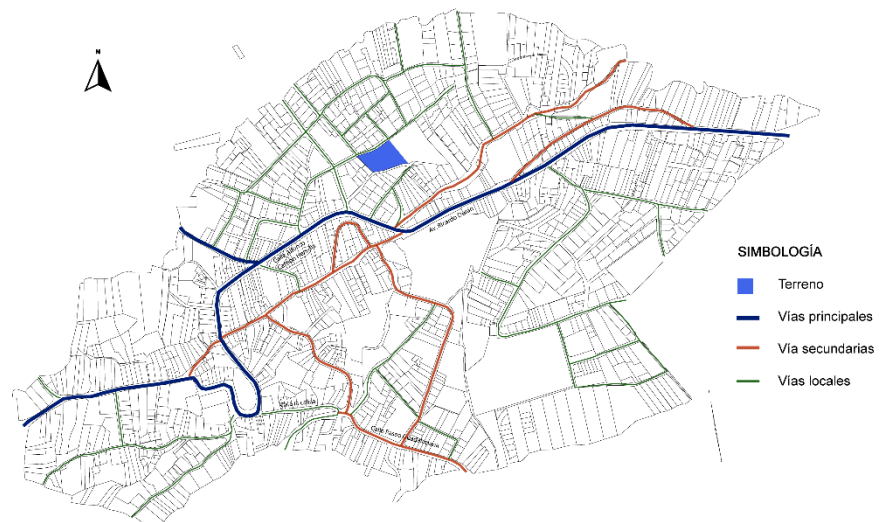


Figura 34: Jerarquía vial – Centro Parroquia de Baños
Fuente: Elaboración propia.

En el centro parroquial de Ricaurte, el predio propuesto para la implantación del centro de carga también se inserta dentro de una red vial jerarquizada que garantiza una adecuada accesibilidad.

- Al norte se ubica la vía Ricaurte–El Guabo, que canaliza el tránsito proveniente de distintos sectores parroquiales.
- Al oeste se encuentra la avenida Miguel Uzhca, clasificada como vía arterial y eje estructurante de la parroquia con alta capacidad vehicular.
- Al sur se localiza la vía a Bibín, considerada una vía local destinada principalmente al acceso directo a los predios del sector. La presencia de vías colectoras y arteriales en el entorno inmediato de ambos terrenos refuerza su condición estratégica dentro del sistema vial parroquial y favorece su utilización como equipamiento asociado al sistema de transporte público.

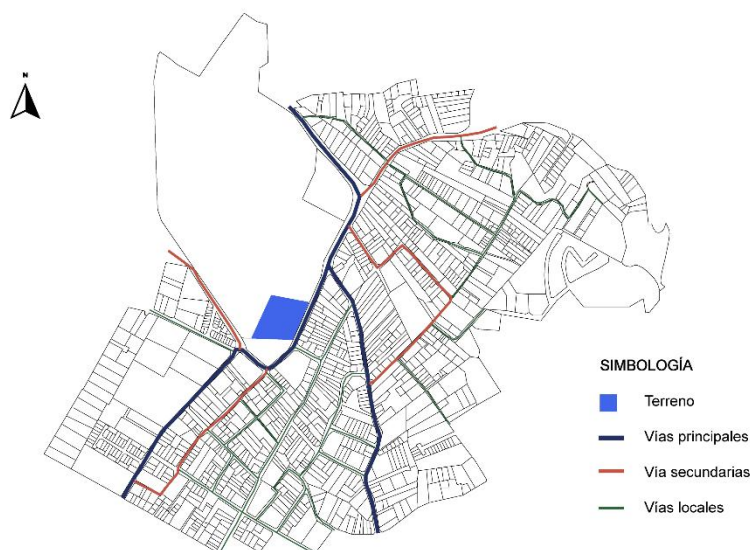


Figura 35: Jerarquía vial – Centro Parroquial de Ricaurte.
Fuente: Elaboración propia.

3.2 Metodología para selección de viviendas y centros de carga

Las viviendas generadoras y la localización de los centros de carga se desarrollaron mediante un proceso metodológico secuencial, orientado a garantizar coherencia territorial, viabilidad técnica y compatibilidad urbana. No se buscaba comparar alternativas de terreno, sino comprobar y validar los núcleos que estuvieran ya definidos dentro del sistema de movilidad de la Línea 100.

En la primera etapa, se procede a realizar un primer análisis cartográfico con las herramientas de información geográfica, empezando por la determinación de sectores residenciales con mayor concentración de viviendas que respondan a los requisitos técnicos establecidos para la instalación de sistemas fotovoltaicos. Esto fue seguido por la evidencia de la proximidad funcional de los centros de carga para estructurar una red descentralizada de generación.

En la segunda etapa del análisis, éste se completó con una revisión visual y la verificación en campo del análisis realizado, comprobando así las condiciones reales de las cubiertas, su accesibilidad, orientación y ausencia de obstrucciones importantes. Este procedimiento permitió depurar los espacios inicialmente seleccionados y solidificar los sectores que forman parte de la comunidad energética fotovoltaica en cada parroquia.

La metodología aplicada prioriza una lectura territorial integral, donde la selección de viviendas y la localización de los centros de carga responden a criterios urbanos y energéticos articulados, evitando una aproximación aislada o fragmentada del sistema.



Figura 36: Metodología aplicable para análisis de sitio.
Fuente: Elaboración propia.

3.3 Análisis de las viviendas generadoras de energía fotovoltaica

3.3.1 Criterios de selección de viviendas

Las viviendas que integran la comunidad energética fotovoltaica se seleccionan a partir de criterios arquitectónicos y energéticos orientados a garantizar la viabilidad técnica del sistema dentro del tejido residencial de los centros parroquiales de Baños y Ricaurte. Uno de los criterios principales es la disponibilidad de una superficie continua de cubierta que permita la instalación de módulos fotovoltaicos sin interferencias estructurales o funcionales. Para cada vivienda se plantea la instalación de cuatro paneles solares fotovoltaicos de aproximadamente 450 Wp, con una superficie cercana a 2,1 m² por módulo. En conjunto, los paneles requieren entre 8,5 y 9,0 m² de superficie útil, a lo que se añade un margen adicional para anclajes, separación entre módulos y circulación técnica, estimándose una superficie mínima aproximada de entre 10 y 12 m² de cubierta disponible. Este criterio permite seleccionar viviendas cuyas cubiertas presentan condiciones adecuadas de continuidad, orientación y accesibilidad para la integración del sistema fotovoltaico (National Renewable Energy Laboratory, 2021).

Las viviendas construidas a partir del año 2000, debido a la adopción de normativas constructivas más recientes y al uso generalizado de sistemas

estructurales de hormigón armado, que ofrecen mejores condiciones de compatibilidad y capacidad portante para sistemas fotovoltaicos. En cuanto al sistema constructivo, las edificaciones seleccionadas presentan estructuras de hormigón armado con muros de bloque de hormigón y cubiertas capaces de absorber cargas adicionales del orden de 15 a 20 kg/m², incluyendo paneles y sistemas de soporte, lo que reduce la necesidad de refuerzos estructurales, de acuerdo con manuales técnicos especializados (Fraunhofer ISE, 2020).

Se prioriza la tipología de cubierta a dos aguas, predominante en el área de estudio, por sus ventajas técnicas en orientación solar, pendiente y mantenimiento. La limitación a cuatro paneles por vivienda responde a un criterio de generación distribuida controlada, que asegura un rendimiento estable, seguridad constructiva y replicabilidad del modelo en otros sectores urbanos del cantón Cuenca (Agencia Internacional de Energía, 2022).

CRITERIOS TÉCNICOS DE SELECCIÓN DE VIVIENDAS PARA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

criterio	Parámetro Técnico	Descripción	Justificación
Tipo de vivienda	Familiar	Uso residencial familiar.	Facilita la integración individual del sistema fotovoltaico.
Tipología de cubierta	Inclinada	Cubiertas inclinadas predominantes.	Favorece la inclinación óptima para mayor rendimiento solar (Duffie & Beckman, 2013).
Superficie útil de cubierta	≥ 25 m ²	Área disponible en cubierta.	Garantiza espacio para cuatro paneles solares.
Estado constructivo	Bueno / Regular	Condición estructural adecuada.	Asegurar una instalación segura.
Año de Construcción	2000 en adelante	Vida útil	Capacidad portante y conservación de la estructura

Tabla 6: Criterios técnicos de selección de viviendas generadoras
Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Localización de las viviendas generadoras en los centros parroquiales de Baños y Ricaurte

Los centros parroquiales de Baños y Ricaurte se reconocen en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) y el Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS) del cantón Cuenca como áreas urbanas consolidadas y de crecimiento residencial prioritario, caracterizadas por una trama habitacional continua y la presencia de infraestructura y equipamientos básicos. Bajo los parámetros de la información generada por el Censo de Población y Vivienda 2023, la cantidad de pobladores que se ubican en la parroquia Baños tendrá unos 21.797 habitantes y la parroquia Ricaurte aproximadamente unos 26.500 habitantes, con una buena parte de la población allí asentada en sus centros parroquiales (INEC, 2022).

El centro parroquial Baños tiene una superficie de 133.01 Ha mientras el centro parroquial Ricaurte tiene unos 56.63 Ha de superficie, integrantes de la delimitación del suelo urbano definida por los instrumentos de planificación cantonal. Estas áreas concentran un número relevante de predios urbanos de uso predominantemente residencial, estimados en varios miles de unidades en cada centro parroquial, con tipologías edificatorias de baja y media densidad que favorecen la disponibilidad de cubiertas aptas para la integración de sistemas fotovoltaicos. Esta caracterización demográfica y morfológica permite una lectura territorial coherente con la escala urbana del proyecto y constituye la base metodológica para la localización de las viviendas generadoras dentro de la red descentralizada de generación fotovoltaica propuesta (GAD Municipal de Cuenca, 2021).

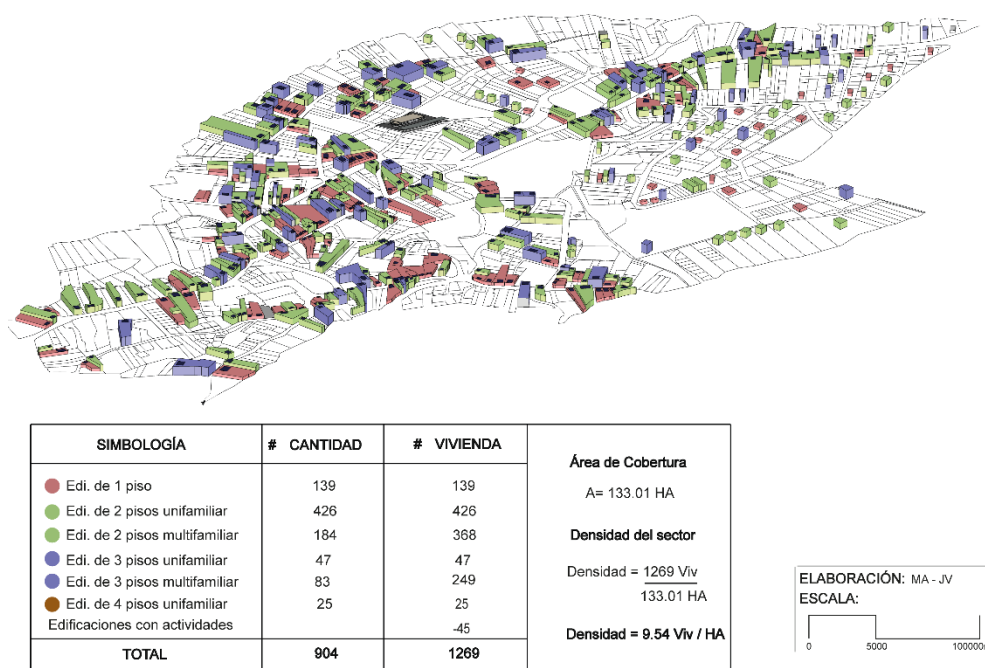


Figura 37: Densidad de viviendas del CP de Baños.
Fuente: Elaboración propia.

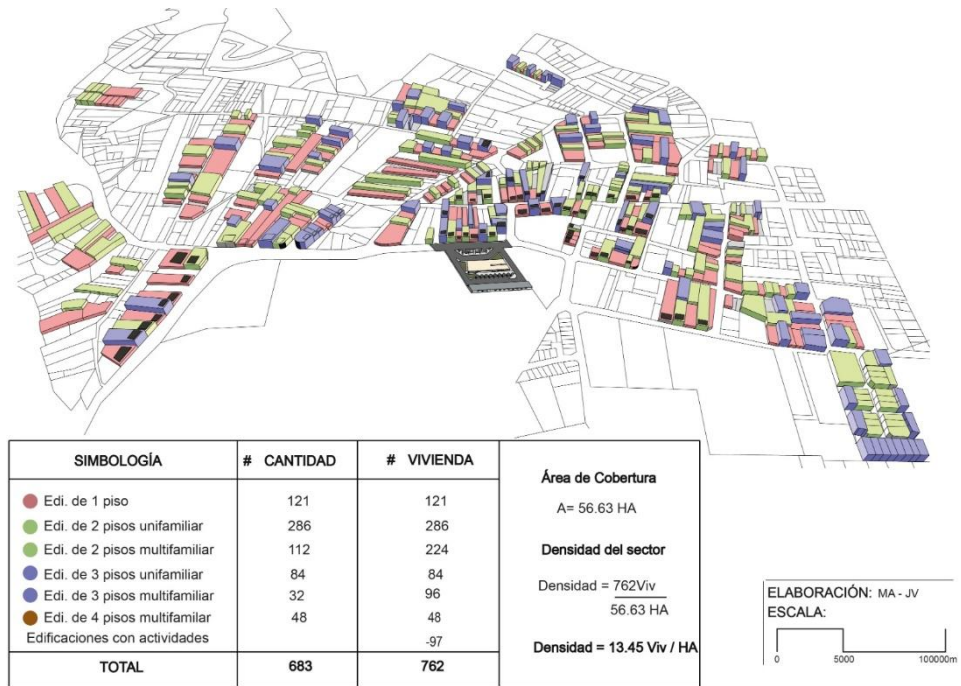


Figura 38: Densidad de viviendas del CP de Ricaurte.
Fuente: Elaboración propia.

La ubicación de las viviendas generadoras se organiza como una red descentralizada de generación fotovoltaica distribuida en sectores residenciales cercanos a los centros de carga propuestos en los centros parroquiales de Baños y Ricaurte. Esta estrategia permite integrar la producción energética dentro del tejido urbano existente, evitando concentrar la generación en un único punto y favoreciendo un funcionamiento más equilibrado del sistema energético vinculado al transporte público. Para la selección de viviendas se consideran variables técnicas relacionadas con la antigüedad de la edificación, las características de la cubierta y su capacidad estructural para soportar la instalación de sistemas fotovoltaicos.

Se priorizaron viviendas construidas a partir del año 2000, considerando que la vida útil promedio de los sistemas fotovoltaicos se sitúa entre 25 y 30 años. Este criterio permite asegurar que las cubiertas tengan una vida útil remanente compatible con el periodo de operación del sistema, evitando desmontajes prematuros o intervenciones estructurales innecesarias. La literatura técnica señala que el estado de conservación y la antigüedad de la edificación influyen directamente en la capacidad portante de la cubierta y en el cumplimiento de los requerimientos normativos de cargas permanentes y sobrecargas asociadas a la instalación de paneles solares (NREL, 2014; IEA, 2020).

Las viviendas con cubiertas inclinadas a dos aguas, tipología predominante en los centros parroquiales analizados. Este tipo de cubierta favorece la evacuación

de aguas lluvias y una adecuada distribución de cargas gravitacionales, condiciones que resultan favorables para la incorporación de módulos fotovoltaicos según la normativa de construcción ecuatoriana (NEC-SE, 2015). Se consideran viviendas con estructuras de cubierta en madera o metal, sistemas que permiten un anclaje seguro de los rieles metálicos de fijación y una correcta transmisión de cargas hacia los elementos estructurales (NREL, 2014; IEA, 2020). A partir del análisis cartográfico se identifican 234 viviendas aptas en cada centro parroquial, distribuidas dentro del tejido residencial consolidado y en proximidad a los centros de carga propuestos, lo que permite consolidar una red de generación energética distribuida en el territorio.



Figura 39: Mapa de distribución de viviendas generadoras de energía fotovoltaica CP de Baños Fuente: Elaboración propia a partir de ArcGIS, Google Earth y Geoportal GAD Cuenca, 2025



Figura 40: Mapa de distribución de viviendas generadoras de energía fotovoltaica CP de Ricaurte
Fuente: Elaboración propia a partir de ArcGIS, Google Earth y Geoportal GAD Cuenca, 2025

3.4 Dimensionamiento energético de los autobuses eléctricos

Para determinar la demanda energética del sistema de transporte se realizó una entrevista al personal vinculado con la operación de la Línea 100 del sistema de transporte público de la ciudad de Cuenca. A partir de esta consulta se identificó que la flota total asociada a esta línea está conformada por 24 autobuses. En función de esta información se adopta el mismo número de unidades como base para el dimensionamiento del sistema propuesto, teniendo una transición hacia una movilidad más sostenible en el cual las unidades serían reemplazadas progresivamente por autobuses eléctricos.

La operación de la Línea 100 del sistema de transporte público de Cuenca se realiza mediante una flota total de 24 autobuses en la cual cada autobús realiza recorridos entre los centros parroquiales de Baños y Ricaurte, con una distancia aproximada de 20 km por sentido, lo que corresponde a 40 km por ciclo completo de ida y vuelta. El tiempo promedio de 115 minutos por ciclo proviene de los tiempos operativos del servicio, que incluyen desplazamiento, paradas en estaciones y condiciones normales de tráfico de la Línea 100. Bajo estas condiciones operativas, cada unidad recorre aproximadamente 120 km diarios, equivalentes a tres ciclos completos.

Para estimar la demanda energética del sistema se adopta un consumo promedio de 1,4 kWh/km, valor que se encuentra dentro de los rangos reportados para autobuses eléctricos urbanos. La Agencia Internacional de Energía (IEA, 2022) señala que el consumo energético típico de estos vehículos oscila entre 1,2 y 1,4 kWh/km, dependiendo de factores como la topografía, el tráfico y el nivel de ocupación.

Frecuencia \approx 115 min / 20 autobuses \approx 5,7 min

Parámetros operativos y energéticos de la flota de autobuses eléctricos	
Flota total	24 autobuses
Autobuses en operación	20 autobuses
Autobuses de reserva	4 autobuses
Ciclos diarios por autobús	3 ciclos
Distancia por ciclo (ida y vuelta)	40 km
Recorrido diario por autobús	120 km/día
Consumo energético promedio	1.4 kWh/km
Energía diaria por autobús	168 kWh/día
Demanda energética total	3360 kWh/día
Tiempos promedios por ciclo	115 minutos
Frecuencia estimada	5-6 minutos
Capacidad pasajeros por autobús	40 pasajeros

Tabla 7: Parámetros operativos y energéticos de la flota

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Paneles solares fotovoltaicos

La comunidad energética fotovoltaica propuesta se basa en la instalación de módulos solares monocristalinos de aproximadamente 450 W, seleccionados por su capacidad de maximizar la generación eléctrica en superficies limitadas de cubierta, condición relevante en entornos residenciales consolidados. Este tipo de paneles corresponde a tecnologías actualmente disponibles en el mercado ecuatoriano y utilizadas con frecuencia en instalaciones residenciales y comerciales de pequeña y mediana escala, lo que garantiza su viabilidad técnica y disponibilidad en el contexto nacional.

La elección de módulos de 450 W responde a criterios de eficiencia energética y optimización espacial, ya que permiten obtener mayor producción eléctrica por unidad de superficie en comparación con módulos de menor potencia. Asimismo, se evita el uso de paneles de muy alta potencia, generalmente destinados a instalaciones industriales, que presentan mayores dimensiones y menor adaptabilidad a cubiertas residenciales. De esta manera, los módulos de 450 W representan una solución intermedia que equilibra rendimiento energético, dimensiones adecuadas y facilidad de integración arquitectónica (IEA-PVPS, 2022; Fraunhofer ISE, 2022).

Cada vivienda incorpora cuatro módulos fotovoltaicos de 450 Wp, lo que representa una potencia instalada aproximada de 1,8 kWp por vivienda. Para la estimación de la producción energética no se considera el 100% de la capacidad teórica del sistema, sino

un aprovechamiento efectivo del 80%, con el fin de incorporar pérdidas asociadas al funcionamiento real de los sistemas fotovoltaicos, como variaciones en la radiación solar, temperatura de operación, eficiencia del inversor y pérdidas en el cableado. Bajo estos parámetros y considerando una disponibilidad promedio de 4 horas sol pico diarias, cada panel de 450 Wp genera aproximadamente 1,44 kWh/día. Al incorporar cuatro paneles por vivienda, la generación estimada por vivienda alcanza aproximadamente 5,76 kWh/día. Esta estimación se fundamenta en los niveles de radiación solar disponibles para la ciudad de Cuenca, los cuales presentan condiciones favorables para el desarrollo de sistemas fotovoltaicos residenciales (World Bank Group & Solargis, 2023).

