

Ciudades con bajas emisiones de carbono en Colombia

Un enfoque de modelaje urbano integrado
para el análisis de políticas



1

Introducción

Equipo y grupos de apoyo y trabajo
Colaboradores y agradecimientos

2

Introducción al proyecto

Objetivo
Aproximación
Actividades
Casos de estudio

3

Propuesta metodológica para el planeamiento urbano de ciudades y proyectos

4

Toolbox desarrollada

Plataforma de indicadores
Inventarios de emisiones.
Modelos para la evaluación de opciones de mitigación, adaptación y habitabilidad
Herramienta de integración

5

Casos de estudios: información, análisis y resultados

Ciudad Verde
Lagos de Torca

6

Resultados, lecciones aprendidas y recomendaciones

Organización Lider

Universidad de los Andes

Co-Implementador

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible

Colaboradores de Reino Unido

The Bartlett Development Planning Unit - UCL
Centre for Agroecology, Water and Resilience -
Conventry University

Financiadores

Programa UK Pact

Comité Técnico Externo

- Clemencia Escallón
- Cristina Gamboa
- Darío Hidalgo
- Dimitri Zaninovich
- Carlos Giraldo
- Juana Mariño
- Ricardo Smith

Comité Institucional

- Secretaría de Planeación de Bogotá
- Secretaría de Planeación de Soacha
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
- Departamento Nacional de Planeación
- Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)
- Ministerio de Minas y Energía
- Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación

COLABORADORES Y AGRADECIMIENTOS

Santiago Uribe

Julián Zambrano

Juan Camilo González

Gerardo Chávez

Amarilo

Prodesa

Agrupación Social Ciudad Verde

Corporación Responder

Habitantes de Ciudad Verde

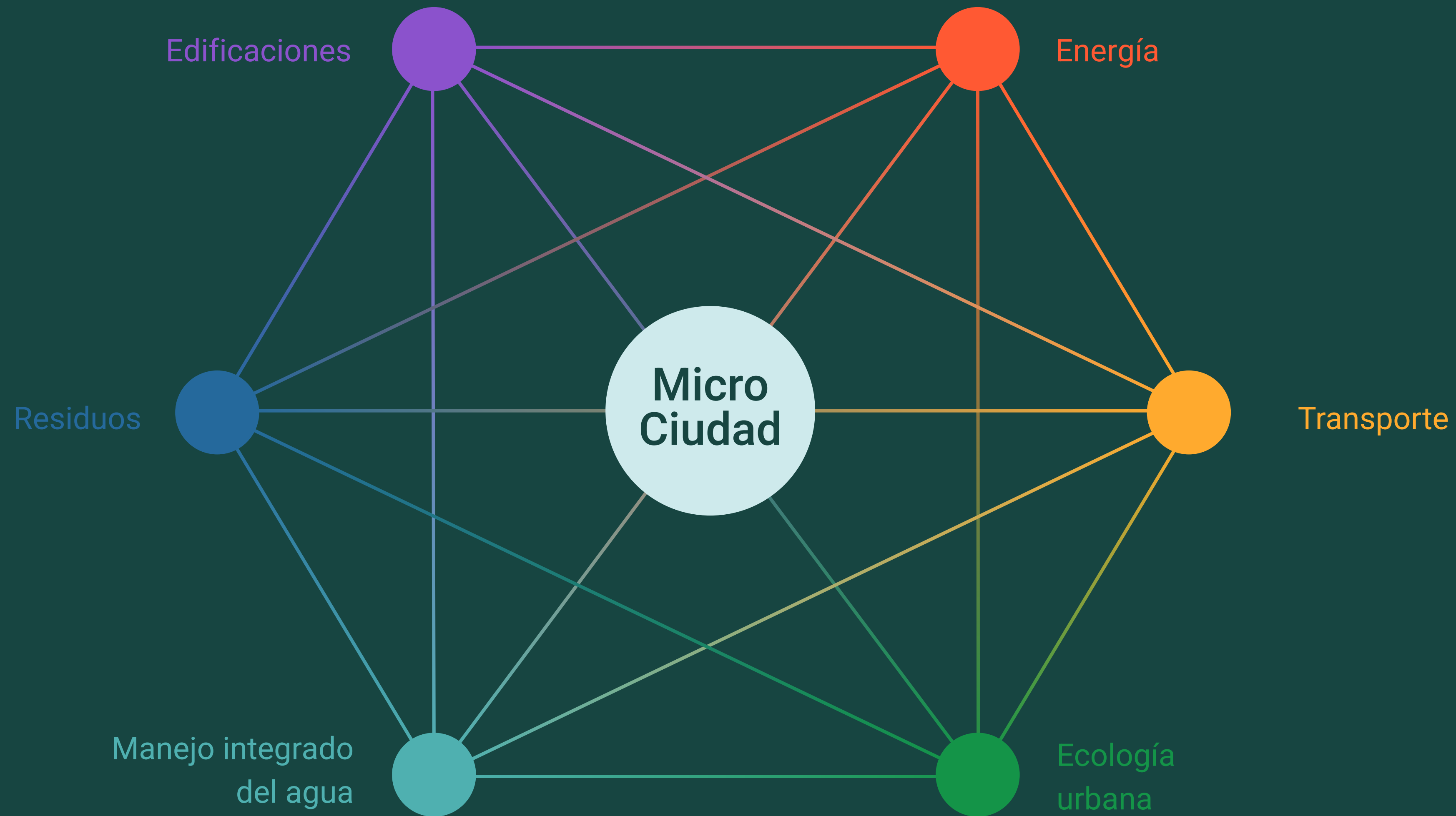
Fideicomiso Lagos de Torca

María Nariné Torres Cajiao

Golder (Licencia Académica Modelo Residuos)