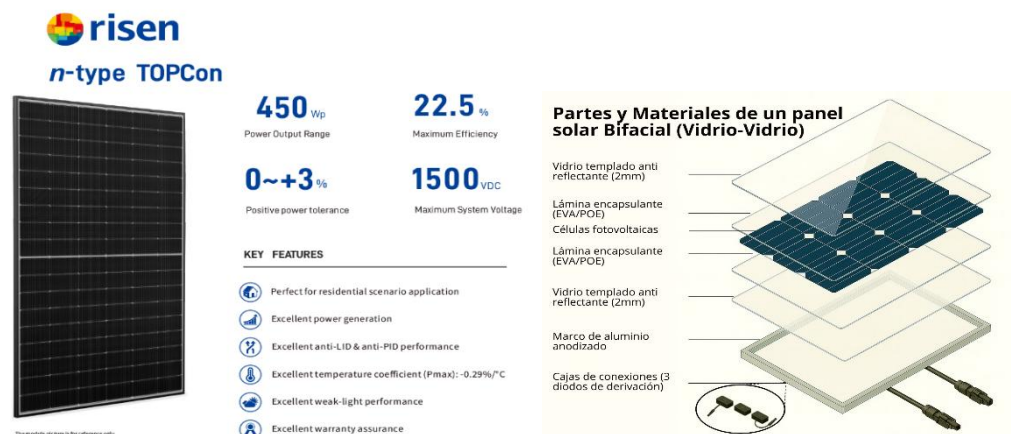


Figura 41: Esquema técnico de un panel solar fotovoltaico de alta potencia
Fuente: Risen Energy Co., 2022.

3.6 Diagnóstico urbano-energético del área de estudio

El diagnóstico urbano-energético combina las variables espaciales, arquitectónicas y energéticas del capítulo correspondiente para realizar una lectura conjunta del área de estudio. Un diagnóstico que sigue ahondando en la relación entre la demanda energética correspondiente al sistema de transporte público y el potencial de generación fotovoltaica detectado en la zona urbana.

En este diagnóstico, se trabajan situaciones como la distribución territorial de las viviendas generadoras, la capacidad de las cubiertas para asumir sistemas fotovoltaicos, la infraestructura eléctrica y la localización práctica de los centros de carga. La interrelación de estos elementos nos deja entender el funcionamiento de una parte del sistema energético dentro del ámbito urbano analizado, sin valoraciones finales.



Figura 42: Integración fotovoltaica descentralizada y CC para transporte público eléctrico.
Fuente: International Renewable Energy Agency, 2022.

El estudio de la demanda energética del sistema se basa en el requerimiento diario de operación de la flota de autobuses eléctricos de la Línea 100 y en el modelo de generación fotovoltaica descentralizada propuesto. Para estimar esta demanda se toma como referencia el autobús eléctrico BYD modelo K9, con capacidad aproximada para 40 pasajeros sentados y una batería cercana a 324 kWh de capacidad nominal. Este modelo presenta un consumo energético promedio en operación urbana que oscila entre 1,2 y 1,4 kWh por kilómetro, dependiendo de factores como la topografía, el nivel de ocupación y las condiciones de circulación; en esta investigación se adopta un valor de 1,4 kWh/km. El recorrido diario estimado por unidad es de aproximadamente 120 km, resultado de la operación del servicio entre los centros parroquiales de Ricaurte y Baños, donde la distancia entre ambos puntos es cercana a 20 km por sentido. Esto significa que un recorrido completo de ida y vuelta corresponde a 40 km, y cada autobús realiza en promedio tres ciclos diarios, información proporcionada por los propios operadores del sistema de transporte. Con estos datos, el consumo energético diario por autobús se estima en 168 kWh, y considerando una flota operativa de 20 unidades, la demanda energética total del sistema alcanza aproximadamente 3.360 kWh diarios para el funcionamiento del transporte eléctrico..

$$\text{Demanda diaria} = \text{Consumo (kWh / km)} \times \text{Distancia diaria (kilómetros)} \times \text{número de autobuses}$$

$$\text{Demanda diaria} = 1,4 \times 120 \times 20 = 3.360.00 \text{ kWh/diario}$$

Concepto	Valor	Unidad	Procedencia
Modelo de bus	BYD K9 (12 m)	—	Ficha técnica fabricante
Capacidad de batería	324	kWh	Especificación técnica BYD
Consumo promedio urbano	1,4	kWh/km	Promedio técnico (1,2–1,4 kWh/km)
Distancia diaria por unidad	120	km/día	Ciclo operativo Línea 100
Número de buses operativos	20	unidades	Operación diaria del sistema
Numero de buses en reserva	4	unidades	2 reservas en cada parroquia
Demanda diaria total	1,4 × 120 × 20	kWh/día	3.360,00

Tabla 8: Cálculo energético diario de la Línea 100
Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los centros de carga se calculó el requerimiento energético en función del número de autobuses que se asignan a cada parroquia y su requerimiento diario de recarga, distribuyendo la carga de manera igualitaria entre los dos centros, de forma que la asignación de la demanda a las viviendas viene dada como resultado de la mayoritaria del balance energético, haciendo que la producción de generación fotovoltaica de las viviendas tenga que cubrir gran parte de la demanda del sistema de transporte público eléctrico.

La demanda total viene dada por la carga específica por autobús, en función de la distancia recorrida y del consumo medio por kilómetro, lo que permite establecer un requerimiento energético del sistema global de 3.360 kWh/día en la operación del sistema. Matemáticamente, este valor se expresa mediante la siguiente relación:

$$E_{\text{total}} = N_{\text{buses}} \times D_{\text{diaria}} \times C_{\text{km}}$$

donde E_{total} corresponde a la demanda energética total diaria del sistema (kWh/día), N_{buses} al número total de autobuses eléctricos en operación, D_{diaria} a la distancia recorrida diariamente por cada autobús (km/día) y C_{km} al consumo energético promedio por kilómetro recorrido (kWh/km).

$$E_{\text{viviendas}} = E_{\text{total}} \times 0.80$$

$$E_{\text{centros}} = E_{\text{total}} \times 0.20$$

Para los centros de carga se calcula en función del número de autobuses asignados a cada parroquia y su requerimiento diario de recarga, distribuyendo de manera equitativa la demanda total entre ambos centros. Por su parte, la energía asignada a las viviendas se obtiene como resultado directo de la fracción mayoritaria del balance energético, asegurando que la producción residencial cubra la mayor parte de la demanda del sistema de transporte público eléctrico. Finalmente, el balance energético del sistema se verifica mediante la relación:

$$E_{\text{total}} = E_{\text{viviendas}} + E_{\text{centros}}$$

A partir de la demanda energética total estimada para el sistema de transporte eléctrico, equivalente a 3.360 kWh diarios, se establece un modelo de generación distribuida en el que el 80 % de la energía (2694 kWh/día) es producido por las viviendas mediante paneles solares instalados en sus cubiertas, mientras que el 20 % restante (672 kWh/día) es generado por dos centros de carga fotovoltaicos, ubicados en los centros parroquiales de Baños y Ricaurte. Para efectos del cálculo, la demanda se distribuye equitativamente entre ambas parroquias y se determina el número de viviendas, paneles solares y energía generada en cada caso, resultados que se presentan en las Tablas 8, 9 y 10.

Cálculo energético de los centros de carga				
Parroquias	Buses	Energía Centro de carga	Centro de carga %	# Paneles
Ricaurte	12	336 kWh	20%	234
Baños	12	336 kWh	20%	234
TOTAL	24	672 kWh		468

Tabla 9: Cálculo de demanda energética de centros de carga
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo energético en viviendas					
Parroquias	Viviendas	Energía total kWh	Vivienda %	# Paneles	Energía por vivienda
Ricaurte	234	1347 kWh	80%	936 (4 en cada vivienda)	5.76 kWh
Baños	234	1347 kWh	80%	936 (4 en cada vivienda)	5.76 kWh
TOTAL	468	2694 kWh		1872	

Tabla 10: Cálculo de demanda energética en viviendas
Fuente: Elaboración propia.

Energía total Centros de Carga + Viviendas	Total paneles Centros de carga + Viviendas
3366 kWh	2340

Tabla 11: Resultados finales de cálculos.
Fuente: Elaboración propia.

3.7 Análisis urbano multicriterio

La aplicación del análisis urbano multicriterio nos facilita la comprensión del funcionamiento del propio territorio, a partir de la interacción que se produce entre las variables urbanas, arquitectónicas, ambientales y funcionales; es un buen recurso para realizar la lectura integrada del sistema energético que se propone, teniendo en cuenta la localización de los centros de carga o la configuración de las viviendas que generan dentro del propio tejido urbano existente; como queda bosquejado en la parte correspondiente a dicho tejido urbano que acompaña a la presente Memoria.

3.7.1 Servicios básicos

La infraestructura urbana existente se convierte en una de las claves para la implementación del sistema energético. Para la realización del análisis, se considera la existencia de red eléctrica, servicios básicos y condiciones de conexión al sistema urbano.

La localización de los centros de carga en las parroquias de Baños y Ricaurte se relacionan con sectores con cobertura existente de la red eléctrica, circunstancia que favorece su conexión y operación en el sistema energético propuesto; según la información técnica y cartográfica de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. la información confirma que los dos centros parroquiales también disponen de infraestructura de distribución eléctrica de media y baja tensión; lo que permite considerar la posibilidad de conectar los centros de carga como nodos complementarios de respaldo y regulación de la generación fotovoltaica descentralizada. A la par, la infraestructura vial existente en los dos sectores asegura la concurrencia de condiciones adecuadas de accesibilidad y operación para el sistema de transporte público eléctrico.

a. Red Eléctrica

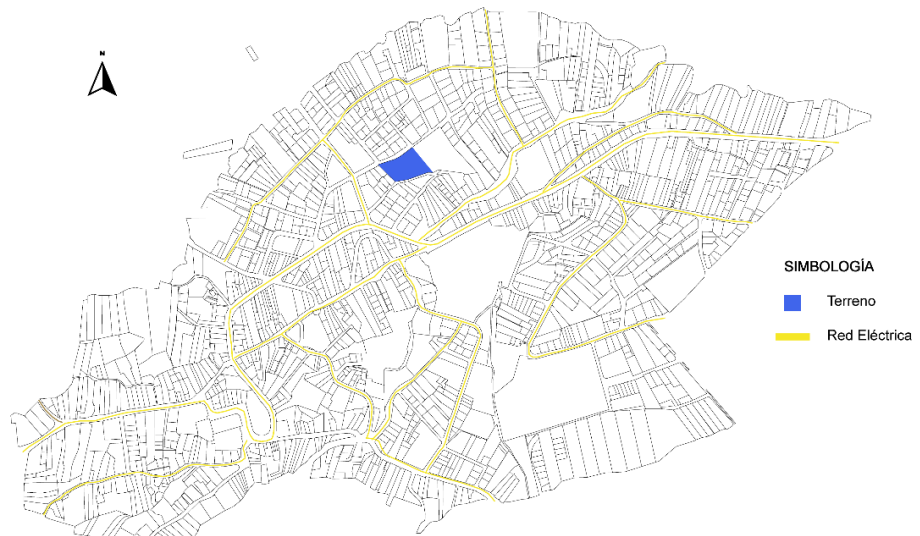


Figura 44: Red eléctrica existente del Centro Parroquial de Baños
Fuente: Elaboración propia a partir de EERCS, 2025.

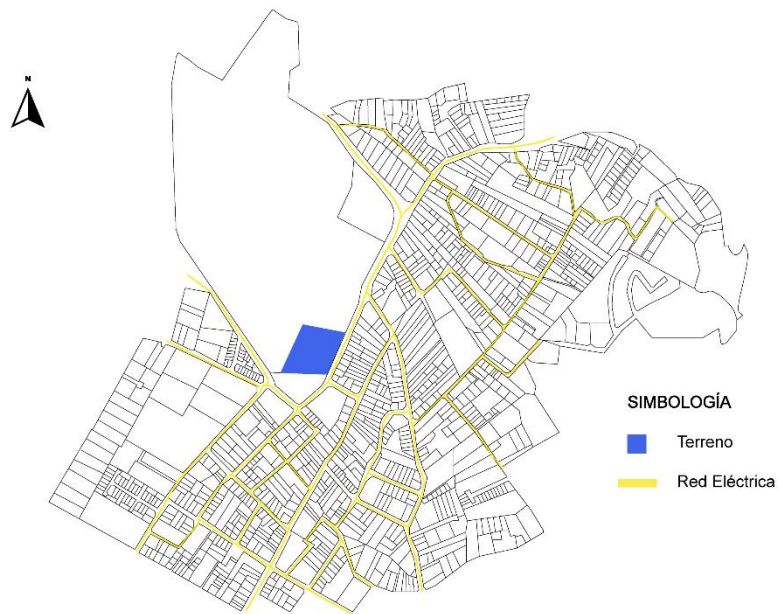


Figura 43: Red eléctrica existente del Centro Parroquial de Ricaurte.
Fuente: Elaboración propia a partir de EERCS, 2025.

3.8 Diagnóstico de necesidades

El diagnóstico de necesidades del sistema de transporte público correspondiente a la Línea 100 se elaboró a partir de la recopilación y análisis de información primaria obtenida mediante entrevistas semiestructuradas y encuestas escritas. En particular, se realizó una entrevista directa al Gerente General de la Cámara de Transporte, Carlos Durán, así como a conductores de las unidades y usuarios frecuentes del servicio, con el objetivo de identificar las principales condiciones operativas, económicas y funcionales del sistema actual.

Este enfoque permitió contrastar la visión institucional y operativa con la experiencia cotidiana de los conductores y la percepción de los usuarios, generando una base sólida para la formulación de la propuesta arquitectónica.

3.8.1 Entrevista al personal administrativo

De acuerdo con la información proporcionada por Carlos Durán, Gerente General de la Cámara de Transporte, la Línea 100 cuenta con una flota operativa total de 24 unidades de autobuses, las cuales funcionan actualmente con combustible diésel. Cada unidad completa, al día y entre las parroquias de Baños y Ricaurte, lleva a cabo una serie de seis recorridos completos diarios, con lo que se persona, por tanto, una operación muy intensa a lo largo de la práctica.

La frecuencia del servicio es la siguiente: en las horas punta los autobuses operan en unas frecuencias de 5 a 6 minutos, y en horarios normales la práctica es que la frecuencia se amplía a unos 7 a 8 minutos, con lo cual se da cumplimiento a la demanda de usuarios en ambos sentidos del trayecto. Según el trayecto, se considera un total de 21 paradas el trayecto Ricaurte – Baños y 24 paradas en el trayecto de vuelta Baños – Ricaurte con lo que repercute en los tiempos de operación y en el consumo energético del mismo.

Finalmente, se precisó que cada unidad da lugar a un gasto aproximado de unos USD 50 en consumo de diésel, considerando un precio referencial del combustible de USD 1,80 por galón en su momento de levantamiento de la información. Esta cifra constituye una carga económica importante para la operación del sistema, considerando toda la flota y el número total de recorridos que se lleva a cabo lo que da la medida de la dependencia del sistema respecto a combustibles fósiles.

Desde el ámbito de gestión administrativo se consideró que la transición a autobuses eléctricos supone una alternativa para optimizar los costos operativos en el medio/largo plazo, reducir el impacto ambiental del sistema y modernizar el

servicio de transporte público siempre y cuando haya una infraestructura y apoyos adecuados para la correcta operación y la correcta gestión.

3.8.2 Entrevista a transportistas de buses urbanos

Los conductores entrevistados manifestaron que la operación diaria de los autobuses a diésel resulta exigente y poco cómoda, especialmente durante jornadas prolongadas y en horarios de alta demanda. Señalaron que el nivel de ruido constante del motor, las vibraciones y la presencia de gases contaminantes dentro y fuera de la unidad generan cansancio físico y afectan la concentración durante la conducción, lo que incide directamente en el desempeño laboral y en la calidad del servicio ofrecido a los usuarios.

Los conductores, como parte importantísima e integrada de las experiencias de usuario, consideran que esas condiciones, que en sus comentarios nos reflejan que son condiciones adversas de trabajo, repercuten en su bienestar como pasajeros expuestos a condiciones de viaje con poco confort y alta percepción de ruido. En ese sentido, los conductores coinciden en que la transición al autobús eléctrico supondría una mejora en las condiciones de trabajo al poder disminuir el ruido, suprimir las emisiones directas e incrementar la suavidad de conducción.

Los choferes valoraron aspectos de la infraestructura que les apoye en el trabajo cotidiano, por ejemplo, disponer de lugares adecuados para descansar entre turnos, para la gestión operacional y para el control técnico de las unidades. Para los conductores, la infraestructura adecuada ayuda a mejorar sus condiciones laborales y la propia operación del sistema de transportes al reducir los tiempos muertos y mejorar el control del transporte público.

3.8.3 Necesidad de autobuses eléctricos

La investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, mediante la aplicación de encuestas estructuradas a 50 usuarios del transporte público de la Línea 100, con el objetivo de identificar su percepción sobre las condiciones actuales del servicio, el nivel de confort y la necesidad de una transición hacia autobuses eléctricos. Los usuarios encuestados corresponden a habitantes de las parroquias de Baños y Ricaurte que utilizan el sistema de manera frecuente.

La información obtenida fue analizada y contrastada con los resultados de entrevistas realizadas a personal administrativo y conductores de las unidades, permitiendo identificar necesidades reales del sistema y fundamentar el diagnóstico que sustenta la propuesta arquitectónica planteada en la investigación.

A continuación, se presentan el modelo de encuesta aplicado y los resultados obtenidos, representados mediante gráficos que sintetizan las

principales respuestas de los usuarios del sistema de transporte público de la Línea 100.

Encuesta a usuarios del transporte público – Línea 100

Cuenca, Ecuador

OBJETIVO

Recopilar la percepción de los usuarios sobre el funcionamiento actual de la Línea 100, las condiciones del servicio y la necesidad de implementar buses eléctricos como parte de una mejora integral del sistema de transporte público. La encuesta contiene preguntas de opción múltiple.

INSTRUCCIONES

La información proporcionada en esta encuesta es anónima y confidencial, y será utilizada exclusivamente con fines académicos para el desarrollo de una propuesta arquitectónica vinculada al sistema de transporte público. Se solicita responder de manera sincera y objetiva.

1. ¿Con qué frecuencia utiliza la Línea 100?

- Diario
- Varias veces por semana
- Una vez por semana

2. ¿En qué horario utiliza con mayor frecuencia el servicio?

- Mañana
- Tarde
- Horas pico

3. ¿Cómo calificaría el servicio actual de la Línea 100?

- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Deficiente

4. Durante el viaje, ¿ha percibido molestias relacionadas con ruido o vibración del bus?

- Sí
- A veces
- No

5. ¿Considera que el uso de buses a diésel genera contaminación ambiental en la ciudad?

- Sí
- No
- No está seguro/a

6. ¿Cree usted que la implementación de buses eléctricos mejoraría la calidad del servicio?

- Sí
- Tal vez
- No

7. ¿Qué beneficios cree que aportaría el uso de buses eléctricos?

- Menor contaminación
- Menor ruido
- Mayor confort durante el viaje
- Mejora del sistema de transporte
- Todos los anteriores

8. ¿Considera importante que el sistema de transporte cuente con infraestructura adecuada de apoyo (centros de carga, áreas técnicas y administrativas)?

- Sí
- No
- Tal vez

9. ¿Estaría dispuesto/a a utilizar con mayor frecuencia el transporte público si se implementan buses eléctricos?

- Sí
- No
- Tal vez

10. ¿Está de acuerdo con la transición hacia un sistema de transporte público más sostenible mediante el uso de energías limpias?

- Sí
- No

Figura 45: Modelo tipo de encuesta a usuarios.

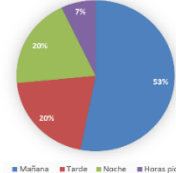
Fuente: Elaboración propia.

Se muestran los resultados de los gráficos generados a partir de las encuestas que han sido aplicadas a las personas que utilizan la Línea 100, los cuales permiten poner en evidencia las principales percepciones, consideraciones y criterios implicados en la propuesta arquitectónica que sirve de base a la idea del proyecto.

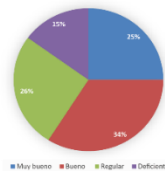
1. ¿Con qué frecuencia utiliza la Línea 100?



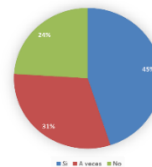
2. ¿En qué horario utiliza con mayor frecuencia el servicio?



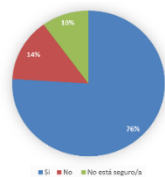
3. ¿Cómo calificaría el servicio actual de la Línea 100?



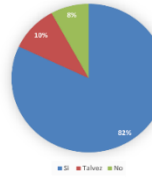
4. Durante el viaje, ¿ha percibido molestias relacionadas con ruido o vibración del bus?