Estrategia de Comunicación y Divulgación

Ecología urbana	Manejo integrado del agua	Energía	Residuos	Transporte	Edificaciones
Juana Mariño Eliana Ortiz Flavio Suárez Germán Andrade	Juan Pablo Rodríguez Susanne Charlesworth Carlos Giraldo Mónica Giraldo Sara Jiménez Natalia Bernal	Nicanor Quijano Guillermo Jiménez Dimitri Zaninovich Luis Gabriel Marín Oscar Iván Torres	Manuel Rodríguez Natalia A. Montoya	Luis Ángel Guzmán Daniel Oviedo Ricardo Smith Mónica Espinosa Charly Cepeda María Alejandra Rincón	Hernando Vargas Clemencia Escallón José Guevara Angélica Ospina Lorena Pupo John Escorcía Felipe Rivera Álvaro Garay Sarah Arboleda



Objetivo

Proporcionar un enfoque, criterios técnicos, herramientas (conjunto de indicadores y de modelos) y recomendaciones de política y regulatorias para un desarrollo urbano sostenible en Colombia (sinergias de mitigación del cambio climático entre sectores, objetivos de adaptación urbana y ODS¹).

Aproximación

- Desarrollar una visión para planear y operar una ciudad o un proyecto urbano.
- Aplicar un conjunto de indicadores (adaptable) para evaluar un proyecto urbanístico y su evolución hacia una situación esperada.
- Construir inventarios y líneas base.
- Aplicar un conjunto de modelos para evaluar opciones de mitigación, adaptación y mejora de las condiciones de habitabilidad.
- Desarrollar una herramienta de integración de las opciones recomendadas.

ESCENARIOS DE IMPLEMENTACIÓN

- **Analizar escenarios de mitigación y de opciones de aumento de resiliencia y mejora de condiciones habitabilidad para dos casos de estudio:**

1. Macroproyecto en fase de operación

(Ciudad Verde en Soacha)

2. Proyecto en fase de diseño

(inicialmente Ciudad Norte, ahora Lagos de Torca)

Actividades



Lagos de Torca

Proyecto en Etapa de Diseño

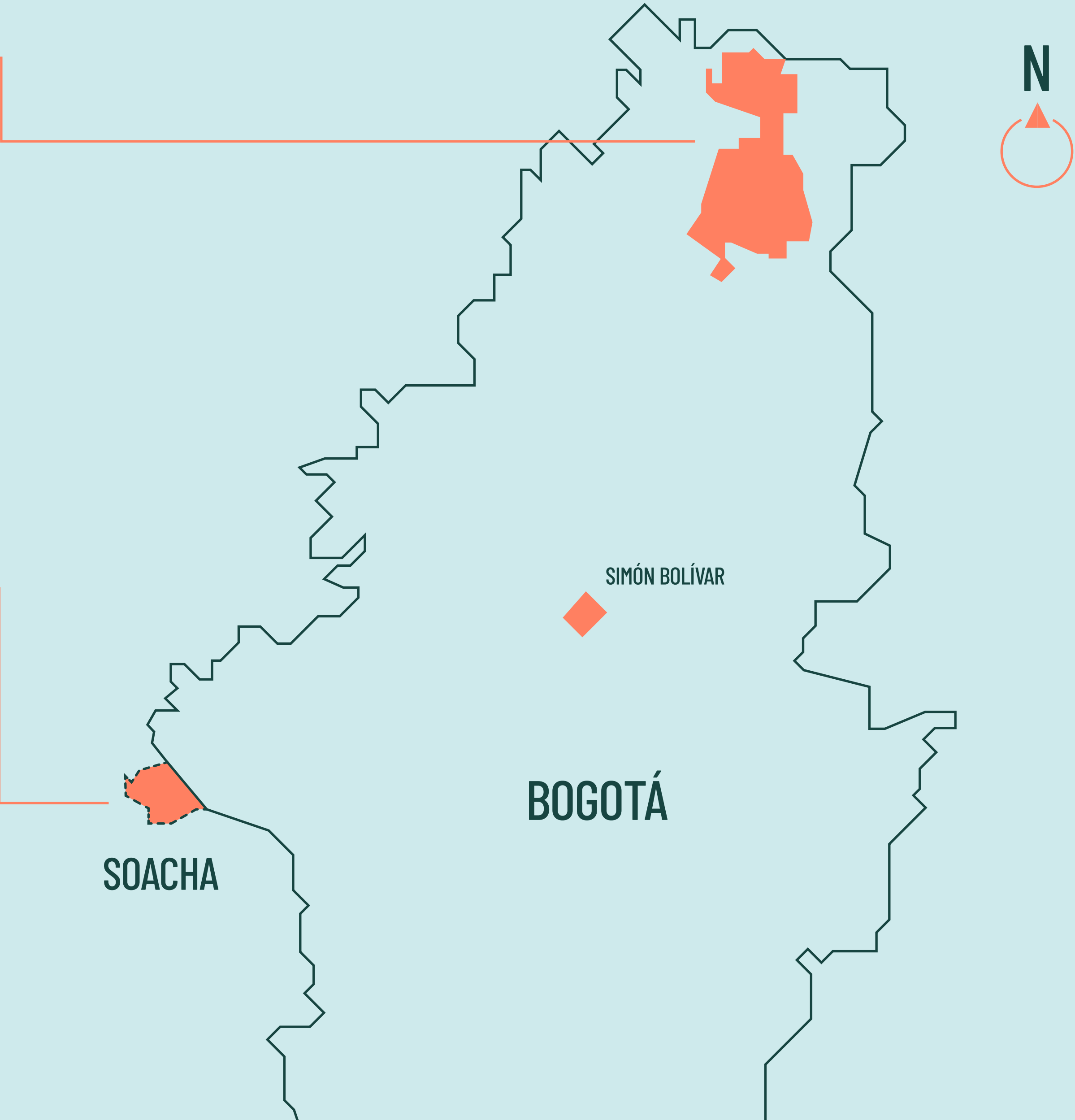
- 1801.47 Hectáreas
- 135,000 Unidades residenciales
- 352,642 Habitantes proyectados
- 5.64 Ciudad Verde – 17.9 Simón Bolívar