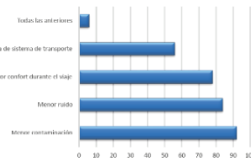
5. ¿Considera que el uso de buses a diésel genera contaminación ambiental en la ciudad?



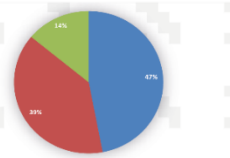
6. ¿Cree usted que la implementación de buses eléctricos mejoraría la calidad del servicio?



7. ¿Qué beneficios cree que aportaría el uso de buses eléctricos?



8. ¿Considera importante que el sistema de transporte cuente con infraestructura adecuada de apoyo (centros de carga, áreas técnicas y administrativas)?



9. ¿Estaría dispuesto/a a utilizar con mayor frecuencia el transporte público si se implementan buses eléctricos?

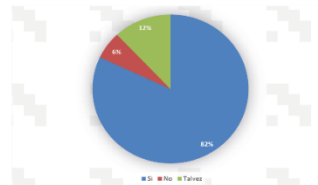


Tabla 12: Resumen de encuestas realizadas.
Fuente: Elaboración propia.

3.9 Estrategias espaciales derivadas del análisis

Las estrategias espaciales se formulan a partir de la lectura integrada del territorio, las condiciones biofísicas y arquitectónicas identificadas, y la lógica funcional del sistema de transporte público. A partir de este análisis, se organiza la relación entre las viviendas generadoras y los centros de carga, estableciendo una estructura territorial que articula los puntos de producción energética con los espacios de recarga del sistema de transporte. Esta relación se define considerando criterios de proximidad territorial, accesibilidad vial e infraestructura eléctrica existente, con el objetivo de optimizar el funcionamiento del sistema sin alterar las dinámicas urbanas consolidadas.

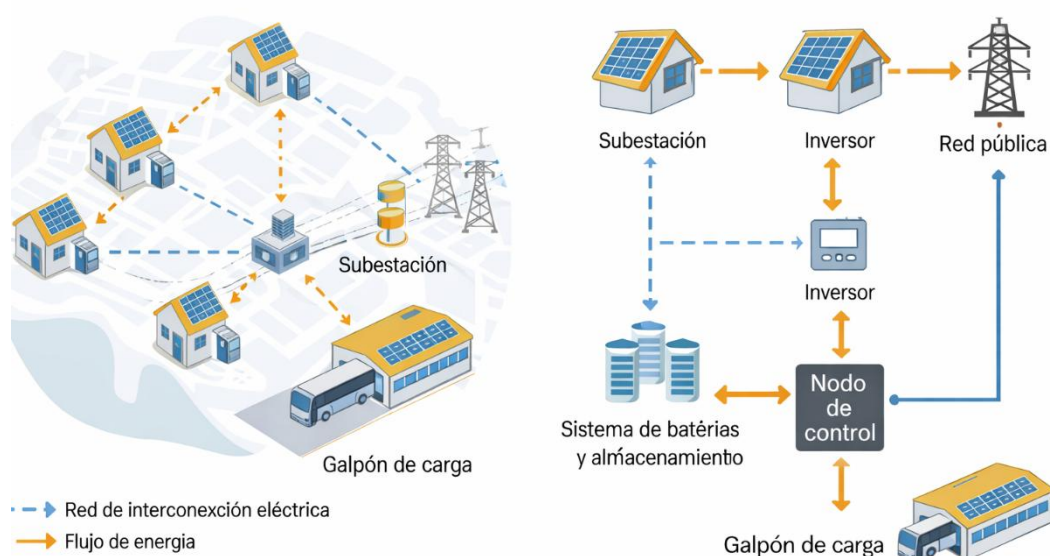


Figura 46: Relación espacial entre viviendas generadoras y centros de carga.
Fuente: Elaboración propia.

3.10 Conclusión sobre las necesidades y consideraciones para el diseño.

El análisis del conjunto de entrevistas, realizadas tanto al personal administrativo como a los conductores de la línea 100, así como de las encuestas aplicadas hacia al usuario del sistema, ha contribuido a evidenciar de forma coherente y eficaz las principales carencias que presenta la operación del transporte público de la zona afectada. Los resultados revelan que existe una muy elevada frecuencia de utilización del servicio por parte del público consumidor, que la operación es intensiva y que se basa en autobuses a diésel, constituyendo en última instancia una operación con elevados costos, de escasas bondades laborales y con un impacto negativo respecto al medio ambiente y a la propia zona urbana.

Desde la propia gestión administrativa y operativa de los agentes de la línea, se ha evidenciado la propia necesidad de tender a un sistema de transporte más optimizado y

sostenible, destacándose el paso hacia autobuses eléctricos, cuestión que se entiende como una alternativa viable. La necesidad que plantean los conductores, quienes aluden a problemas de ruido, vibraciones y emisiones contaminantes, los cuales condicionan no solamente su actividad laboral sino también el propio servicio en sí; los usuarios que responden desde una visión favorable a los autobuses eléctricos, esto es, desde un mejor viaje, menos ruido y más baja contaminación.

A partir de los resultados se establecerán consideraciones claras a tener en cuenta en relación al diseño arquitectónico de la infraestructura de soporte al sistema de transporte. Entre las consideraciones, se da cumplimiento a las necesidades de contar con espacios funcionales que mejoren la operación de las unidades, espacios técnicos para la carga y para el control de los autobuses eléctricos y áreas administrativas para la gestión del sistema. Asimismo, el estudio supone dar la relevancia adecuada a criterios de accesibilidad, seguridad y organización de los flujos con garantías de separación entre la circulación de todos los individuos (autos y personas).

En conjunto, las necesidades rescatadas y las consideraciones que emergen de los resultados son el apoyo al desarrollo de una propuesta arquitectónica integral que busca mejorar la eficiencia operativa del sistema de transporte, reducir su impacto medioambiental y mejorar la calidad del servicio ofrecido a los usuarios. El diseño tiene que ser considerado desde la mirada de una respuesta a la situación real de funcionamiento del sistema y a las expectativas de los actores que intervienen en la movilidad. El diseño pudiera ser asumido, así, como un avance en el desarrollo de una movilidad urbana más sostenible.

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DE DISEÑO

En este capítulo se desarrolla una propuesta urbano–arquitectónica orientada a la valoración sobre la factibilidad urbana de implementar una comunidad energética fotovoltaica que permita apoyar la operación de la Línea 100 de transporte público eléctrico en Cuenca. La propuesta surge a partir de la integración de sistemas de generación distribuida, infraestructura arquitectónica y estrategias de movilidad sostenible, como respuesta a los desafíos energéticos del sistema de transporte.

4.1 Enfoque general de la propuesta

El enfoque general de la propuesta urbano–arquitectónica se fundamenta en los resultados del diagnóstico urbano–energético y en las 50 encuestas aplicadas al personal administrativo y a los choferes de la Línea 100 de transporte público eléctrico, las cuales permitieron identificar necesidades operativas, energéticas y espaciales del sistema. El análisis de esta información evidenció la importancia de fortalecer la infraestructura de soporte para la operación de los autobuses eléctricos, especialmente en lo relacionado con la carga, la organización de espacios técnicos y la eficiencia energética, lo que justifica la implementación de una comunidad energética fotovoltaica como estrategia para cubrir parte de la demanda energética diaria. De esta manera, la propuesta articula arquitectura, energía y movilidad eléctrica en un sistema urbano integrado, orientado a responder de forma objetiva a las condiciones reales de funcionamiento de la Línea 100 y a plantear un modelo replicable de movilidad sostenible.

4.1.1 Delimitación del programa arquitectónico

El ámbito de intervención puede ser definido en relación a la línea 100 y su vínculo directo con la estructura residencial de las parroquias de Baños y Ricaurte, considerando la vivienda como la base fundamental para la producción de energía fotovoltaica. A poco, se determina un radio de influencia con el cual se pueden identificar las viviendas que favorecen la instalación de paneles fotovoltaicos sobre las cubiertas de las viviendas, según la superficie construida, la orientación de la cubierta, el tipo de cubierta y la accesibilidad. La energía a la escala de la vivienda hace de este aspecto el núcleo de la comunidad energética fotovoltaica, alimentando la producción de energía de forma diaria, incorporando de forma paralela el centro de carga como un punto de concentración, manejo y distribución de la energía que va dirigida específicamente hacia la operación de las eléctricas dentro de la Línea 100.



Figura 47: Esquema de zonas de centro de carga.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 48: Zona energética con articulación de viviendas
Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Criterios de diseño



Figura 49: Criterios de diseño aplicados.

Fuente: Elaboración propia.

a. Relación con la comunidad

La propuesta arquitectónica de la comunidad energética se concibe a partir de su inserción estratégica dentro del territorio, considerando su vinculación directa con el recorrido operativo de la Línea 100 y con las áreas residenciales donde se localizan las viviendas generadoras de energía fotovoltaica. El centro de carga no se plantea como una infraestructura aislada, sino como un equipamiento técnico integrado al entorno urbano, capaz de articular el sistema energético con la dinámica territorial existente. Mediante su implantación sobre ejes viales consolidados, como la calle 24 de diciembre en Baños que tiene conectividad con la Avenida Ricardo Durán y la calle Miguel Uzcá en Ricaurte, vías que facilitan el ingreso, salida y maniobra de los autobuses eléctricos.

La localización de los centros de carga sobre estas vías permite optimizar las distancias entre los puntos de generación residencial y el nodo de consumo energético, fortaleciendo el carácter distribuido de la comunidad energética fotovoltaica y reduciendo pérdidas asociadas a la transmisión de energía. Asimismo, esta implantación favorece una relación coherente con la estructura urbana existente, al aprovechar infraestructuras

viales consolidadas y minimizar impactos sobre el tejido residencial, consolidando al centro de carga como una pieza funcional dentro del sistema urbano–energético de ambas parroquias.

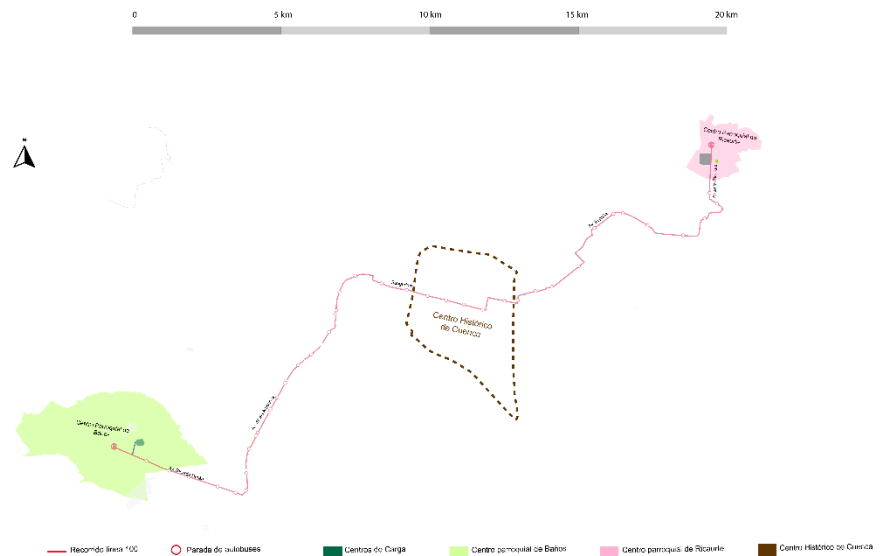


Figura 50: Conexión centros de carga entre centros parroquiales y paradas de bus.
Fuente: Elaboración propia a partir de Moovit.

b. Sistema Funcional

Zonificación general

Su sistematización funcional presenta una zonificación clara de los espacios internos y externos de la central de carga, marcando diferentemente los espacios operativos de los administrativos o de apoyo, los que ayudarán a optimizar los flujos de circulación de autobuses, del personal y de servicios; así pues, esta adecuación posibilitará alcanzar el funcionamiento eficaz, segur y continuo de la infraestructura.

c. Partido formal

Volumetría

Se define una volumetría y organización espacial que facilita la operación del sistema de carga eléctrica, permitiendo una disposición clara de las áreas de estacionamiento, carga y circulación, en coherencia con el contexto y el funcionamiento del proyecto. Para la comunidad energética se integra una lógica energética descentralizada, en la que la generación

fotovoltaica distribuida en viviendas se concentra en una subestación, desde donde se gestiona y articula el suministro desde el centro de carga y las viviendas hacia la red eléctrica general, reforzando la relación entre forma arquitectónica y estructura energética del sistema.

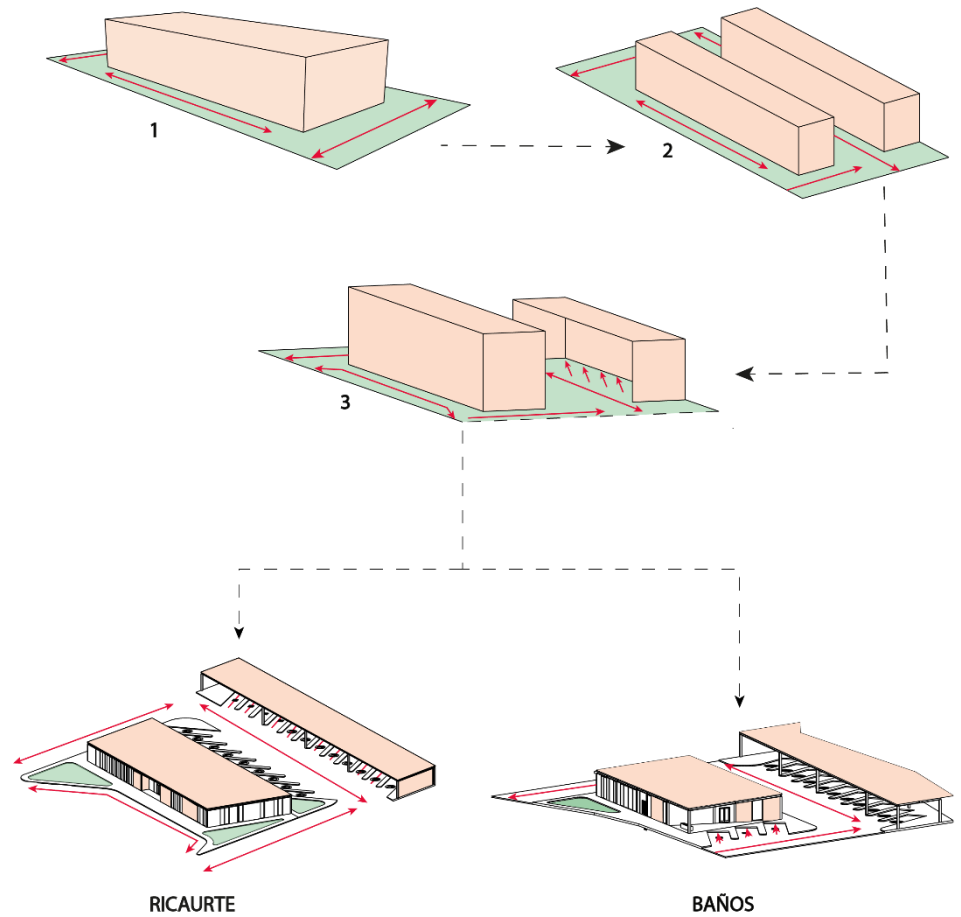


Figura 51: Proceso de morfología de los centros de carga.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 52: Proceso de morfología de las viviendas.
Fuente: Elaboración propia.

d. Sistema energético

a. Sistema energético asociado a la comunidad fotovoltaica

El sistema energético se estructura a partir de la recepción, distribución y gestión de la energía fotovoltaica generada tanto por la comunidad energética residencial como por la infraestructura instalada en los propios centros de carga. La producida por los paneles solares ubicados en las cubiertas de las viviendas se incorpora al sistema eléctrico local mediante un modelo de generación distribuida, permitiendo que esta energía sea inyectada a la red y posteriormente utilizada por los centros de carga para el proceso de recarga de los autobuses eléctricos. De esta manera, no se requiere un sistema de cableado directo entre las viviendas y los centros de carga, ya que se aprovecha la infraestructura eléctrica existente para gestionar el flujo energético dentro del sistema urbano (Agencia Internacional de Energía, 2020; IRENA, 2019).

4.2 Propuesta

4.2.1 Descripción del proyecto

La propuesta plantea la implementación de centros de carga eléctrica para la Línea 100 en las parroquias de Ricaurte y Baños, sustentados principalmente en la energía generada por una comunidad fotovoltaica residencial. Las viviendas seleccionadas incorporan paneles solares en sus cubiertas y la energía producida se integra a la red eléctrica local. A través de esta conexión, la energía generada en el tejido residencial es utilizada posteriormente por los centros de carga para el proceso de recarga de los autobuses eléctricos. Las viviendas funcionan como pequeñas unidades generadoras distribuidas dentro del territorio, mientras que los centros de carga operan como puntos estratégicos de consumo y gestión energética dentro del sistema (Agencia Internacional de Energía, 2020; IRENA, 2019).

Los centros de carga incorporan también infraestructura fotovoltaica propia, lo que permite reforzar el suministro energético y aportar mayor estabilidad al sistema de recarga. Este modelo responde al principio de generación distribuida, en el cual la producción energética no se concentra en un único punto, sino que se integra al tejido urbano existente a través de múltiples fuentes de generación cercanas a los puntos de consumo. Diversos estudios sobre transición energética señalan que este tipo de sistemas permite reducir pérdidas en la transmisión eléctrica, mejorar la resiliencia del sistema y fortalecer la participación del entorno urbano en la producción de energía (IEA, 2020; IRENA, 2019).

El centro de carga de Ricaurte se ubica en el punto final del recorrido de la Línea 100, coincidiendo con la última parada del sistema de transporte. Por esta razón la propuesta integra el centro de carga con el área de parada y el centro de carga de los autobuses, permitiendo que las unidades realicen su proceso de recarga mientras permanecen en el punto de espera antes de iniciar un nuevo recorrido. El centro de carga ubicado en Baños se orienta principalmente a funciones operativas y logísticas de carga, sin integrarse directamente con una parada de pasajeros. La arquitectura responde a criterios de funcionalidad y claridad espacial, donde la infraestructura energética se articula con el sistema de movilidad urbana y con la dinámica cotidiana del transporte público.

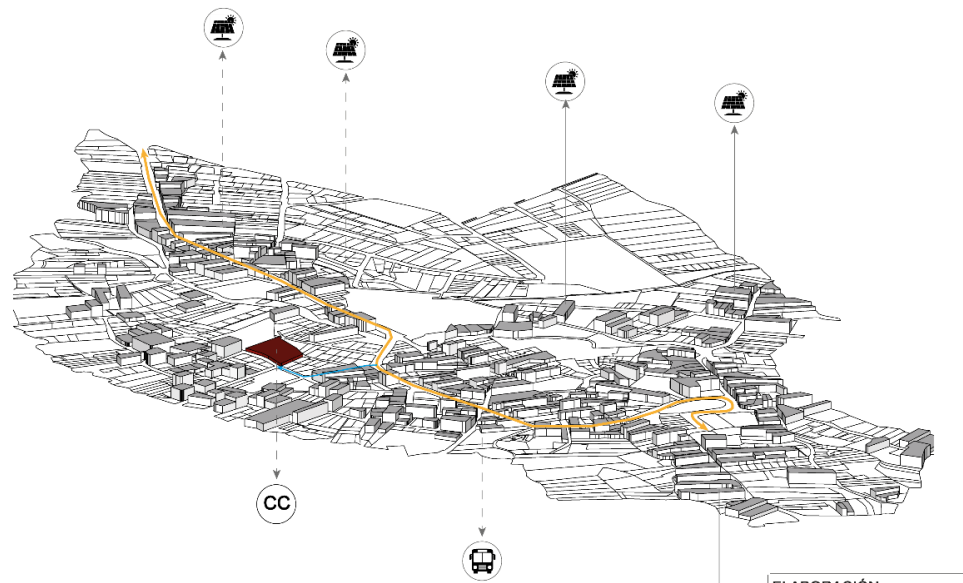


Figura 53: Esquema centro parroquial de Baños y del sistema de carga eléctrica.
Fuente: Elaboración propia.