Ciudad Verde

Proyecto en Etapa de Operación

- 319.46 Hectáreas
- 51,616 Unidades residenciales
- 159,686 Habitantes proyectados
- 3.17 Parque Simón Bolívar

Más información: Informe Final Capítulo 5



Ciudad Verde

Encuesta

Encuesta estructurada sobre la plataforma de Sistemas de Información Geográfica Participativo Público (PPGIS) – Maptionnaire.

CARACTERÍSTICAS
OCTUBRE 2019 - ENERO 2020

43 **318**
EN LINEA FASE DE CAMPO

FINALIDAD

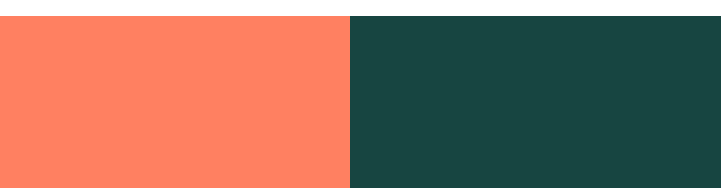
- CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN
- LÍNEA BASE DE INDICADORES
- CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE MEJORA

Grupos focales

4 **GRUPOS FOCALES**

ENTRE SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 2019

31
PARTICIPANTES EN TOTAL



48% **52%**
HOMBRES MUJERES

METODOLOGÍA

- Discusión general
- Identificación de problemáticas y oportunidades de mejora en los sectores: transporte, espacio público, agua, energía y residuos sólidos.
- Mapas parlantes sobre ubicación de las actividades que realizan los participantes (estudiar, trabajar, compra de víveres, salud, recreación, entre otros).
- Video-testimonios de algunos participantes.

Lagos de Torca

Reuniones con constructores y visita al sitio

DEFINICIÓN

DE LOS EQUIPAMIENTOS
A NIVEL DEL PROYECTO

DISEÑO

TRAZADO Y SU RELACIÓN
CON LA ESTRUCTURA
ECOLÓGICA PRINCIPAL

CREACIÓN

DE UNA RED DE DRENAJE
SUPERFICIAL A PARTIR DE LOS
SUDS Y ELEMENTOS NATURALES
PREEXISTENTES CONSIDERANDO
DISTINTAS ESCALAS DE MANEJO
DEL AGUA PLUVIAL (I.E. CONTROL EN
LA FUENTE Y CONTROL LOCAL)

TRATAMIENTO DESCENTRALIZADO

DE AGUAS RESIDUALES Y
FUENTES ALTERNATIVAS DE AGUA
PARA GARANTIZAR EL SUMINISTRO
EN EL LARGO PLAZO

OTRAS OPORTUNIDADES

- MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS
- GENERACIÓN DISTRIBUIDA
ELECTRICIDAD
- CONECTIVIDAD, OFERTA
TRANSPORTE PÚBLICO
Y MULTIMODALIDAD

DISPONIBILIDAD + ACCESO + CALIDAD DE ESPACIO PÚBLICO

ARTICULACIÓN DEL PROYECTO
CON PLAN DE MANEJO DE
HUMEDALES

CRITERIOS DE DISEÑO
DE LAS UNIDADES DE VIVIENDA
RELACIONADOS CON GESTIÓN
INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