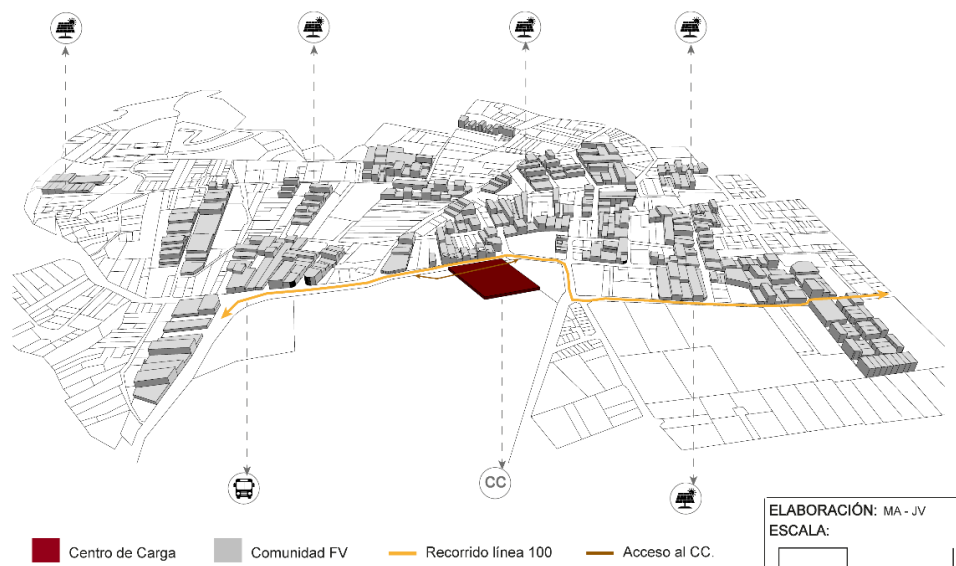


Figura 54: Esquema centro parroquial de Ricaurte y del sistema de carga eléctrica.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 55: Render centro de carga Ricaurte.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 56: Render centro de carga Baños.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Ubicación

La estructura del sistema de accesos del proyecto se organiza según la eficiencia operativa, el control y la seguridad que pretendemos alcanzar, considerando de manera separada y diferenciada los flujos de tráfico y de peatones, y modificándolo para la implantación de los centros de carga en los centros parroquiales de Ricaurte y Baños. La localización de los accesos se encuentra directamente vinculada al recorrido operativo de la Línea 100 y la jerarquía de los viales preexistentes.



Figura 57: Ubicación centro de carga en Centro parroquial de Baños.
Fuente: Elaboración propia.

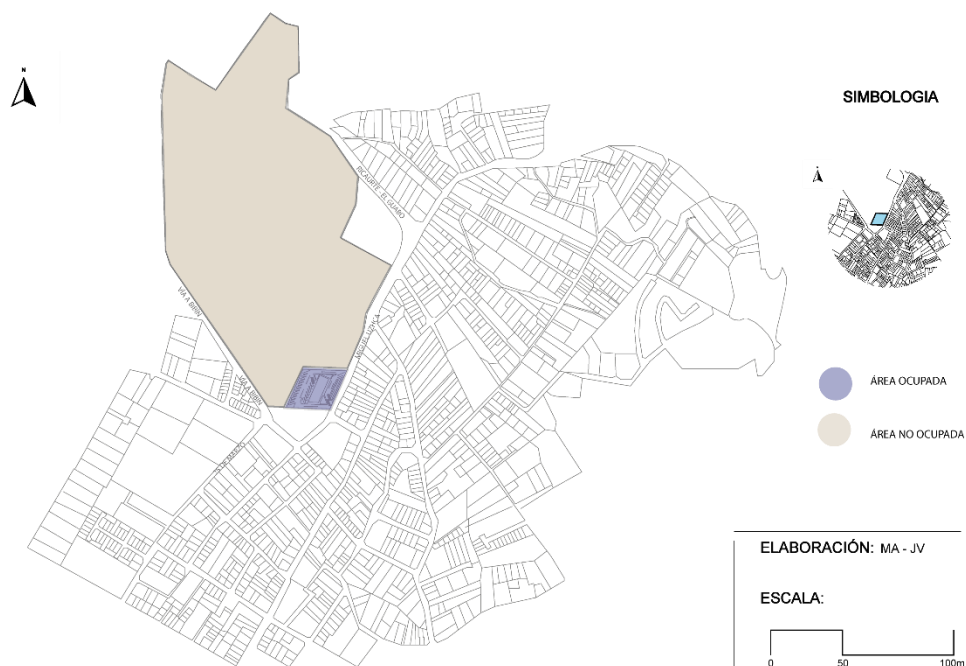


Figura 58: Ubicación centro de carga en Ricaurte.
Fuente: Elaboración propia.

El acceso vehicular para los autobuses eléctricos se dispone sobre las vías principales de cada parroquia, permitiendo el ingreso y salida controlada de las unidades hacia las áreas de estacionamiento, regulación y carga eléctrica. Esta disposición asegura una maniobrabilidad adecuada y evita interferencias con otros flujos del entorno, garantizando la continuidad operativa del sistema de transporte.

El proyecto incorpora un área interna de parada y regulación de autobuses, destinada a la organización operativa de las unidades antes y después del proceso de carga eléctrica, optimizando tiempos y facilitando el control del sistema.

El acceso peatonal para empleados y conductores se plantea de forma independiente y controlada, conectado directamente con las áreas técnicas, administrativas y de apoyo, manteniendo una separación clara respecto a la circulación vehicular y reforzando las condiciones de seguridad y funcionamiento del equipamiento.

El proyecto ocupa parte del área del total del predio que se va a implantar:

Parroquia	Área Total	Área Ocupada
Baños	9759.78 m ²	3725.00 m ²
Ricaurte	199940.3 m ²	5030.81 m ²

Tabla 13: Ocupación predio en cada parroquia
Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Programa arquitectónico

ZONA	ESPACIO	CANTIDAD	MOBILIARIO	ILUM. NAT.	VENT. NAT.	ÁREA (m2)
GENERAL	Servicios Higiénicos	2	Baños, lavamanos, basureros, secador	X	X	30.04
	TOTAL	2	AREA			
ZONA EXTERIOR	Camineras	1		X	X	172.44
	Área de Descanso	3		X	X	167.38
	Carriles de circulación vehicular	1		X	X	936.96
	Parqueadero	2		X	X	153.35
	Espacio de carga	12		X	X	802.99
	TOTAL	19	AREA			
ZONA INTERIOR ADMINISTRATIVA	Gerencia	1	Mesa de trabajo, estantes, sillas, sofa	X	X	62.93
	Despacho	1	Mesa de trabajo, estantes, anaqueles, sillas	X	X	38.64
	Oficina	1	Mesa de trabajo, estantes, anaqueles, sillas	X	X	24.29
	Cafetería	1	Mesa, estantes, anaqueles, cocina, sofa	X	X	62.37
		TOTAL	4	AREA		
ZONA INTERIOR CC	Sala de servidores	1	Mesa de trabajo, estantes	X	X	62.64
	Cuarto de máquinas	1	Estantes, sillas	X	X	62.44
		TOTAL	2	AREA		
ZONA INTERIOR HALL	Recepcion	1	Mesas, sillas	X	X	4.51
	Área de Descanso	1	Sillas	X	X	61.11
		TOTAL	2	AREA		
						2642.09

Tabla 14: Programa arquitectónico de Baños
Fuente: Elaboración propia.

ZONA	ESPACIO	CANTIDAD	MOBILIARIO	ILUM. NAT.	VENT. NAT.	ÁREA (m2)
GENERAL	Servicios Higiénicos	2	Baños, lavamanos, basureros, secador	X	X	43.33
	TOTAL	2	AREA			
ZONA EXTERIOR	Camineras	1		X	X	308.6
	Área de Descanso	3		X	X	328.22
	Carriles de circulación vehicular	1		X	X	1577.41
	Parqueadero	9		X	X	668.2
	Espacio de carga	12		X	X	931.49
		TOTAL		AREA		
ZONA INTERIOR ADMINISTRATIVA	Gerencia	1	Mesa de trabajo, estantes, sillas, sofa	X	X	41.01
	Enfermería	1	Mesa de trabajo, estantes, silla, camilla	X	X	35.34
	Despacho y oficina de despacho	2	Mesa de trabajo, estantes, anaqueles, sillas	X	X	82.6
	Oficina	1	Mesa de trabajo, estantes, anaqueles, sillas	X	X	19.12
	Cafetería	1	Mesa, estantes, anaqueles, cocina, sofa	X	X	31.94
		TOTAL		AREA		
ZONA INTERIOR CC	Sala de servidores	1	Mesa de trabajo, estantes	X	X	71.57
	Cuarto de máquinas	1	Estantes, sillas	X	X	76.26
	Bodega de repuestos	1	Mesas, sillas, estantes	X	X	39.42
	Sala de control	1	Mesa de trabajo, estantes, sillas, baño	X	X	43.06
		TOTAL		AREA		
ZONA INTERIOR HALL	Recepcion	2	Mesas, sillas	X	X	143.21
	Área de Descanso	1	Sillas	X	X	248.15
		TOTAL		AREA		
						4688.93

Tabla 15: Programa arquitectónico de Ricaurte.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Organigrama

El organigrama funcional define la distribución de áreas administrativas, técnicas y de servicio de la infraestructura de carga eléctrica para autobuses, así como la organización de las circulaciones vehiculares. La disposición espacial garantiza eficiencia operativa y control en el funcionamiento del sistema.

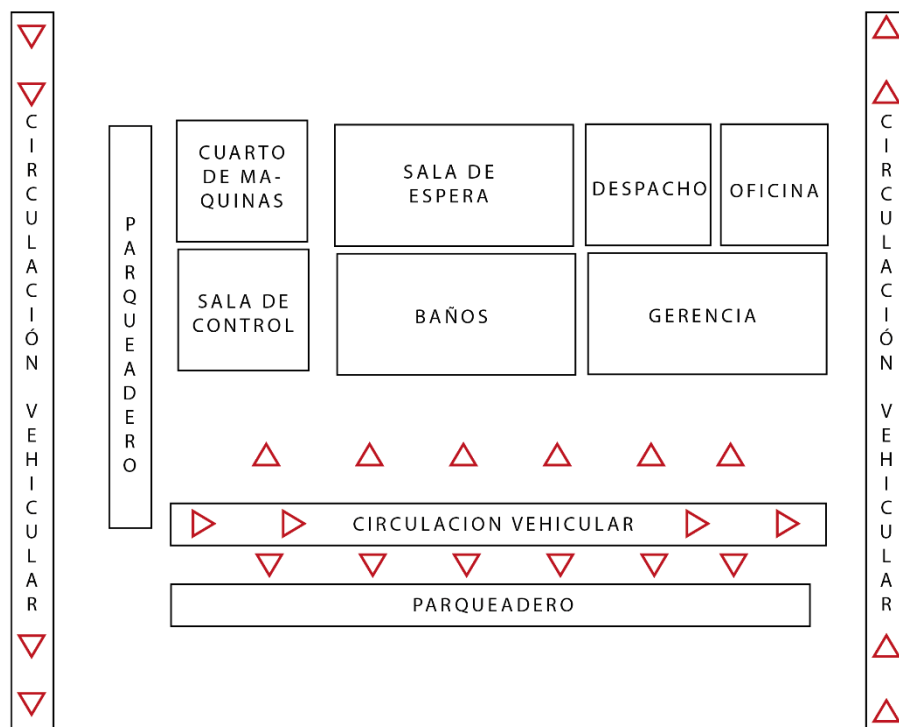


Figura 59: Organigrama centro de carga Baños.
Fuente: Elaboración propia.

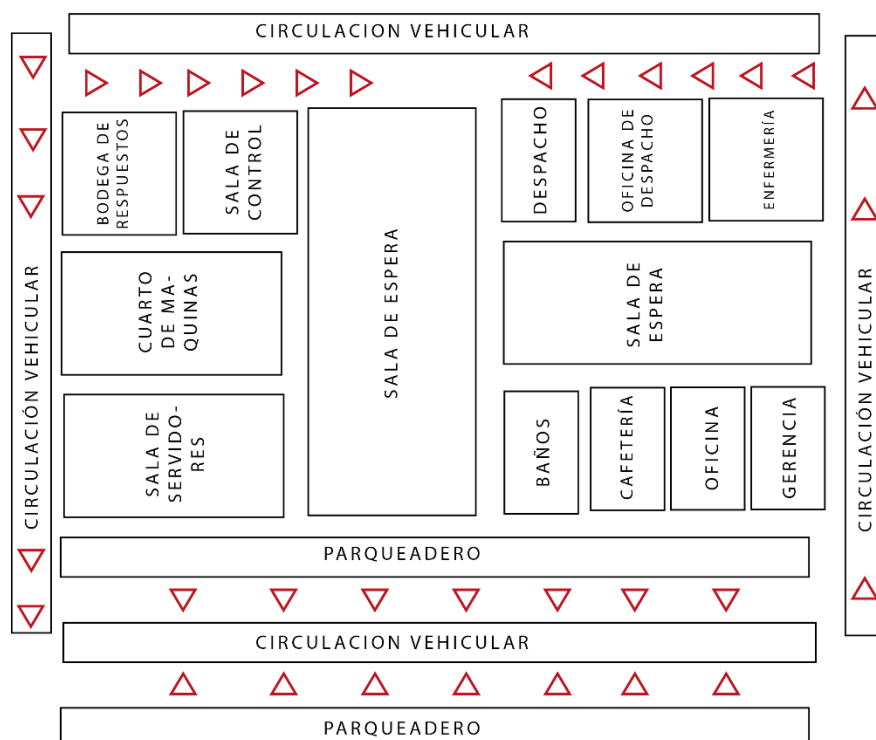


Figura 60: Organigrama centro de carga de Ricaurte.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Zonificación

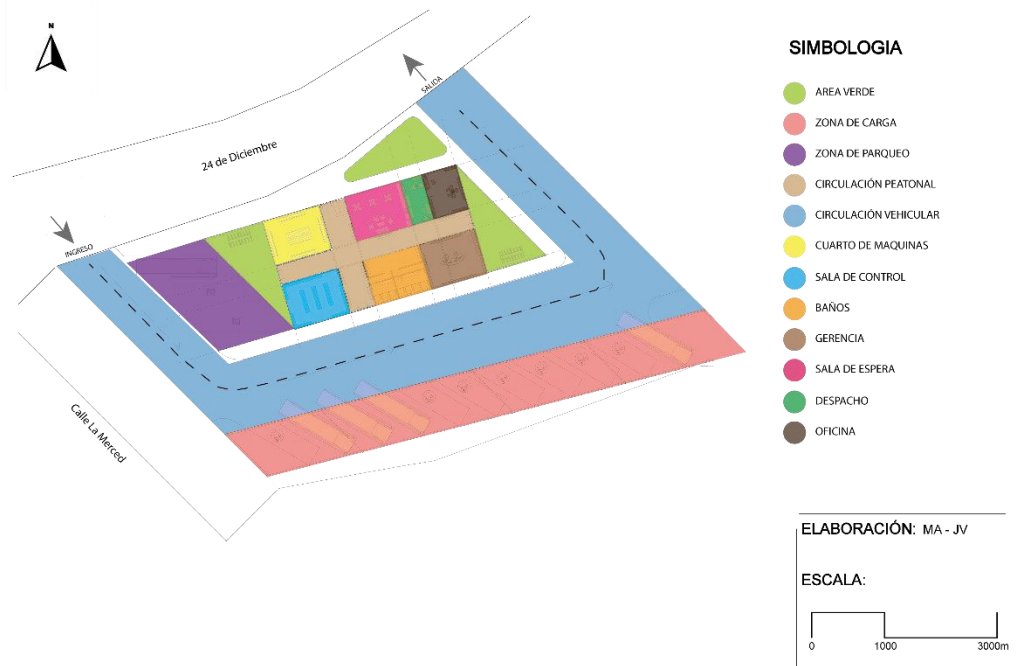


Figura 61: Zonificación centro de carga Baños.
Fuente: Elaboración propia.

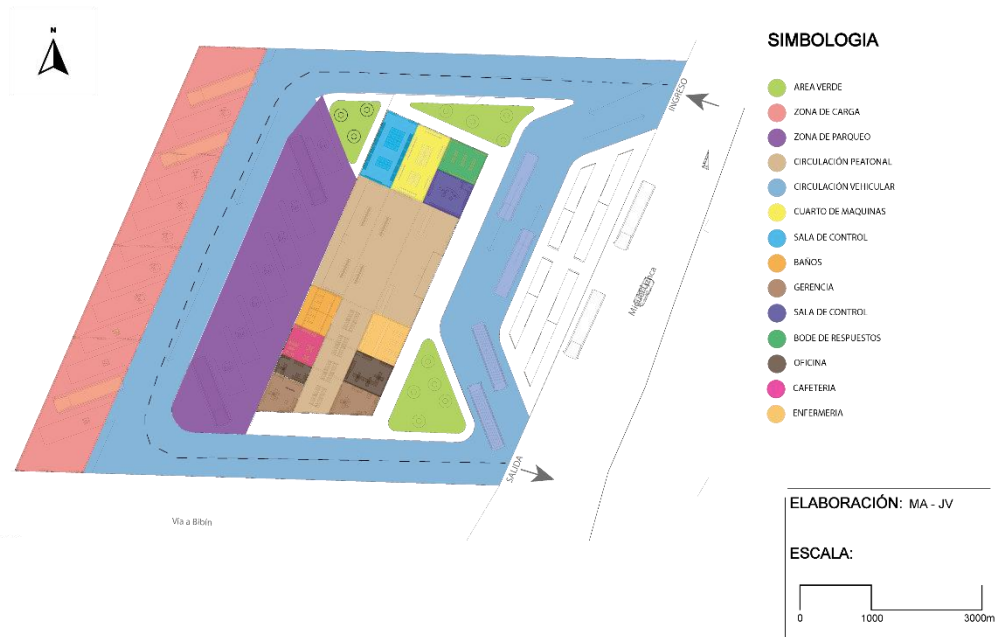


Figura 62: Zonificación centro de carga Ricaurte.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Circulaciones y accesos

La disposición de las circulaciones se adapta a la operación de los autobuses eléctricos de la Línea 100, estableciendo recorridos explícitos y funcionales. Se aportan los esquemas que hacen referencia a los pasillos y los principales flujos. El planteamiento atañe a un funcionamiento ordenado en el transcurso de las áreas técnicas y operativas.

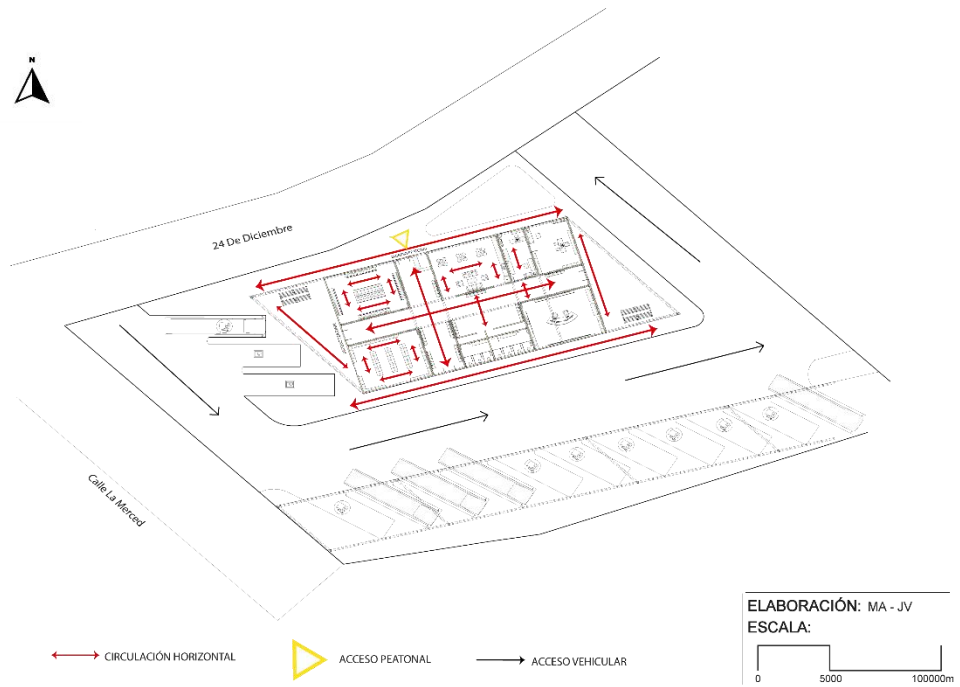


Figura 63: Circulación y acceso peatonal centro de carga Baños.
Fuente: Elaboración propia.

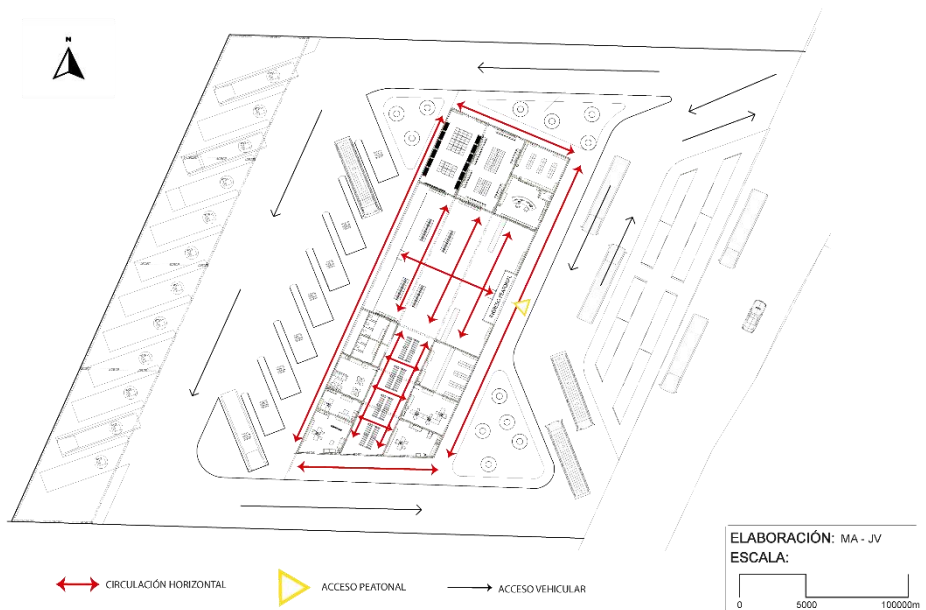


Figura 64: Circulación y acceso peatonal en el centro de carga de Ricuarte.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.7 Presupuesto

Ítem	Rubro principal	Unidad	Cantidad	Precio unitario (USD)	Subtotal (USD)
1	Obras preliminares y movimiento de tierras	global	2	12.500,00	25.000,00
2	Cimentaciones y obras de hormigón	global	2	30.000,00	60.000,00
3	Estructura metálica principal	global	2	80.000,00	160.000,00
4	Cubiertas y cerramientos	global	2	62.500,00	125.000,00
5	Pavimentos y obras exteriores	global	2	37.500,00	75.000,00
6	Integración arquitectónica FV (estructura y montaje físico)	global	2	54.000,00	108.000,00
7	Paneles solares – centros de carga	unidad	468	150,00	70.200,00
8	Paneles solares – viviendas generadoras	unidad	1872	150,00	280.800,00
9	Infraestructura arquitectónica centros de carga e inversores y controladores	global	2	630.000,00	1.260.000,00
10	Infraestructura fotovoltaica residencial (inversores, medidores bidireccionales, protecciones e instalación a red)	vivienda	468	1350.00,00	631.800,00
11	Autobuses eléctricos	unidad	24	395.500	9.492.000,00
TOTAL COSTO DIRECTO DEL PROYECTO					\$ 12.287.800,00

Tabla 16: Presupuesto general

Fuente: Elaboración propia.

4.2.8 Criterios de diseño arquitectónico

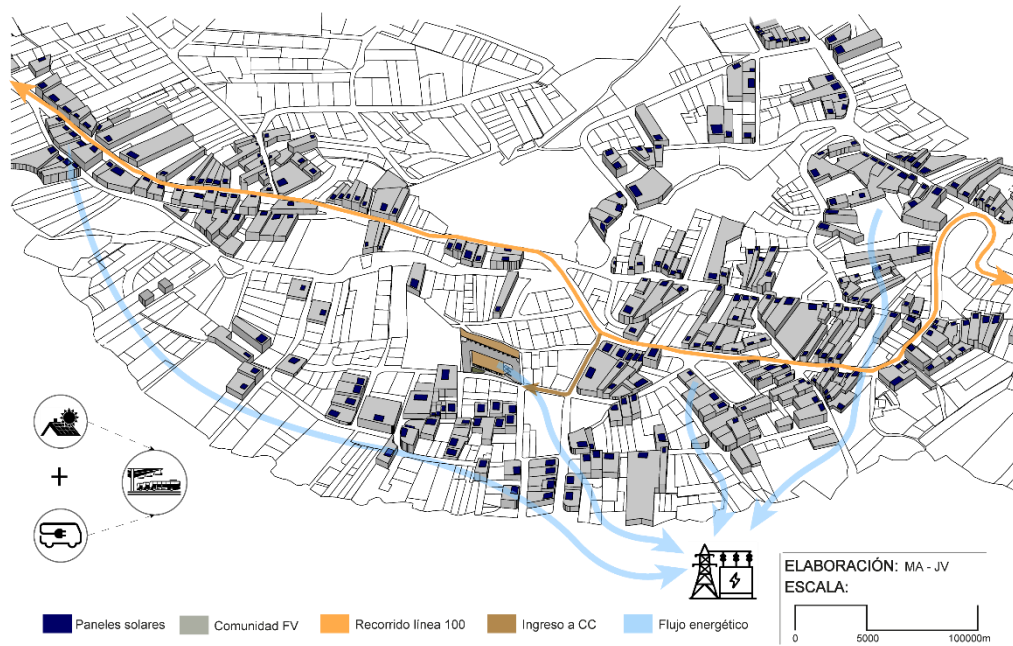


Figura 65: Esquema territorial de integración energética y operativa de la Línea 100 Baños.
Fuente: Elaboración propia.

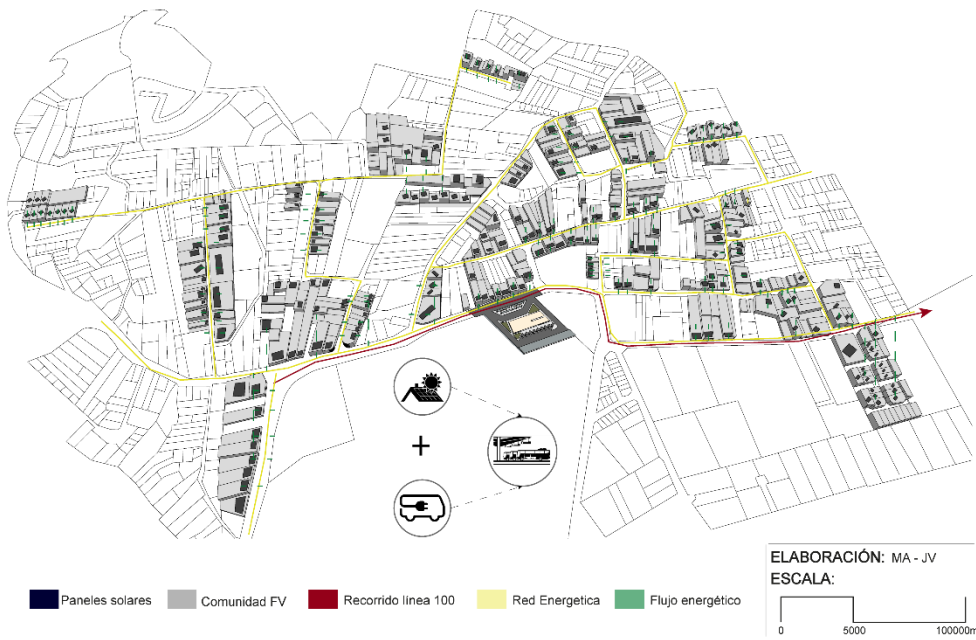


Figura 66: Esquema territorial de integración energética y operativa de la Línea 100 Ricaurte.
Fuente: Elaboración propia.

4.3 Integración del sistema fotovoltaico en las viviendas generadoras

La incorporación de cuatro paneles fotovoltaicos por vivienda se ajusta a las condiciones reales de las cubiertas residenciales que suelen verse afectadas constructivamente por elementos o partes de la cubierta que sombrean, con la consecuente disminución de la superficie útil para la captación solar (Agencia Internacional de la Energía, 2022). Del mismo modo, la concentración controlada de los paneles permite poder optimizar la ubicación y su orientación, disminuyendo las pérdidas en el rendimiento, lo que también se traduce en un mejor rendimiento energético principal (Laboratorio Nacional de Energías Renovables, 2021).

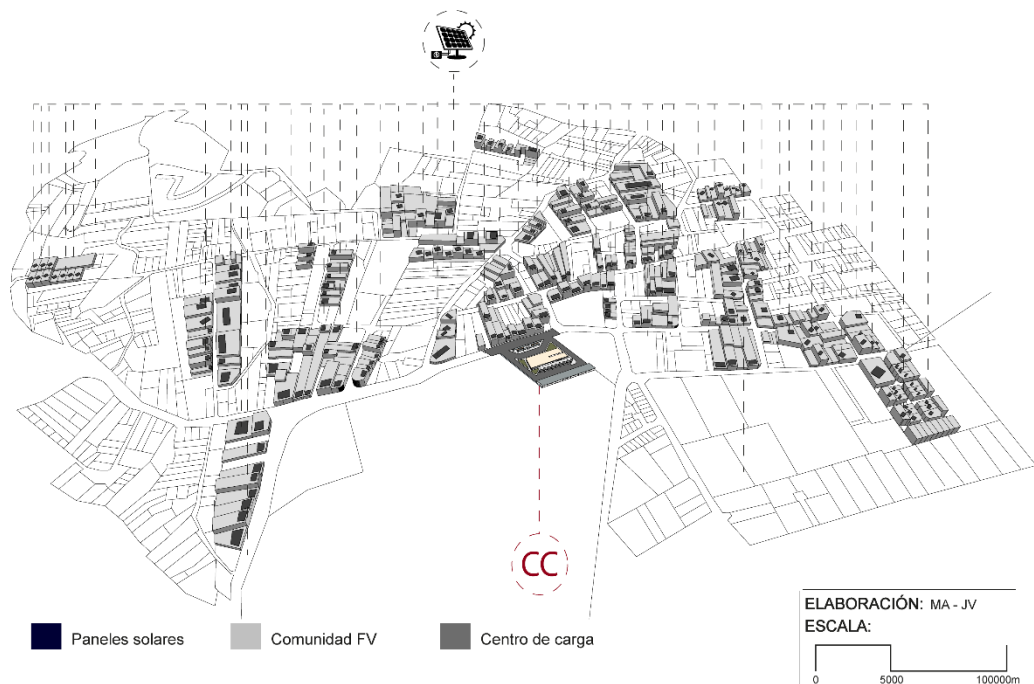


Figura 67: Esquema volumétrico del sistema fotovoltaico con el centro de carga Ricaurte
Fuente: Elaboración propia.

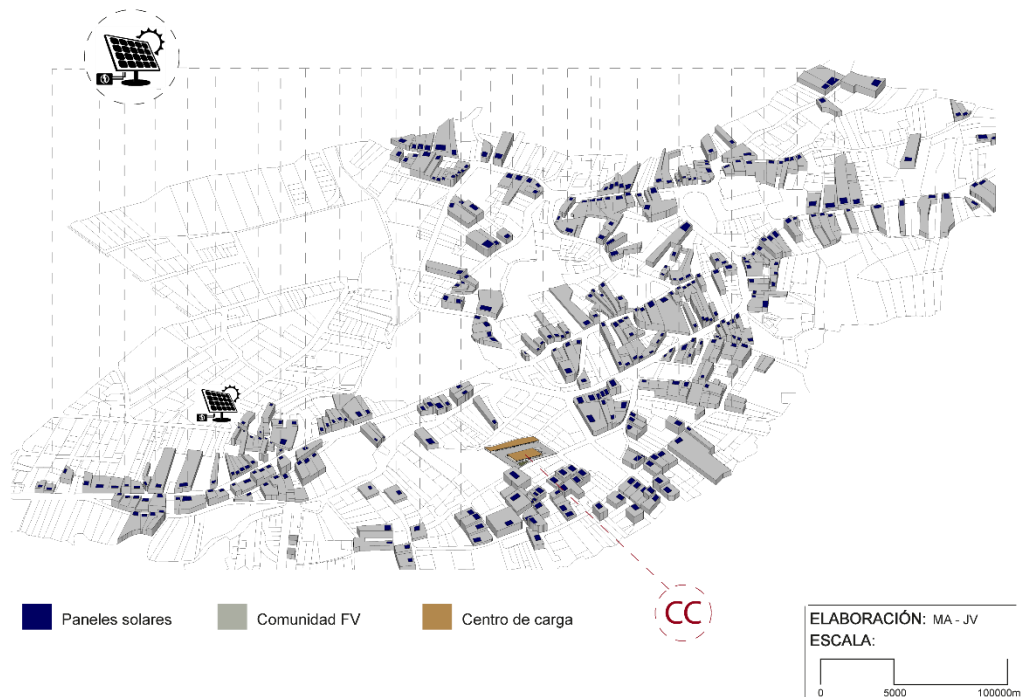


Figura 68: Esquema volumétrico del sistema fotovoltaico con el centro de carga Baños
Fuente: Elaboración propia.

4.3.1 Integración fotovoltaica en el centro de carga

El centro de carga está compuesto por paneles solares que se han proyectado sobre su cubierta y este hecho está pensado como un apoyo al sistema energético que se ha definido. La disposición de los paneles en la cubierta se resuelve con base a criterios de asoleamiento y funcionalidad, permitiendo aprovechar la radiación solar sin verse afectada la operación de recarga de los autobuses eléctricos. La cubierta de paneles solares tiene también un sentido arquitectónico que genera sombra y protección de las áreas de carga. Así, el centro de carga potencia el esquema de generación descentralizada, donde las viviendas generadoras son el principal aporte energético que hace la propuesta.



Figura 69: Paneles solares CC – Baños
Fuente: Elaboración propia.



Figura 70: Paneles solares CC – Ricaurte
Fuente: Elaboración propia.

4.4 Relación entre resultados y propuesta arquitectónica

Se define los principales resultados técnicos y energéticos del sistema propuesto, vinculándolos directamente con su aplicación urbano – arquitectónica en los centros parroquiales de Baños y Ricaurte. Esto evidencia cómo la comunidad energética fotovoltaica se consolida como una estrategia territorial, donde la vivienda se convierte en infraestructura activa y el centro de carga en nodo complementario dentro de una microrred urbana.

Los resultados permiten comprender que la viabilidad del sistema no depende únicamente del dimensionamiento energético, sino de la articulación coherente entre arquitectura, tejido residencial y movilidad eléctrica.

Resultado técnico	Aplicación urbano–arquitectónica en la comunidad energética
Flota total de 24 autobuses eléctricos BYD K9.	Consolidación de un sistema de movilidad eléctrica articulado territorialmente entre Baños y Ricaurte, respaldado por infraestructura energética local
Recorrido diario por unidad: 120 km	Dimensionamiento energético basado en la operación real de la línea 100
Consumo promedio de 1,4 kWh/km	Cálculo técnico alineado con estándares internacionales para buses eléctricos urbanos
Demanda energética total: 3.360 kWh/día	Determinación del requerimiento energético real que debe cubrir la comunidad fotovoltaica
Generación total estimada: 3.367 kWh/día	Verificación de que la producción comunitaria cubre la demanda operativa del sistema
468 viviendas generadoras	Activación del tejido residencial como infraestructura energética distribuida
4 paneles fotovoltaicos de 450 W por vivienda.	Integración arquitectónica en cubiertas a dos aguas sin alterar la morfología urbana existente
1872 paneles instalados en viviendas	Escala barrial de producción energética descentralizada
Generación residencial: 2.694 kWh/día (80 % del total)	Priorización estratégica de la generación distribuida como base del modelo urbano
2 centros de carga estratégicos (Baños y Ricaurte)	Equipamientos urbanos como nodos energéticos de apoyo
234 paneles por centro de carga (468 en total)	Infraestructura complementaria de concentración energética
Generación centros de carga: 672 kWh/día (20 %)	Rol subsidiario y regulador dentro del sistema comunitario
Total de paneles instalados: 2340 paneles	Configuración de una microrred fotovoltaica urbana a escala parroquial

Frecuencia estimada del sistema: 5–6 minutos Impacto directo en la eficiencia del servicio urbano

Inversión total del proyecto: USD 11.656.000,00 Viabilidad integral que articula arquitectura, energía y movilidad sostenible

Tabla 17: Integración fotovoltaica residencial en la Línea 100.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 71: Render de CC conjunto a su comunidad fotovoltaica del CP de Baños.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 72: Render de CC conjunto a su comunidad fotovoltaica del CP de Ricaurte.
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

5.1 Discusión de resultados

A lo largo del desarrollo de esta investigación fue posible comprobar que la propuesta no se limita a una intención teórica, sino que puede sostenerse a partir de datos reales y una lectura territorial coherente. El cálculo energético permitió estimar una demanda aproximada de 3.360 kWh diarios para la operación de los autobuses eléctricos de la Línea 100, mientras que la generación proyectada del sistema fotovoltaico alcanza alrededor de 3.366 kWh diarios, lo que evidencia un equilibrio energético cercano entre generación y demanda dentro de la operación diaria del sistema. Aunque la diferencia entre ambos valores es mínima, este balance indica que la generación solar distribuida puede cubrir prácticamente la totalidad de la energía requerida para el funcionamiento del transporte eléctrico, considerando además que en los sistemas fotovoltaicos conectados a red es habitual que pequeñas variaciones en la radiación solar, pérdidas eléctricas o cambios en la operación sean compensados mediante la interconexión con la red pública, la cual actúa como respaldo energético y contribuye a mantener la estabilidad del sistema. Al contrastar estos resultados con el caso de Barcelona, España, donde se han incorporado autobuses eléctricos junto con sistemas fotovoltaicos instalados en depósitos de carga como el de Zona Franca, se observa que la generación solar cubre aproximadamente entre 15 % y 25 % de la demanda energética anual de las instalaciones de carga, funcionando principalmente como complemento de la red eléctrica urbana (European Commission, 2020; TMB, 2021). La radiación solar promedio es inferior a la del sur del Ecuador, por lo que la estrategia energética depende en mayor medida de la articulación con la red eléctrica centralizada.

Los resultados obtenidos en esta investigación se alinean con lo señalado por la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2022) y la International Renewable Energy Agency (IRENA, 2019), que reconocen la generación distribuida fotovoltaica como una estrategia técnicamente viable para descentralizar la producción energética y fortalecer la resiliencia de los sistemas eléctricos locales. En el caso analizado, la estructura urbana de los centros parroquiales presenta densidades de baja a media densidad con predominio de vivienda unifamiliar. Esta condición tiene efectos positivos para la integración solar, ya que la menor compactación edificatoria facilita la disponibilidad de cubiertas, reduce sombras proyectadas y permite instalar sistemas fotovoltaicos sin alterar la morfología urbana. Sin embargo, también implica desafíos, ya que una densidad menor reduce la concentración de demanda energética por unidad de superficie y puede incrementar la longitud de redes de conexión entre puntos de generación y consumo. A pesar de ello, los resultados demuestran que, incluso bajo estas condiciones de densidad baja-media, es posible cubrir el 80 % de la demanda operativa desde el tejido residencial, lo que confirma que la

descentralización energética no depende exclusivamente de altas densidades urbanas, sino de una adecuada articulación entre morfología, radiación solar y planificación territorial.

El centro de carga se plantea como un apoyo estratégico y no como el núcleo absoluto del sistema. Esta decisión fue intencional, ya que concentrar toda la generación en un solo punto hubiera contradicho el enfoque descentralizado que sustenta la propuesta. Desde la arquitectura, esto implica pensar la infraestructura como parte del tejido y no como un objeto aislado.

Es importante reconocer que los resultados parten de estimaciones técnicas y promedios energéticos, por lo que una implementación real requeriría estudios más específicos sobre radiación solar y posiblemente la incorporación de almacenamiento energético. Estas limitaciones forman parte natural de un trabajo académico y no restan valor al planteamiento, sino que abren oportunidades para investigaciones futuras.

5.2 Conclusiones

El desarrollo de esta investigación permitió comprender que la integración de comunidades energéticas fotovoltaicas como soporte del transporte público eléctrico en la Línea 100 no es únicamente una solución técnica, sino una estrategia territorial que transforma la manera en que entendemos la relación entre energía, arquitectura y ciudad. Se concluye que el modelo propuesto es viable no solo desde el punto de vista energético, sino también arquitectónico y urbano. La generación distribuida estimada logra cubrir la demanda diaria del sistema con un margen positivo que respalda su estabilidad operativa, y al mismo tiempo se adapta a la morfología existente sin alterar la escala ni la identidad del tejido construido.

El estudio urbano evidencia que la viabilidad del sistema no depende exclusivamente de la radiación solar disponible, sino también de la configuración física del territorio. Las parroquias de Baños y Ricaurte presentan densidades aproximadas de 13,45 viviendas por hectárea y 13,87 viviendas por hectárea configurando un tejido de baja a media densidad con predominio de vivienda unifamiliar. Esta condición resulta favorable para el modelo planteado, ya que la disponibilidad de cubiertas y la menor compactación edificatoria permiten integrar sistemas fotovoltaicos sin saturar el paisaje urbano ni generar conflictos volumétricos. Las viviendas mantienen su escala y tipología original, pero adquieren un nuevo rol como infraestructura energética activa dentro del sistema territorial. Desde la parte económica, aunque la implementación del modelo requiere una inversión inicial significativa asociada a la infraestructura de transporte eléctrico y los sistemas fotovoltaicos instalados tanto en los centros de carga como en las viviendas, la generación energética distribuida permite aprovechar superficies existentes del tejido urbano y, a largo plazo, puede contribuir a reducir los costos operativos del sistema, al disminuir la

dependencia de fuentes energéticas externas y estabilizar el abastecimiento energético del transporte público.

El centro de carga cumple un papel complementario dentro de esta lógica descentralizada. Su dimensión y localización responden a criterios de integración urbana, evitando la concentración excesiva de infraestructura y manteniendo coherencia con la escala parroquial. De esta manera, la propuesta confirma que la movilidad eléctrica no debe entenderse únicamente como el reemplazo tecnológico de vehículos a combustión, sino como una transformación más amplia del territorio, en la que arquitectura, energía y planificación urbana actúan de manera coordinada.