OBJETIVOS

- 1. BUEN USO DEL SUELO
- 2. MAXIMIZACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
- 3. GESTIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE DE RECURSOS Y RESIDUOS
- 4. OFERTA DE BIENES PÚBLICOS PARA EL BIENESTAR
- 5. INNOVACIÓN, CONECTIVIDAD Y ECONOMÍA

Ejes de soporte

Ecología urbana	Manejo integrado del agua
Ecosistemas naturales	Preservación del ciclo hidrológico
Corredores verdes azules	Provisión de servicios ecosistémicos mediante SUDS
Provisión, regulación, cultural y soporte	Gestión de la demanda y recuperación de recursos
Áreas verdes útiles y accesibles	Servicios del agua confiables y asequibles
Sumideros de carbono	Gestión descentralizada

Energía	Residuos	Transporte	Edificaciones
Infraestructura resiliente	No disposición final. Preferiblemente aprovechamiento	Mezcla equilibrada de usos / actividades	Forma urbana y entorno construido
Recursos energéticos distribuidos		Reducción de la contaminación	Reducción de la huella de carbono
Relación entre el costo y el ingreso	Economía circular + análisis de ciclo de vida	Asequibilidad transporte	Relación entre el costo y el ingreso
Servicios de energía confiables	Gestión racional de residuos	Transporte público de calidad/accesible	Vivienda, equipamientos, espacio público
Energías limpias y movilidad eléctrica	Manejo descentralizado de residuos	Reducción tiempos y costos de viaje	Diseño, construcción y operación

SALIDAS

MITIGACIÓN, ADAPTACIÓN Y HABITABILIDAD

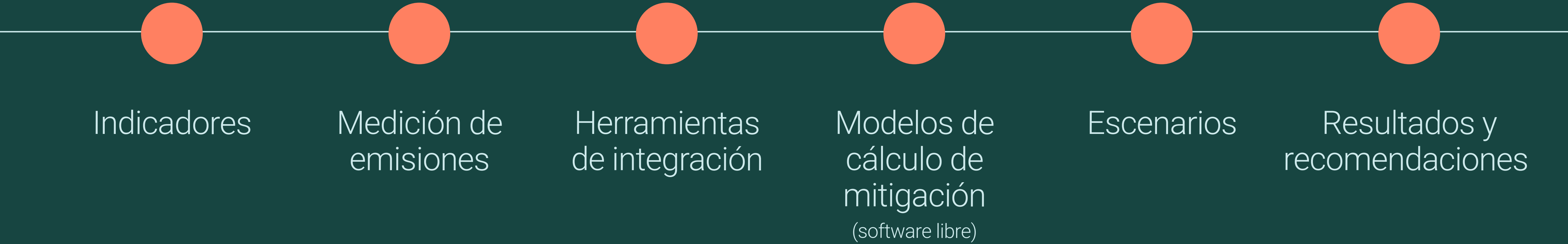
Ciudad sensible

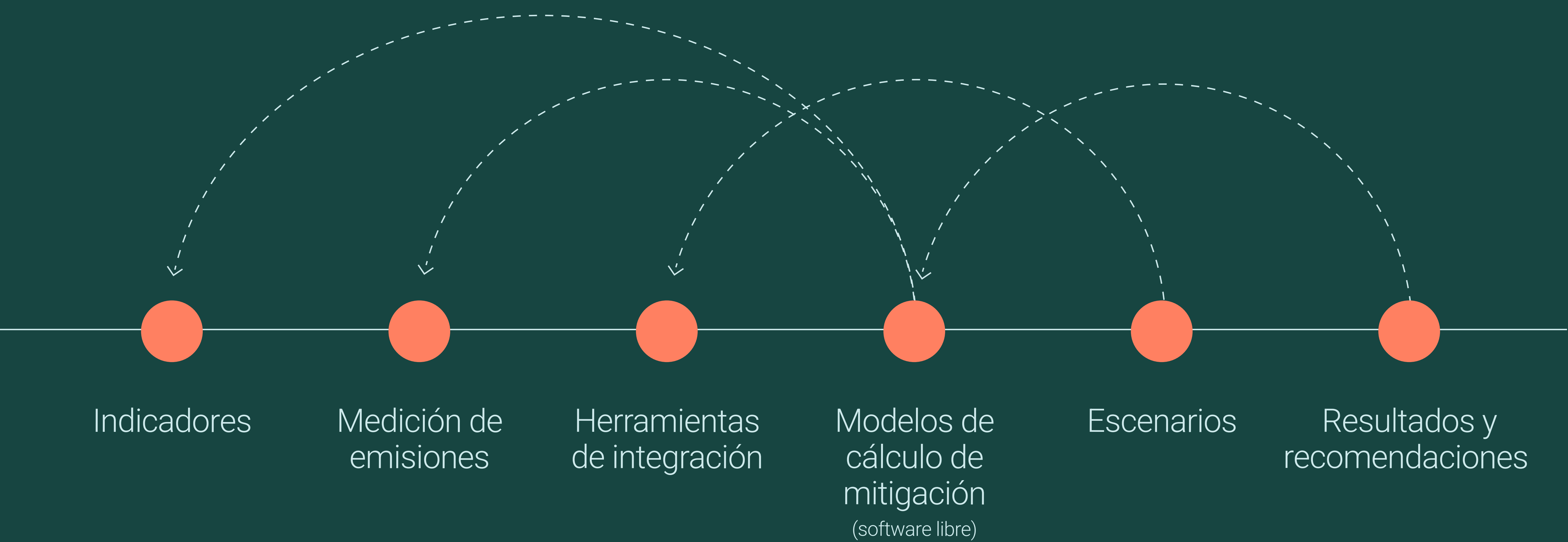
La metodología utilizada considera diferentes **etapas** a recorrer en cada sector para moverse de una **situación inicial** representada por un **estado mínimo de sostenibilidad** hacia una **situación final** representada por el logro de una **ciudad sensible en sostenibilidad** en ese sector.

Toolbox

SECTORIALES/ ETAPAS	
INSTRUMENTOS	PROPÓSITO
CONJUNTO DE INDICADORES	• Evaluar el estado inicial de un proyecto urbano • Mostrar el impacto de acciones de mejora identificadas • Seguir la trayectoria de las etapas en cada sector
INVENTARIOS DE EMISIONES	• Identificar fuentes de emisiones • Señalar opciones de reducción y captura
CONJUNTO DE MODELOS Y PLATAFORMA DE INTEGRACIÓN	• Construir las líneas base • Analizar y definir acciones de mejora • Evaluar opciones de mitigación, reducción de la vulnerabilidad y mejora de la habitabilidad • Generar escenarios con portafolios de acciones

INTEGRADOS
RESULTADOS FINALES
Evaluar y seguir el estado del sistema (proyecto urbano)
Diseñar y evaluar escenarios de mejora (mitigación adaptación y habitabilidad)
Informar la toma de decisiones para lograr una ciudad sensible en sostenibilidad
Ilustrar preguntas de investigación





Indicadores

Los indicadores como herramienta para la planeación y la gestión tienen como objetivos principales generar información útil para el **seguimiento, evaluación y toma de decisiones**, así como para **monitorear** el cumplimiento de los objetivos planteados. Las características más relevantes de los indicadores son:

1

Universalidad

2Objetividad y
claridad**3**Facilidad de
recopilación**4**

Representatividad

ETAPAS
Etapa n

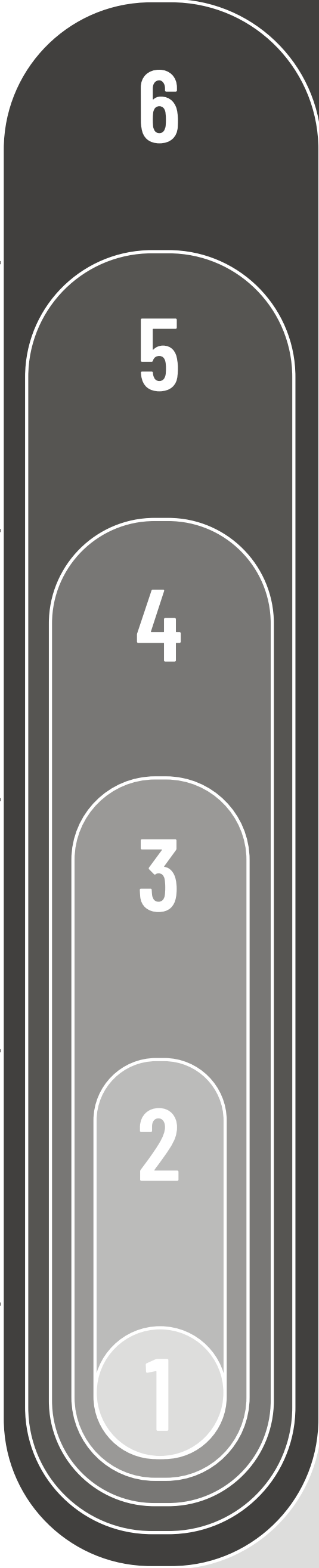
Etapa n-1

Etapa ...

Etapa...

Etapa 2

Etapa 1



6

Indicador n
Indicador n-1

5

Indicador ...
Indicador ...

4

Indicador ...
Indicador ...

3

Indicador ...
Indicador ...

2

Indicador ...
Indicador ...

1

Indicador 2
Indicador 1

INDICADORES ACUMULATIVOS

Metodología de evaluación comprensiva difusa

1

Permite obtener una descripción de la **situación actual** del caso de estudio y determinar las etapas e indicadores que requieren una **atención prioritaria**.

2

Deben tomarse **medidas de acción o mejora** y establecer un intervalo de tiempo para realizar el **seguimiento de la evolución** de las etapas y los indicadores.