Se demuestra que un modelo energético descentralizado puede implementarse en contextos de densidad baja a media sin comprometer la identidad urbana ni requerir transformaciones morfológicas agresivas. El transporte público convencional ha dependido históricamente de combustibles fósiles, consolidando un sistema centralizado, altamente emisor y desvinculado del territorio que lo sostiene. Frente a ello, la propuesta desarrollada plantea una transición hacia un esquema donde la energía no proviene de fuentes externas y contaminantes, sino que se produce a partir de recursos renovables locales. La ciudad deja de ser solo consumidora de energía y se convierte en productora activa de los recursos que necesita para movilizarse. El modelo planteado no solo es técnicamente viable, sino territorialmente coherente y económicamente racional, lo que lo convierte en una alternativa replicable en otros corredores urbanos con características similares. Más que una propuesta tecnológica, el proyecto plantea una nueva manera de entender la arquitectura como parte de la infraestructura energética del territorio, integrando movilidad, vivienda y sostenibilidad dentro de una misma estrategia urbana.

5.3 Limitaciones

Este estudio se desarrolló bajo condiciones específicas de información y contexto. Los cálculos energéticos no parten de mediciones realizadas directamente en sitio durante varios años, sino de promedios de radiación solar disponibles para la zona y de estimaciones del consumo operativo de la flota de autobuses eléctricos, tomando como referencia técnica el modelo BYD K9. Esto implica que, aunque los resultados muestran coherencia y permiten evidenciar la viabilidad del sistema propuesto, su comportamiento real podría variar frente a cambios climáticos, diferencias estacionales o modificaciones en la operación diaria del transporte. Por esta razón, la comprobación definitiva del modelo solo podría alcanzarse mediante su implementación real y el seguimiento de su funcionamiento a lo largo del tiempo.

En cuanto al análisis urbano, este se apoyó en la configuración actual de los centros parroquiales de Baños y Ricaurte, donde se registran densidades aproximadas de 13,45 y 13,87 viviendas por hectárea respectivamente. Estas cifras responden a una realidad territorial concreta correspondiente al momento en que se realizó el estudio. Sin

embargo, el territorio se encuentra en constante transformación debido a procesos de crecimiento y consolidación urbana. En este sentido, los cambios futuros en el tejido urbano podrían modificar las condiciones que hoy permiten la integración de sistemas fotovoltaicos en las viviendas. De igual manera, la identificación de viviendas con potencial para incorporar paneles solares se realizó mediante un proceso de análisis cartográfico apoyado en ortofotografías y bases de datos disponibles en plataformas institucionales, sin una verificación directa en campo. Aunque esta metodología permite obtener una aproximación confiable, siempre existirá un margen de diferencia que solo podría reducirse mediante un levantamiento detallado en el sitio.

El estudio se centró principalmente en demostrar la viabilidad energética y arquitectónica del modelo propuesto, por lo que el análisis económico relacionado con la adquisición de los equipos fotovoltaicos y su instalación en las viviendas no se desarrolló en profundidad. La implementación real de una comunidad energética requeriría analizar con mayor detalle los costos de los paneles, inversores y sistemas de instalación, así como los posibles mecanismos mediante los cuales los hogares podrían asumir dicha inversión. En este sentido, futuras investigaciones podrían explorar esquemas de financiamiento, incentivos institucionales o modelos de gestión colectiva que faciliten la participación de la población en este tipo de iniciativas.

La propuesta se enfoca en el corredor de la Línea 100 en un contexto donde la incorporación de autobuses eléctricos en Cuenca todavía se encuentra en una etapa inicial. La movilidad eléctrica en el país es un proceso relativamente reciente, por lo que muchos aspectos técnicos y operativos aún continúan ajustándose. Por esta razón, el modelo planteado debe entenderse como una aproximación que busca demostrar la viabilidad del sistema desde una perspectiva urbana, arquitectónica y energética. Su posible aplicación en otros territorios requerirá considerar las particularidades de cada lugar, tales como los niveles de radiación solar, las características del tejido urbano, las tipologías constructivas y el grado de desarrollo del sistema de transporte eléctrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA). (2024). Visor de acceso a datos de NASA POWER . Centro de Investigación Langley de la NASA. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- ARCONEL. (2018). Regulación No. ARCONEL-003/18: Generación distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica. Agencia de Regulación y Control de Electricidad del Ecuador.
- Attia, S. (2022). Net zero energy buildings: Design and evaluation methods. Butterworth-Heinemann.
- Castañeda, J., & Mora, D. (2022). Integración de sistemas fotovoltaicos en entornos urbanos. *Hábitat Sustentable*, 12(2), 45–58.
- CENACE. (2024). Estadísticas del sistema eléctrico ecuatoriano. Centro Nacional de Control de Energía.
- CEPAL. (2024). Transición energética y desarrollo sostenible en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Energy Cities. (2019). Citizen energy and community participation in energy transition. <https://energy-cities.eu>
- European Commission. (2019). Clean energy for all Europeans package. European Commission.
- Fraas, L., & Partain, L. (2010). Solar cells and their applications (2nd ed.). Wiley.
- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE). (2020). Photovoltaics report. Fraunhofer ISE.
- GAD Municipal de Cuenca. (2021). Plan de uso y gestión del suelo (PUGS). Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca.
- Geels, F. W. (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions. *Research Policy*, 41(6), 991–1000.
- Green, M. A. (2019). Solar cells: Operating principles, technology and system applications. University of New South Wales.
- Hughes, T. P. (1993). Networks of power: Electrification in Western society. Johns Hopkins University Press.
- International Energy Agency (IEA). (2023). Renewables 2023. <https://www.iea.org>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2015). Atlas solar del Ecuador. INAMHI.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022). Censo de población y vivienda. INEC.

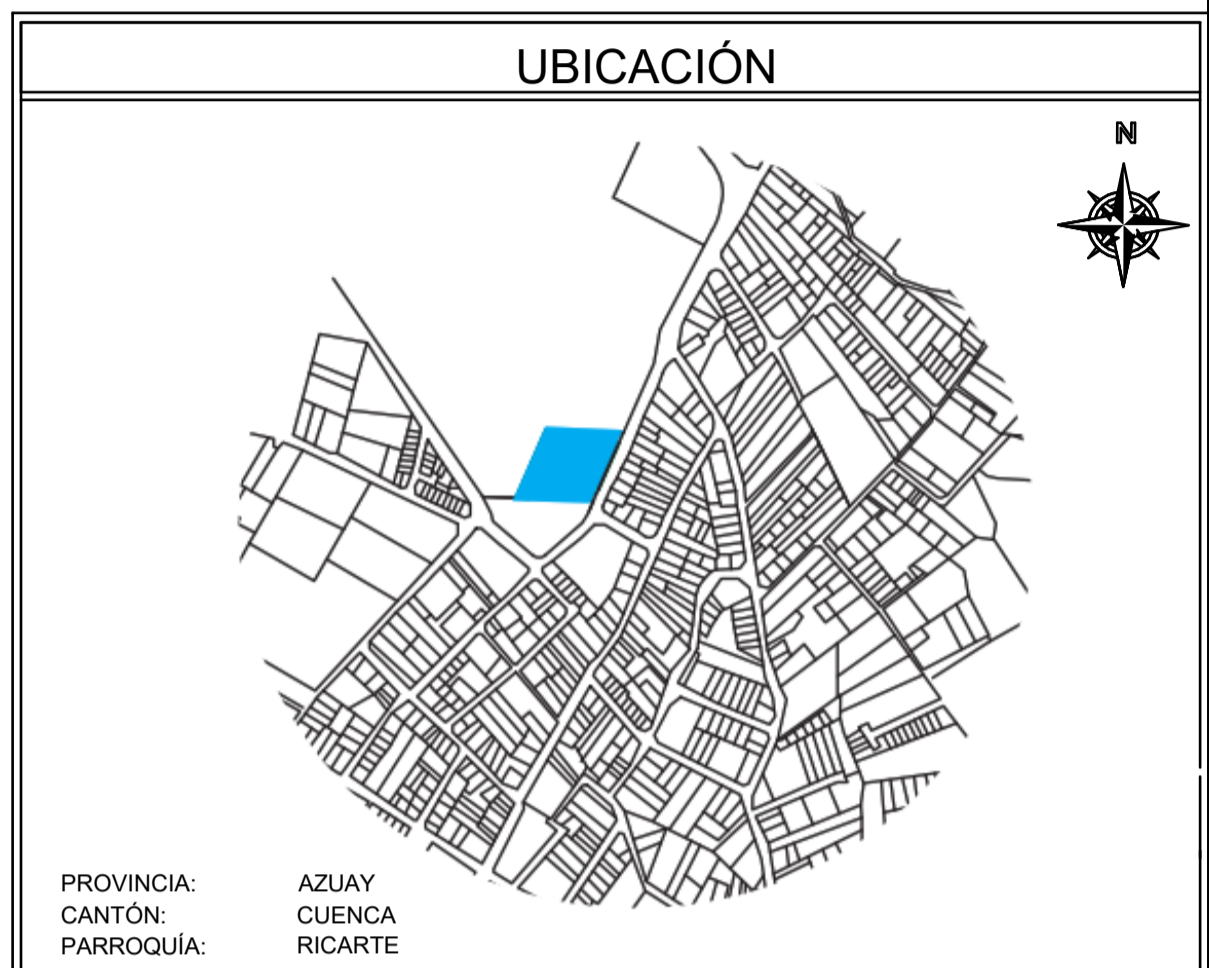
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2023). Normas técnicas ecuatorianas para instalaciones eléctricas. INEN.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). World energy transitions outlook 2023. <https://www.irena.org>
- IRIS Smart Cities. (2021). Smart energy communities in European cities. European Union.
- Jordan, D., & Kurtz, S. (2021). Photovoltaic degradation rates—An analytical review. *Progress in Photovoltaics*, 29(1), 3–12.
- Klein, S., & Palm, J. (2022). *Community energy and renewable transitions*. Routledge.
- Leal, J., & Torres, M. (2020). Energía solar distribuida en ciudades latinoamericanas. *Energía y Sociedad*, 8(1), 55–70.
- Mom, G. (2013). *The electric vehicle: Technology and expectations in the automobile age*. Johns Hopkins University Press.
- National Renewable Energy Laboratory (NREL). (2021). *Solar photovoltaic system design guidelines*. U.S. Department of Energy.
- NEC-SE. (2015). *Norma ecuatoriana de la construcción: Instalaciones eléctricas*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Nitta, T., et al. (2015). Solar photovoltaics in urban environments. *Energy and Buildings*, 89, 56–63.
- PVGIS. (2023). *Photovoltaic Geographical Information System*. European Commission Joint Research Centre. <https://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>
- Prieto, J. (2021). Integración arquitectónica de sistemas fotovoltaicos. *Arquitectura y Energía*, 6(2), 34–48.
- Smil, V. (2017). *Energy transitions: Global and national perspectives*. Praeger.
- UN-Habitat. (2022). *World cities report 2022*. United Nations.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). *Global environment outlook*. United Nations.
- World Bank Group & Solargis. (2023). *Global solar atlas 2.0*. World Bank.

ANEXOS

Anexo 1: Planos arquitectónicos y renders generales



PLANTA BAJA
Escala: 1: 200



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CIMENTOS	MAMPOSTERIA DE PIEDRA
ESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO
PAREDES	LADRILLO
CUBIERTA	FIBROCEMENTO - LOSA DE HORMIGON ARMADO
PISOS	CERAMICA - MADERA
GRADAS	METÁLICA
PUERTAS	MADERA
VENTANAS	ALUMINIO
CIELORASO	ESTUCO
REVESTIMIENTO	VARIOS
ENLUCIDOS	MORTERO DE CEMENTO
PINTURAS	LATEX DE CAUCHO

SIMBOLOGÍA

	Línea de corte
	Cotas
	Veredas
$N \pm 0.00$	Nivel de Piso
	Dirección de Pendiente
1	Numeración
	Dirección Vial
	Terreno
	Topografía
	Perímetro del Predio
	Arboles
	Arbustos y Flores
	Puntos

PROYECTO:
CENTRO DE CARGA RICARTE

ESCALA: Las indicadas

OBSERVACIONES:

DIS: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
DIB: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
REV:



EMPLAZAMIENTO Y PLANTA DE CUBIERTAS

Escala: 1: 200

UBICACIÓN



PROVINCIA: AZUAY
CANTÓN: CUENCA
PARROQUIA: RICARTE

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CIMENTOS	MAMPOSTERIA DE PIEDRA
ESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO
PAREDES	LADRILLO
CUBIERTA	FIBROCEMENTO - LOSA DE HORMIGON ARMADO
PISOS	CERAMICA - MADERA
GRADAS	METÁLICA
PUERTAS	MADERA
VENTANAS	ALUMINIO
CIELORASO	ESTUCO
REVESTIMIENTO	VARIOS
ENLUCIDOS	MORTERO DE CEMENTO
PINTURAS	LATEX DE CAUCHO

SIMBOLOGÍA

	Línea de corte
	Cotas
	Veredas
	Nivel de Piso
	Dirección de Pendiente
	Numeración
	Dirección Vial
	Terreno
	Topografía
	Perímetro del Predio
	Arboles
	Arbustos y Flores
	Puntos

PROYECTO:
CENTRO DE CARGA RICARTE

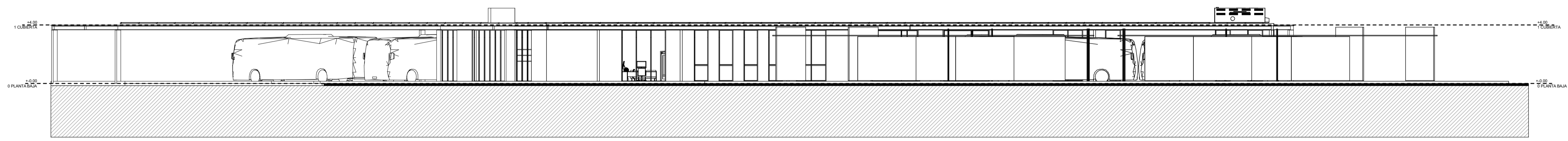
ESCALA: Las indicadas

OBSERVACIONES:

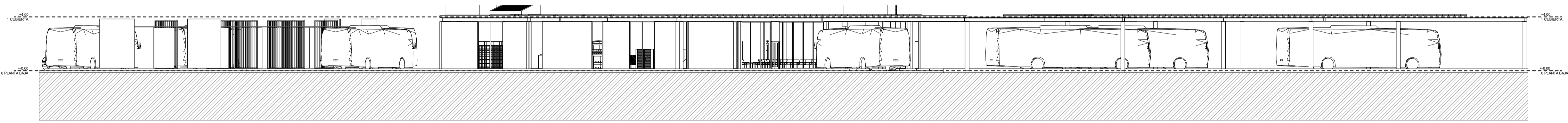
DIS: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
DIB: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
REV:

CONTIENE: EMPLAZAMIENTO Y PLANTA DE CUBIERTAS
Ubicación
Simbología
Especificaciones técnicas

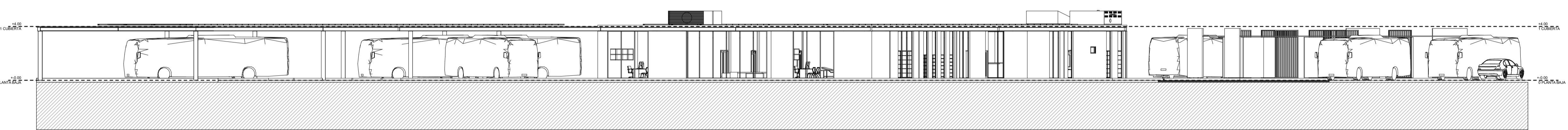
Fecha:
Cuenca, Febrero de 2026
LÁMINA 2/4



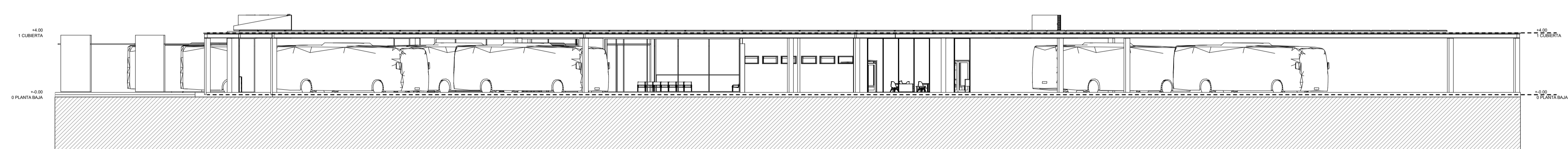
ELEVACION ESTE
Escala: 1:180



ELEVACION NORTE
Escala: 1:180



ELEVACION SUR
Escala: 1:180



ELEVACION OESTE
Escala: 1:180

UBICACIÓN



PROVINCIA: AZUAY
CANTÓN: CUENCA
PARROQUIA: RICARTE

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CIMENTOS	MAMPOSTERIA DE PIEDRA
ESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO
PAREDES	LADRILLO
CUBIERTA	FIBROCEMENTO - LOSA DE HORMIGON ARMADO
PISOS	CERAMICA - MADERA
GRADAS	METÁLICA
PUERTAS	MADERA
VENTANAS	ALUMINIO
CIELORASO	ESTUCO
REVESTIMIENTO	VARIOS
ENLUCIDOS	MORTERO DE CEMENTO
PINTURAS	LATEX DE CAUCHO

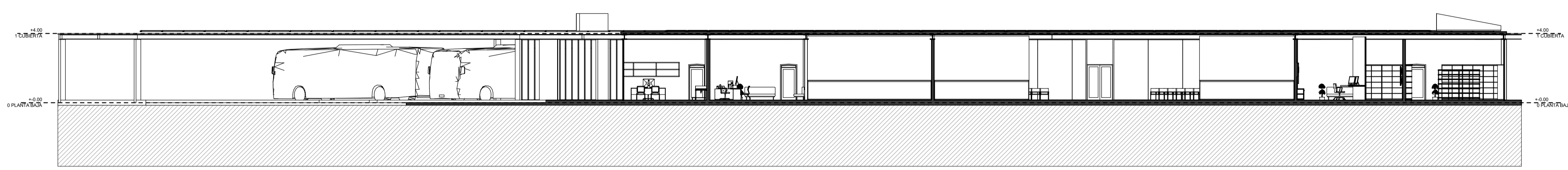
SIMBOLOGÍA

	Línea de corte
	Cotas
	Veredas
	Nivel de Piso
	Dirección de Pendiente
	Numeración
	Dirección Vial
	Terreno
	Topografía
	Perímetro del Predio
	Arboles
	Arbustos y Flores
	Puntos

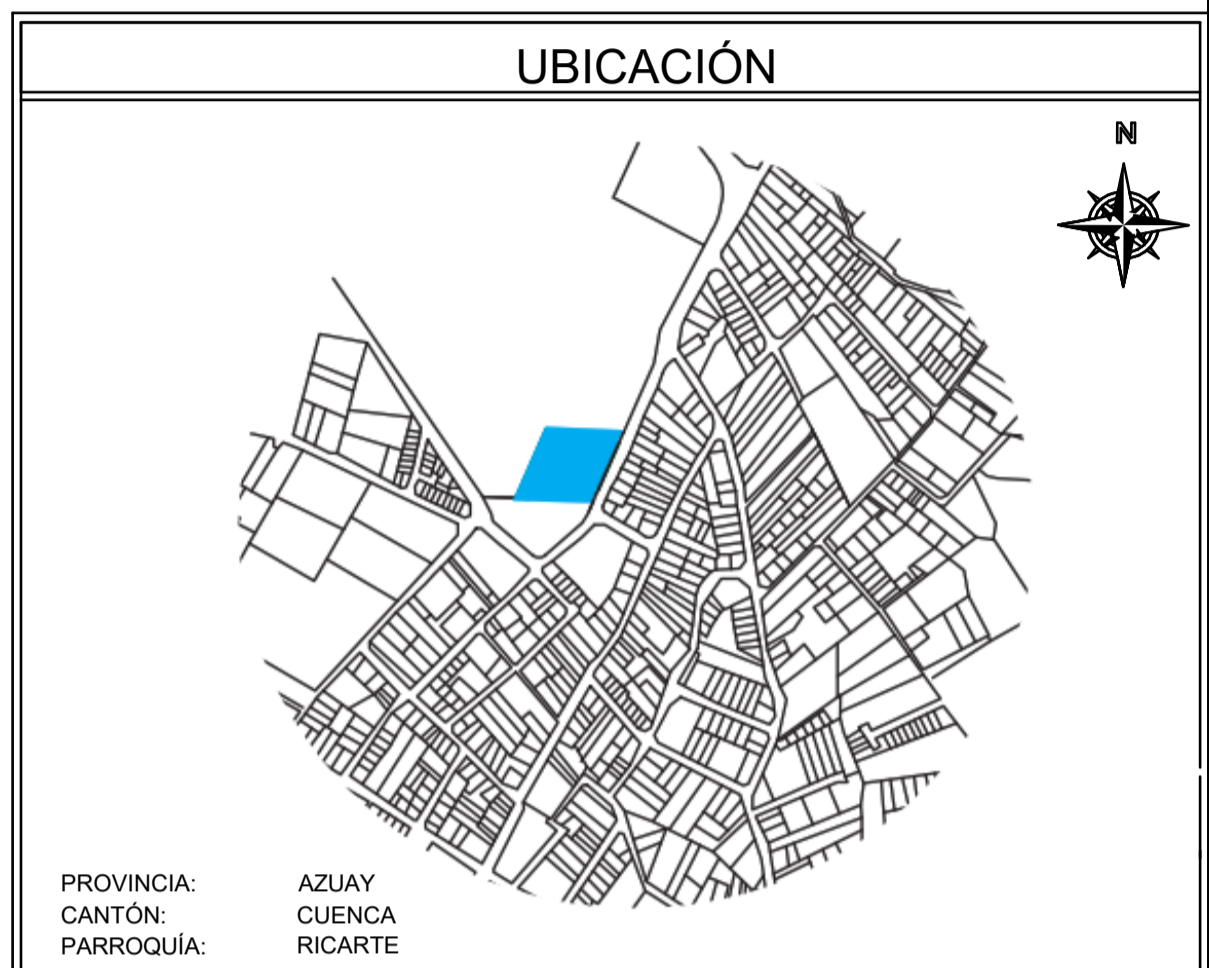
PROYECTO:
CENTRO DE CARGA RICARTE

ESCALA: Las indicadas	OBSERVACIONES:	DIS: Jhon Vasquez - Mateo Avila. DIB: Jhon Vasquez - Mateo Avila. REV:

CONTIENE: ELEVACION NORTE ELEVACION SUR ELEVACION ESTE ELEVACION OESTE	Ubicación Simbología Especificaciones técnicas	Fecha: Cuenca, Febrero de 2026 LÁMINA 3/4
---	--	---



SECCION A-A
Escala: 1:150



ESPECIFICACIONES TECNICAS

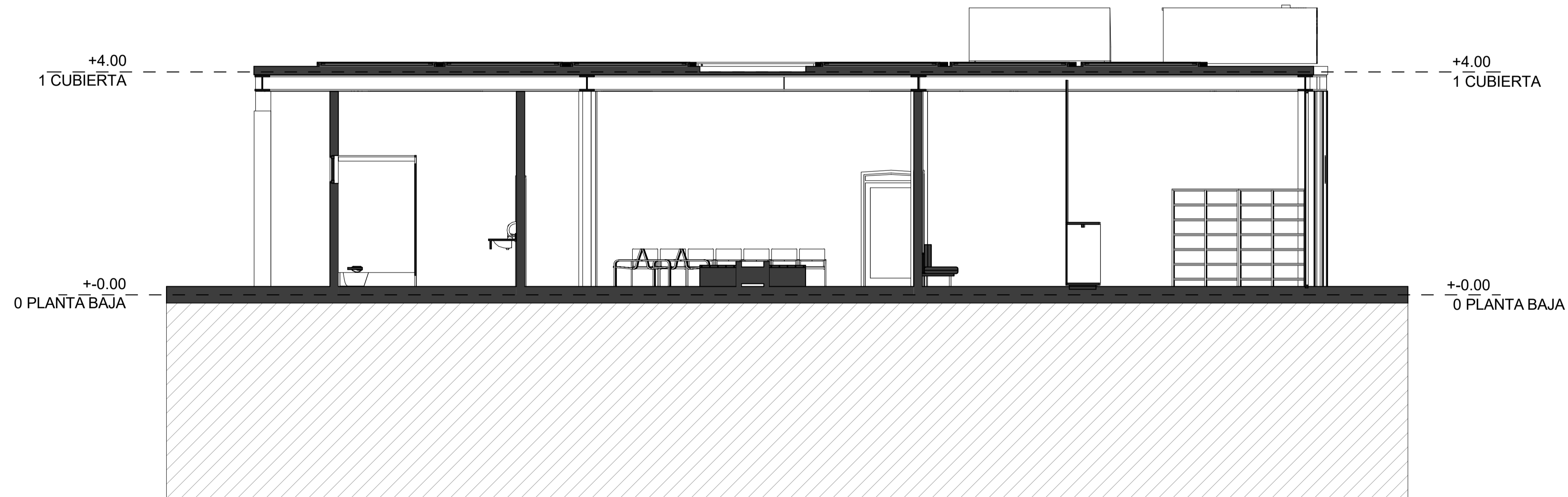
CIMENTOS	MAMPOSTERIA DE PIEDRA
ESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO
PAREDES	LADRILLO
CUBIERTA	FIBROCEMENTO - LOSA DE HORMIGON ARMADO
PISOS	CERAMICA - MADERA
GRADAS	METÁLICA
PUERTAS	MADERA
VENTANAS	ALUMINIO
CIELORASO	ESTUCO
REVESTIMIENTO	VARIOS
ENLUCIDOS	MORTERO DE CEMENTO
PINTURAS	LATEX DE CAUCHO

SIMBOLOGÍA

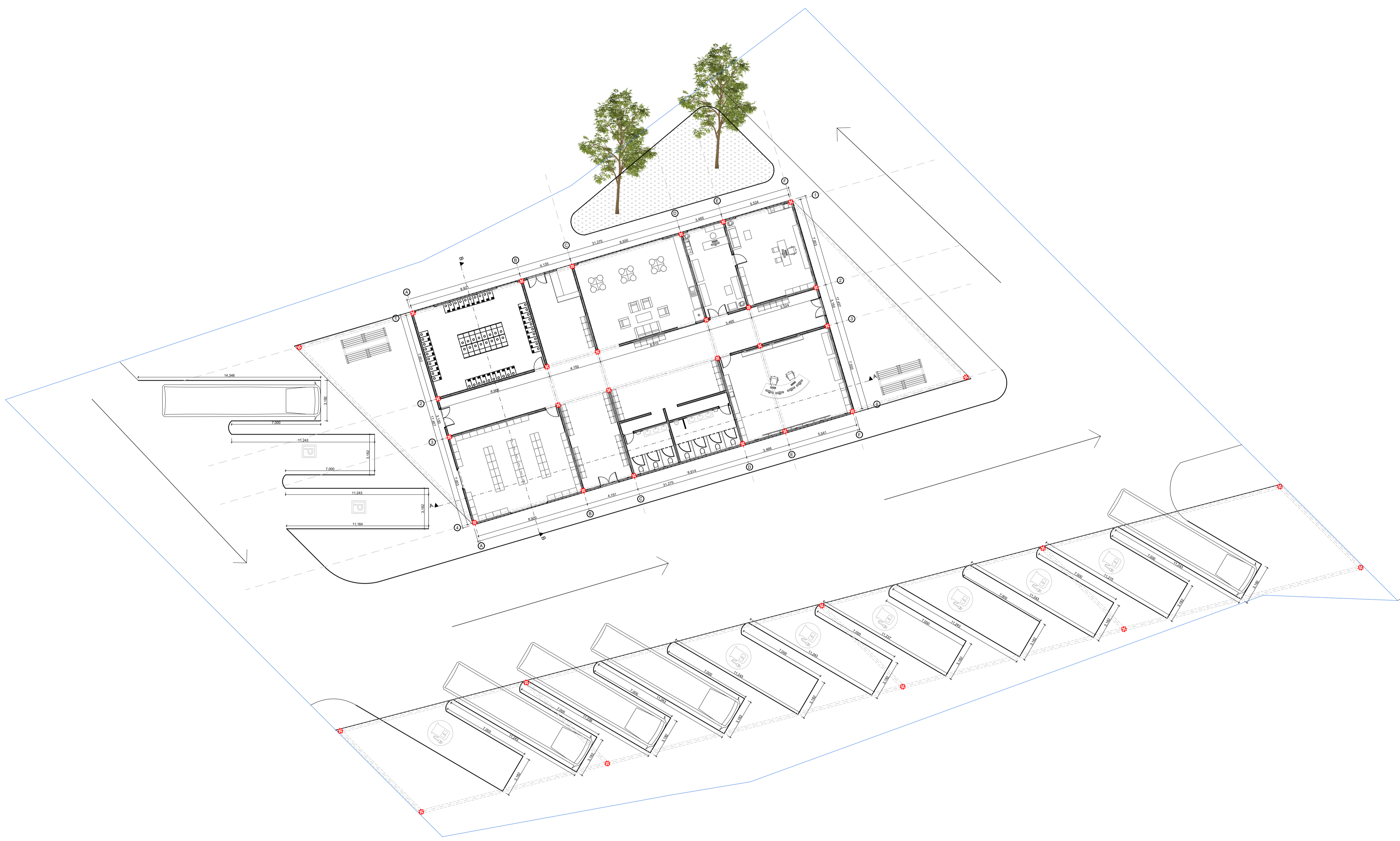
	Línea de corte
	Cotas
	Veredas
	Nivel de Piso
	Dirección de Pendiente
	Numeración
	Dirección Vial
	Terreno
	Topografía
	Perímetro del Predio
	Arboles
	Arbustos y Flores
	Puntos

PROYECTO:
CENTRO DE CARGA RICARTE

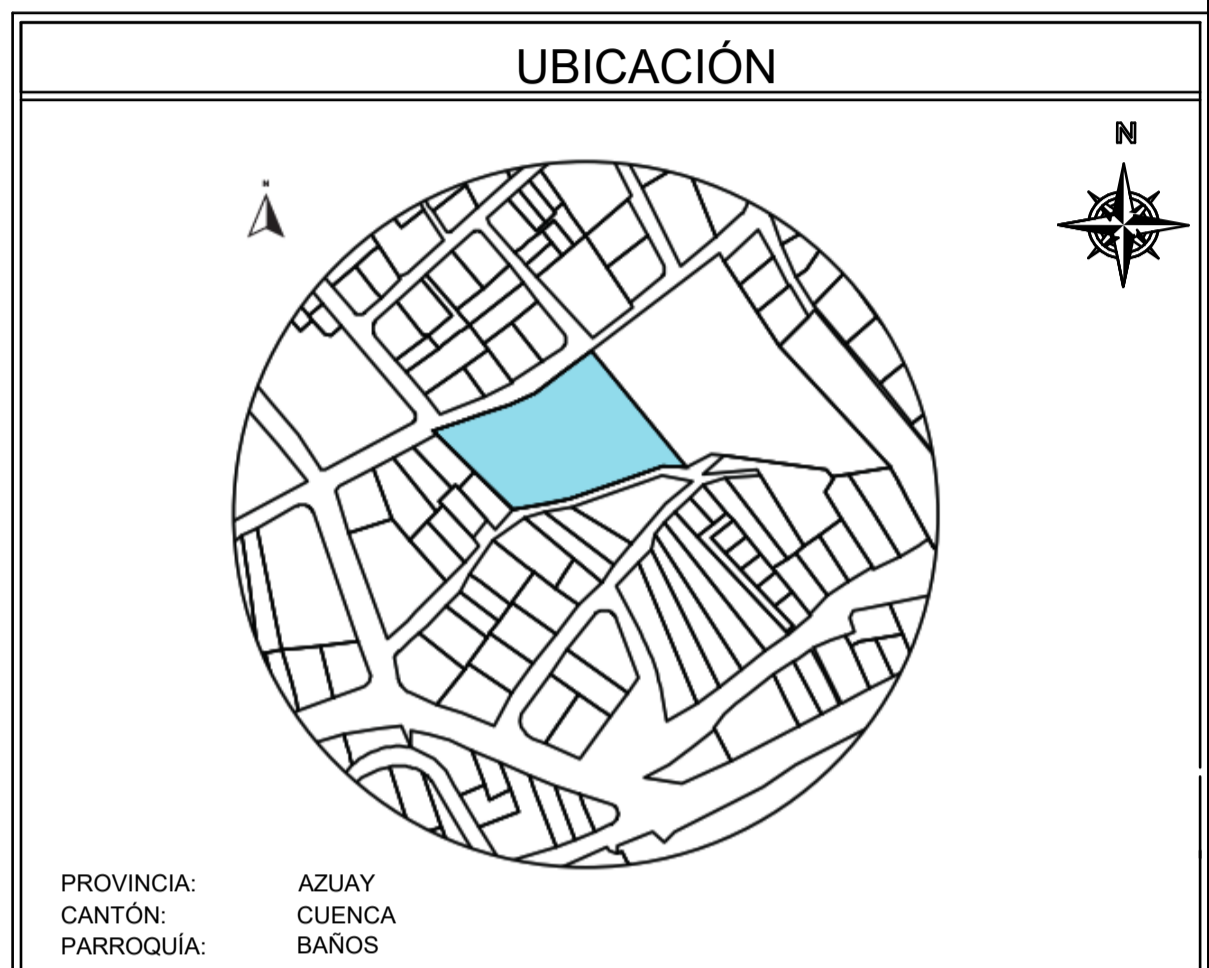
ESCALA: Las indicadas	DIS: Jhon Vasquez - Mateo Avila. DIB: Jhon Vasquez - Mateo Avila. REV:
OBSERVACIONES:	
CONTIENE: SECCIÓN A-A SECCIÓN B-B Ubicación Simbología Especificaciones técnicas	



SECCION B-B
Escala: 1:50



PLANTA BAJA
Escala: 1: 170



ESPECIFICACIONES TECNICAS

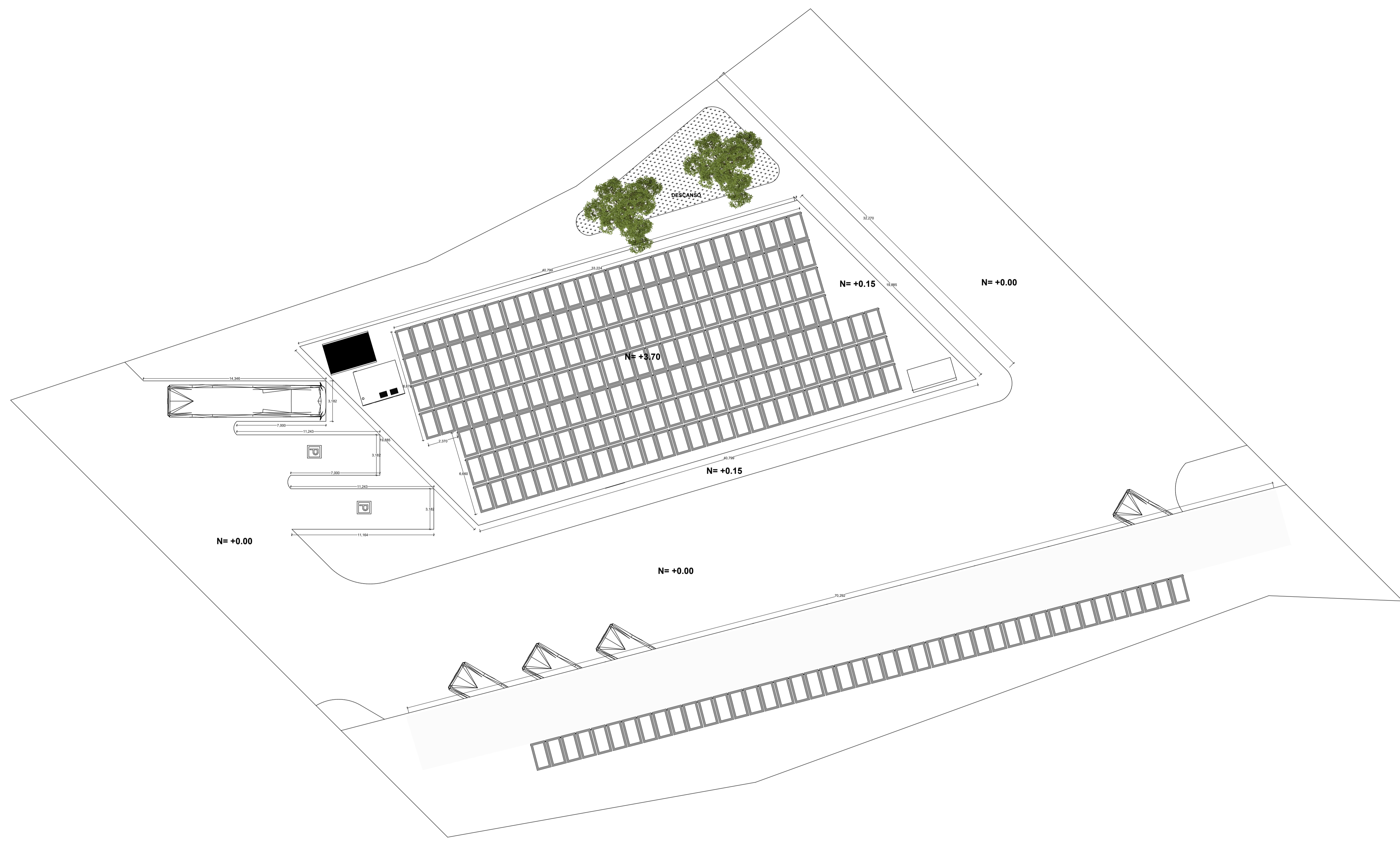
CIMENTOS	MAMPOSTERIA DE PIEDRA
ESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO
PAREDES	LADRILLO
CUBIERTA	FIBROCEMENTO - LOSA DE HORMIGON ARMADO
PISOS	CERAMICA - MADERA
GRADAS	METÁLICA
PUERTAS	MADERA
VENTANAS	ALUMINIO
CIELORASO	ESTUCO
REVESTIMIENTO	VARIOS
ENLUCIDOS	MORTERO DE CEMENTO
PINTURAS	LATEX DE CAUCHO

SIMBOLOGÍA

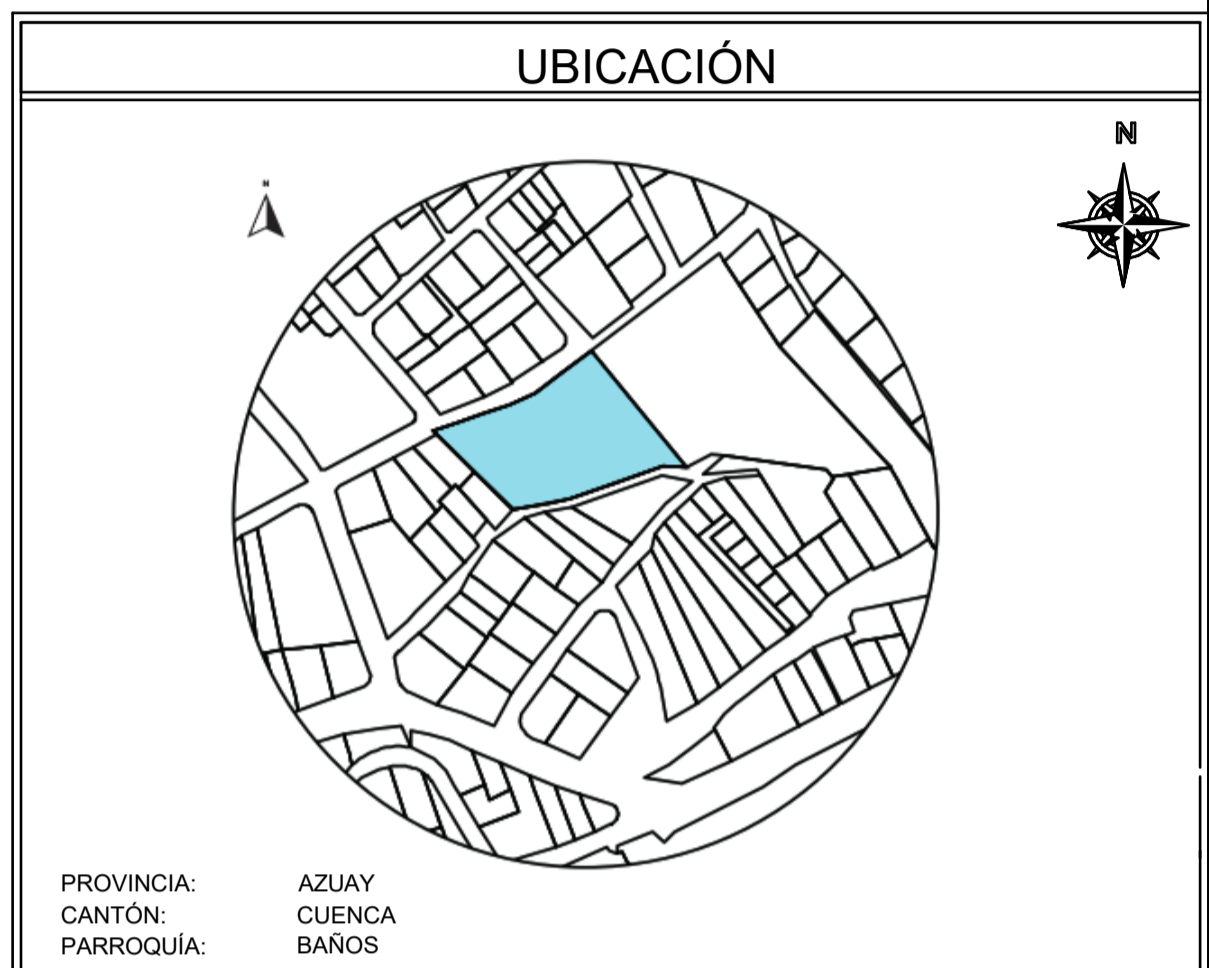
	Línea de corte
	Cotas
	Veredas
	Nivel de Piso
	Dirección de Pendiente
	Numeración
	Dirección Vial
	Terreno
	Topografía
	Perímetro del Predio
	Arboles
	Arbustos y Flores
	Puntos