3

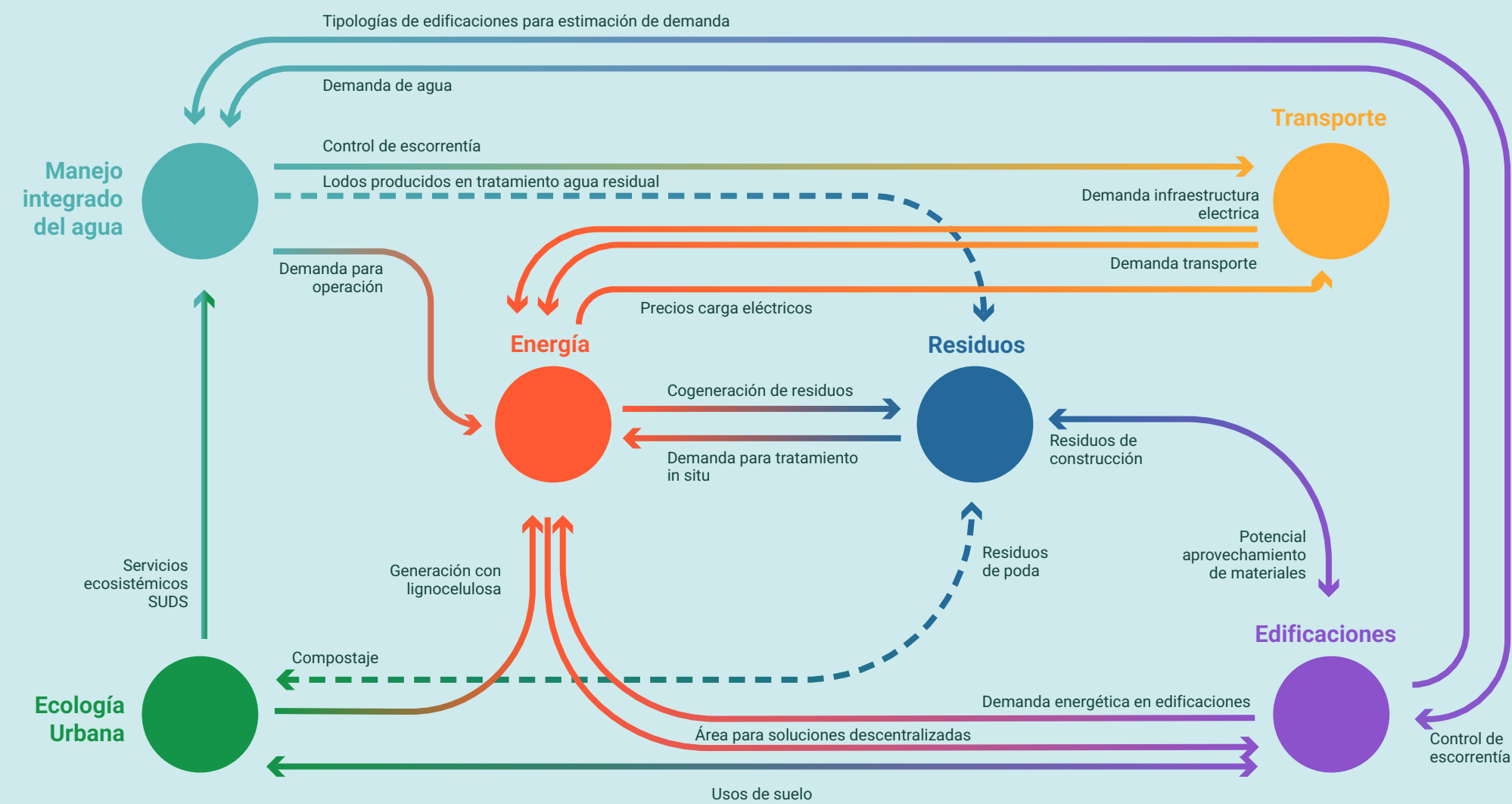
Permite realizar una **evaluación objetiva y comprensiva** que involucra **términos lingüísticos** en su descripción, facilitando su interpretación para la toma de decisiones.

Enfoque propuesto para la evaluación de indicadores

1 Evaluación de indicadores

Modelos y otras fuentes

MODELAJE SECTORIAL Y RELACIONES



RESULTADOS DE ENCUESTA EN CIUDAD VERDE

NÚMERO ESTIMADO DE POBLACIÓN EN EL 2018

133,604

Hombres - 48.5 %

Mujeres - 51.5 %

TAMAÑO PROMEDIO DEL HOGAR EN CIUDAD VERDE

3.59 PERSONAS

68.8 %

DE LA POBLACIÓN ES MENOR A LOS 40 AÑOS

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE INGRESOS PROMEDIO EN CIUDAD VERDE

1 SMLV o menos	22.1 %
1 - 2 SMLV	38.7 %
2 - 4 SMLV	30.2 %

Más de 4 SMLV

9 %

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA OCUPACIÓN EN CIUDAD VERDE POR GÉNERO

MUJERES	
Empleado/a	56.4 %
Estudiante	4.6 %
Amo/a de casa	29.3 %
Desempleado	5.9 %
Otro	2.8 %

HOMBRES	
Empleado/a	73.7 %
Estudiante	9.8 %
Amo/a de casa	0.6 %
Desempleado	6.2 %
Otro	9.8 %

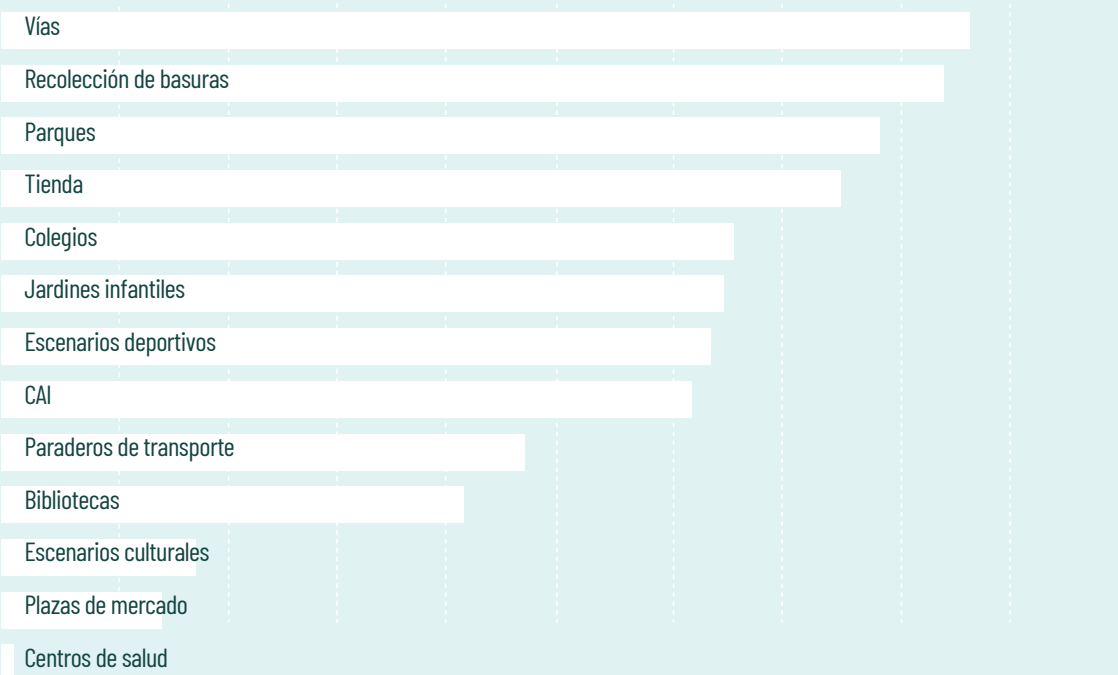
20.2 %

DE LA POBLACIÓN SE SIENTE INSEGURO O MUY INSEGURO

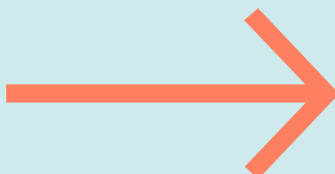
79.8 %

DE LA POBLACIÓN SE SIENTE SEGURO O MUY SEGURO

PERCEPCIÓN DE SERVICIOS URBANOS Y EQUIPAMIENTOS



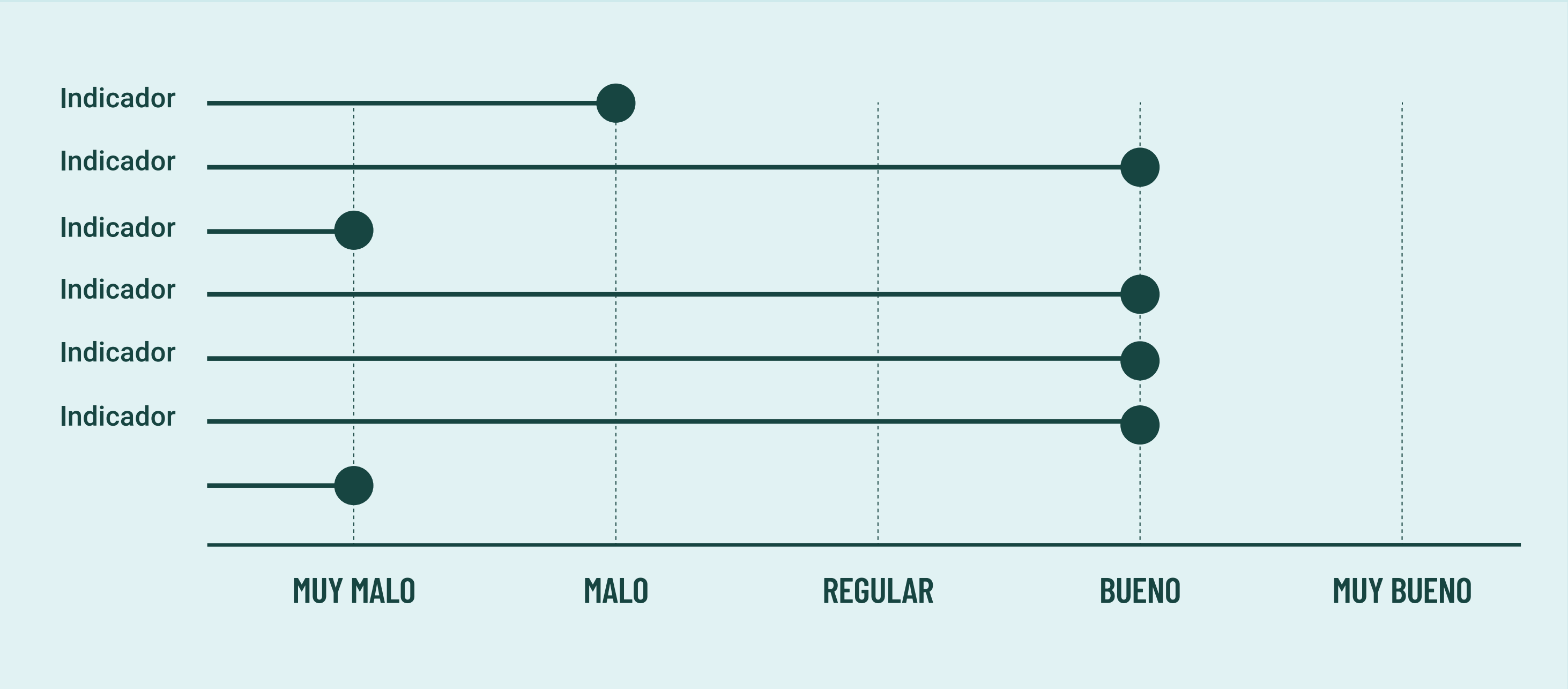