PROYECTO:
CENTRO DE CARGA BAÑOS

ESCALA: Las indicadas	
OBSERVACIONES:	
	DIS: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
	DIB: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
	REV:



EMPLAZAMIENTO Y PLANTA DE CUBIERTAS
Escala: 1: 200



ESPECIFICACIONES TECNICAS

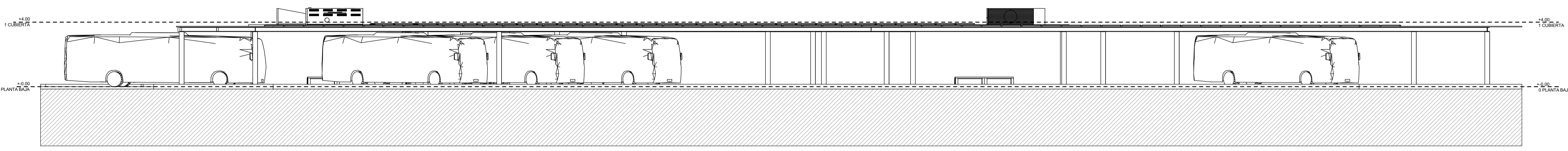
CIMENTOS	MAMPOSTERIA DE PIEDRA
ESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO
PAREDES	LADRILLO
CUBIERTA	FIBROCEMENTO - LOSA DE HORMIGON ARMADO
PISOS	CERAMICA - MADERA
GRADAS	METÁLICA
PUERTAS	MADERA
VENTANAS	ALUMINIO
CIELORASO	ESTUCO
REVESTIMIENTO	VARIOS
ENLUCIDOS	MORTERO DE CEMENTO
PINTURAS	LATEX DE CAUCHO

SIMBOLOGÍA

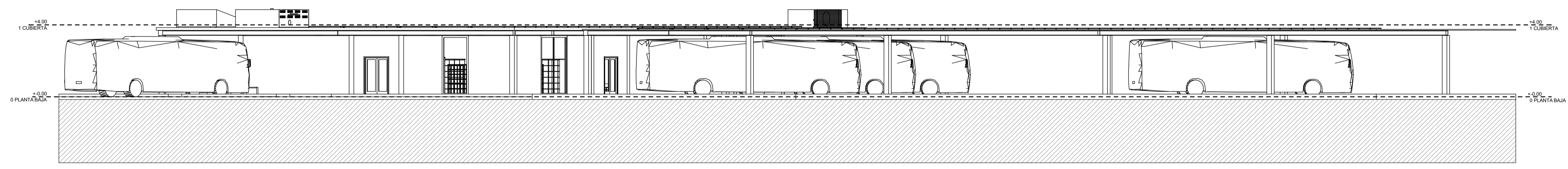
	Línea de corte
	Cotas
	Veredas
	Nivel de Piso
	Dirección de Pendiente
	Numeración
	Dirección Vial
	Terreno
	Topografía
	Perímetro del Predio
	Arboles
	Arbustos y Flores
	Puntos

PROYECTO:
CENTRO DE CARGA BAÑOS

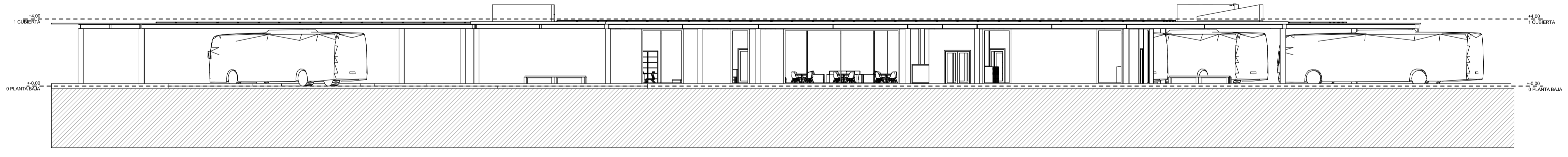
ESCALA: Las indicadas	
OBSERVACIONES:	
	DIS: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
	DIB: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
	REV:



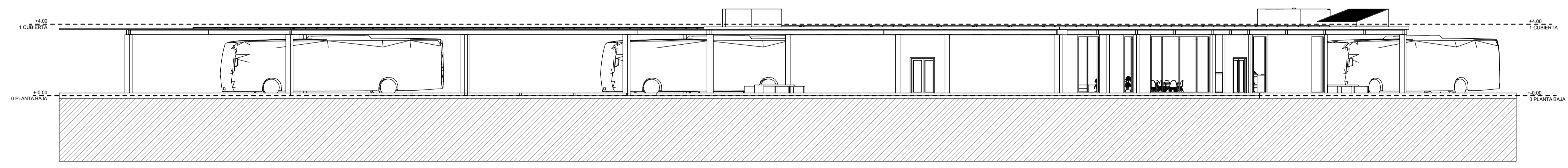
ELEVACION SUR
Escala: 1:150



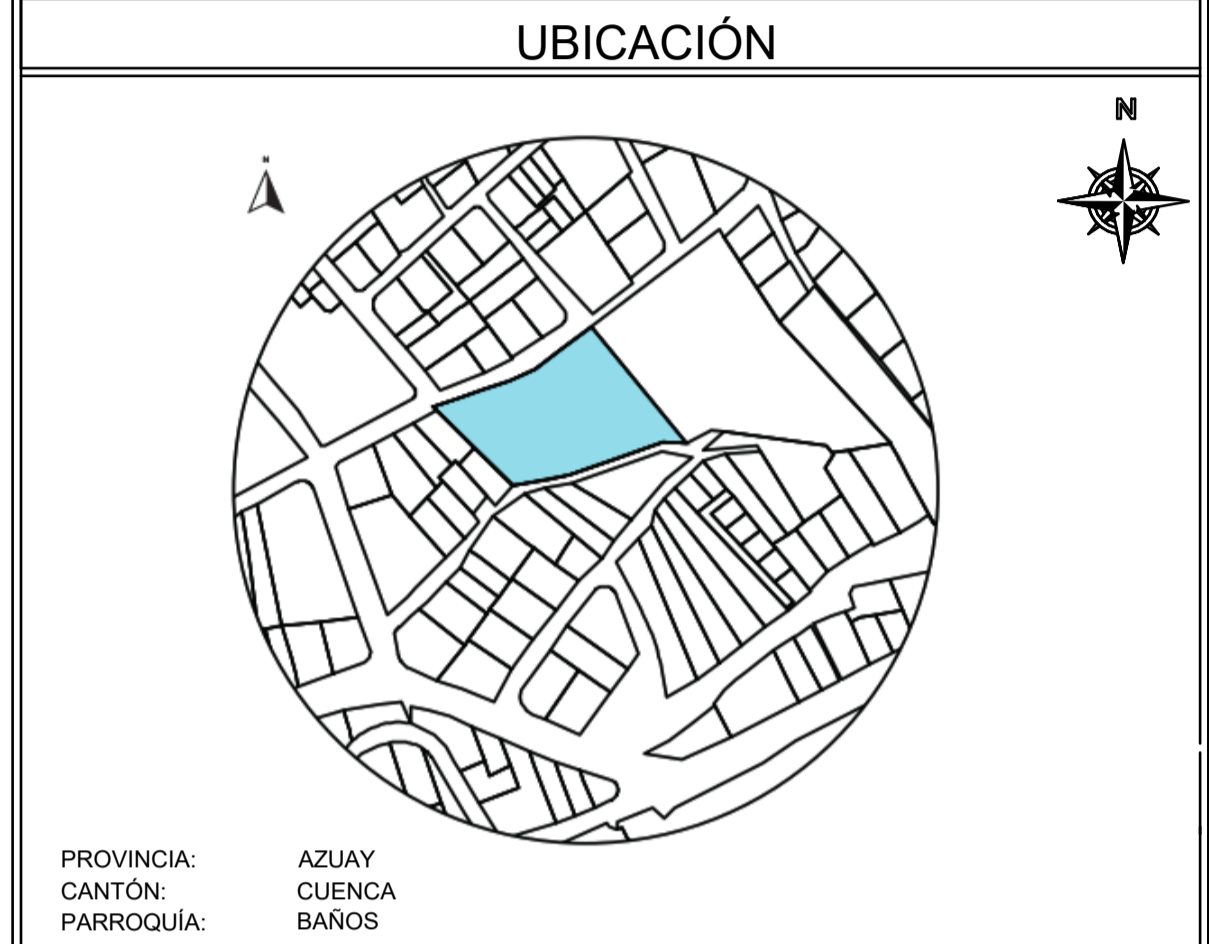
ELEVACION ESTE
Escala: 1:150



ELEVACION NORTE
Escala: 1:150



ELEVACION OESTE
Escala: 1:150



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CIMENTOS	MAMPOSTERIA DE PIEDRA
ESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO
PAREDES	LADRILLO
CUBIERTA	FIBROCEMENTO - LOSA DE HORMIGON ARMADO
PISOS	CERAMICA - MADERA
GRADAS	METÁLICA
PUERTAS	MADERA
VENTANAS	ALUMINIO
CIELORASO	ESTUCO
REVESTIMIENTO	VARIOS
ENLUCIDOS	MORTERO DE CEMENTO
PINTURAS	LATEX DE CAUCHO

SIMBOLOGÍA

	Línea de corte
	Cotas
	Veredas
	Nivel de Piso
	Dirección de Pendiente
	Numeración
	Dirección Vial
	Terreno
	Topografía
	Perímetro del Predio
	Arboles
	Arbustos y Flores
	Puntos

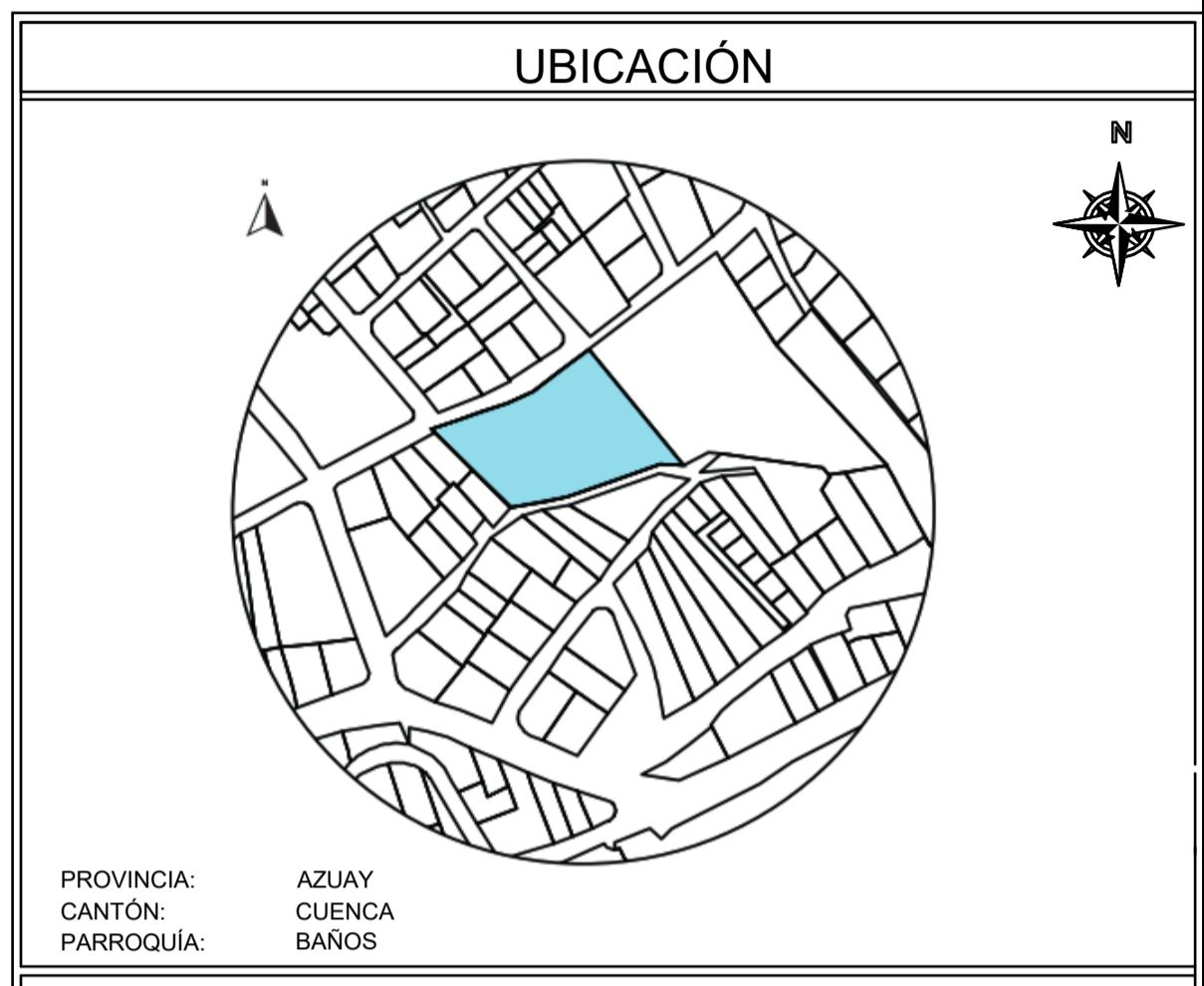
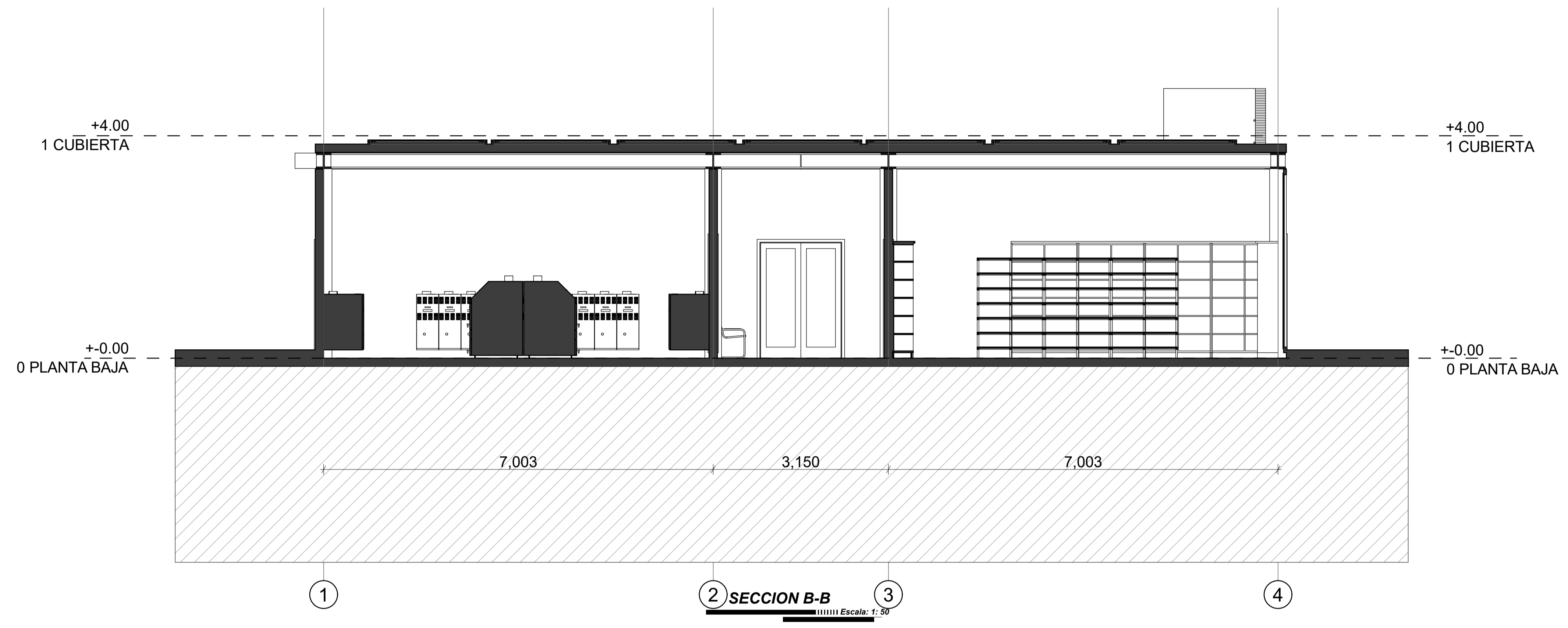
PROYECTO:
CENTRO DE CARGA BAÑOS

ESCALA: Las indicadas

OBSERVACIONES:

DIS: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
DIB: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
REV:

CONTIENE: ELEVACION NORTE ELEVACION SUR ELEVACION ESTE ELEVACION OESTE	Ubicación Simbología Especificaciones técnicas	Fecha: Cuenca, Febrero de 2026 LÁMINA 3/4
---	--	---



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CIMENTOS	MAMPOSTERIA DE PIEDRA
ESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO
PAREDES	LADRILLO
CUBIERTA	FIBROCEMENTO - LOSA DE HORMIGON ARMADO
PISOS	CERAMICA - MADERA
GRADAS	METÁLICA
PUERTAS	MADERA
VENTANAS	ALUMINIO
CIELORASO	ESTUCO
REVESTIMIENTO	VARIOS
ENLUCIDOS	MORTERO DE CEMENTO
PINTURAS	LATEX DE CAUCHO

SIMBOLOGÍA

	Línea de corte
	Cotas
	Veredas
	Nivel de Piso
	Dirección de Pendiente
	Numeración
	Dirección Vial
	Terreno
	Topografía
	Perímetro del Predio
	Arboles
	Arbustos y Flores
	Puntos

PROYECTO:
CENTRO DE CARGA BAÑOS

ESCALA: Las indicadas

OBSERVACIONES:

DIS: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
DIB: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
REV:

CONTIENE: SECCIÓN A-A
SECCIÓN B-B
Ubicación
Simbología
Especificaciones técnicas

Fecha:
Cuenca, Febrero de 2026

LÁMINA 4/4



RENDER CENTRO DE CARGA



RENDER ESTACIONAMIENTO



RENDER INGRESO



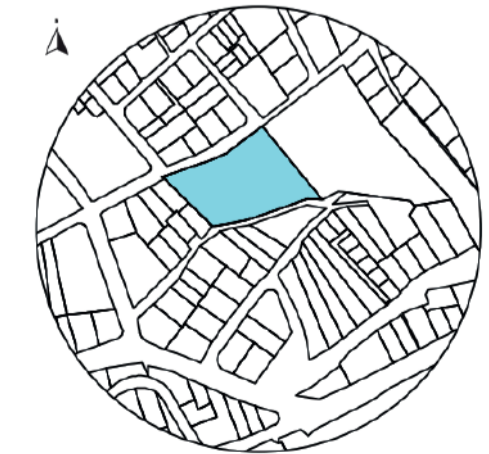
RENDER CENTRO DE CARGA



PROYECTO:
CENTRO DE CARGA BAÑOS

ESCALA:

UBICACIÓN



DIS: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
DIB: Jhon Vasquez - Mateo Avila.
REV: Arq. Giovany Albarracin

CONTIENE: RENDERS
Ubicación

Fecha:
Cuenca, Febrero de 2026

LÁMINA 9/10



RENDER CENTRO DE CARGA



RENDER INGRESOS





RENDER ESTACION DE CARGA



RENDER ESTACIONAMIENTOS

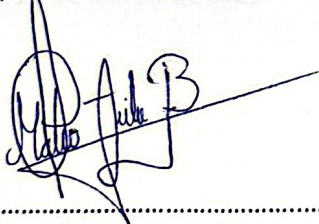


PROYECTO: CENTRO DE CARGA RICAURTE	
ESCALA:	
UBICACIÓN	
	
	
DIS: Jhon Vasquez - Mateo Avila. DIB: Jhon Vasquez - Mateo Avila. REV: Arq. Giovany Albarracin	
CONTIENE: RENDERS Ubicación	Fecha: Cuenca, Febrero de 2026
LÁMINA 10/10	

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotros, Mateo Nicolas Avila Barriga y Jhon Luis Vasquez Riera portadores de las cédulas de ciudadanía N° 0105188833 y 0104316294. En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Estrategias de integración de comunidades energéticas fotovoltaicas en la morfología urbana de las parroquias de Baños y Ricaurte: Caso de la Línea 100 en Cuenca, Ecuador”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizamos a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 18 de marzo de 2026



F:

Mateo Nicolas Avila Barriga
0105188833



F:

Jhon Luis Vasquez Riera
0104316294