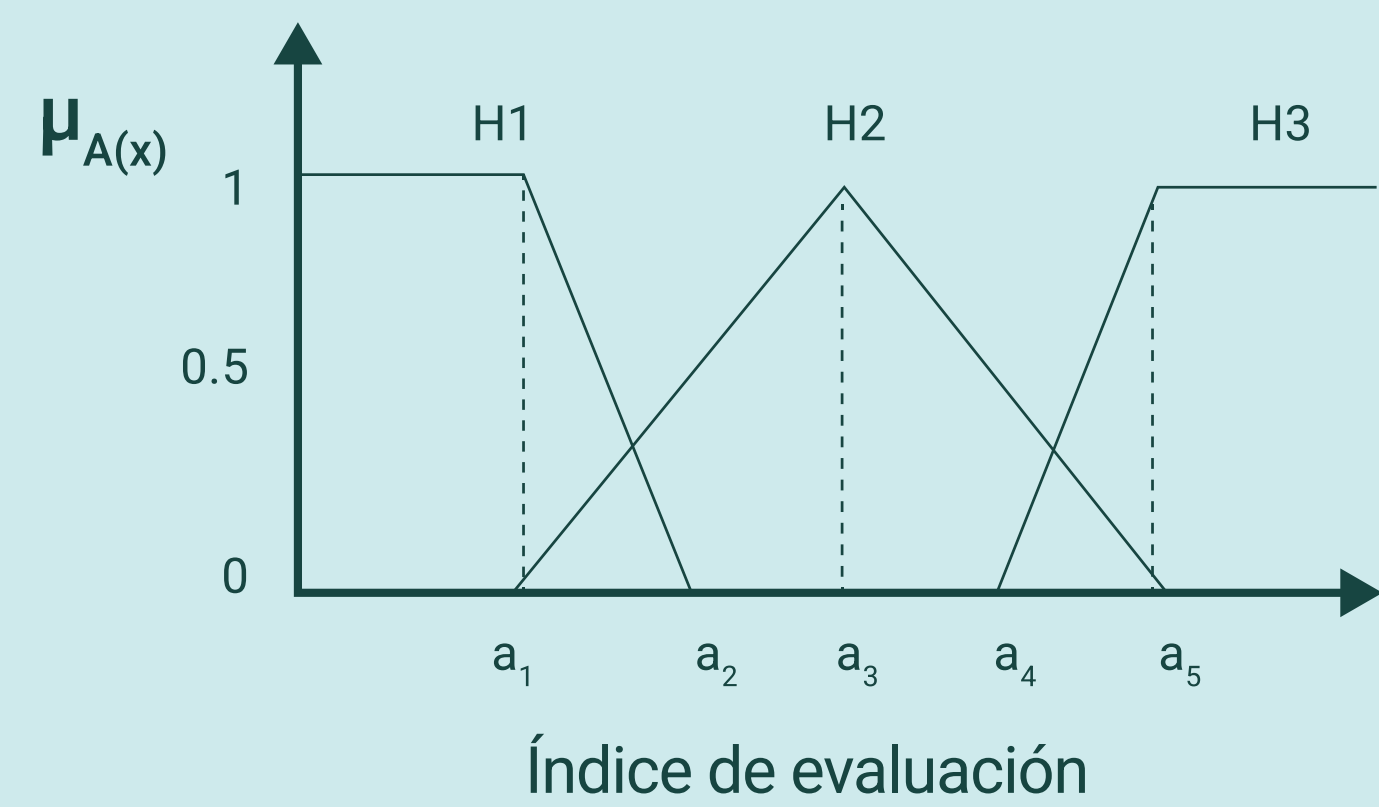
HAY UN DEFICIT DEL 68% EN LA OFERTA DE CUPOS PARA POBLACIÓN EN EDAD ESCOLAR, ESTO INCLUYE JARDINES INFANTILES, COLEGIOS DE BÁSICA PRIMARIA Y SECUNDARIA.



Enfoque propuesto para la evaluación de indicadores

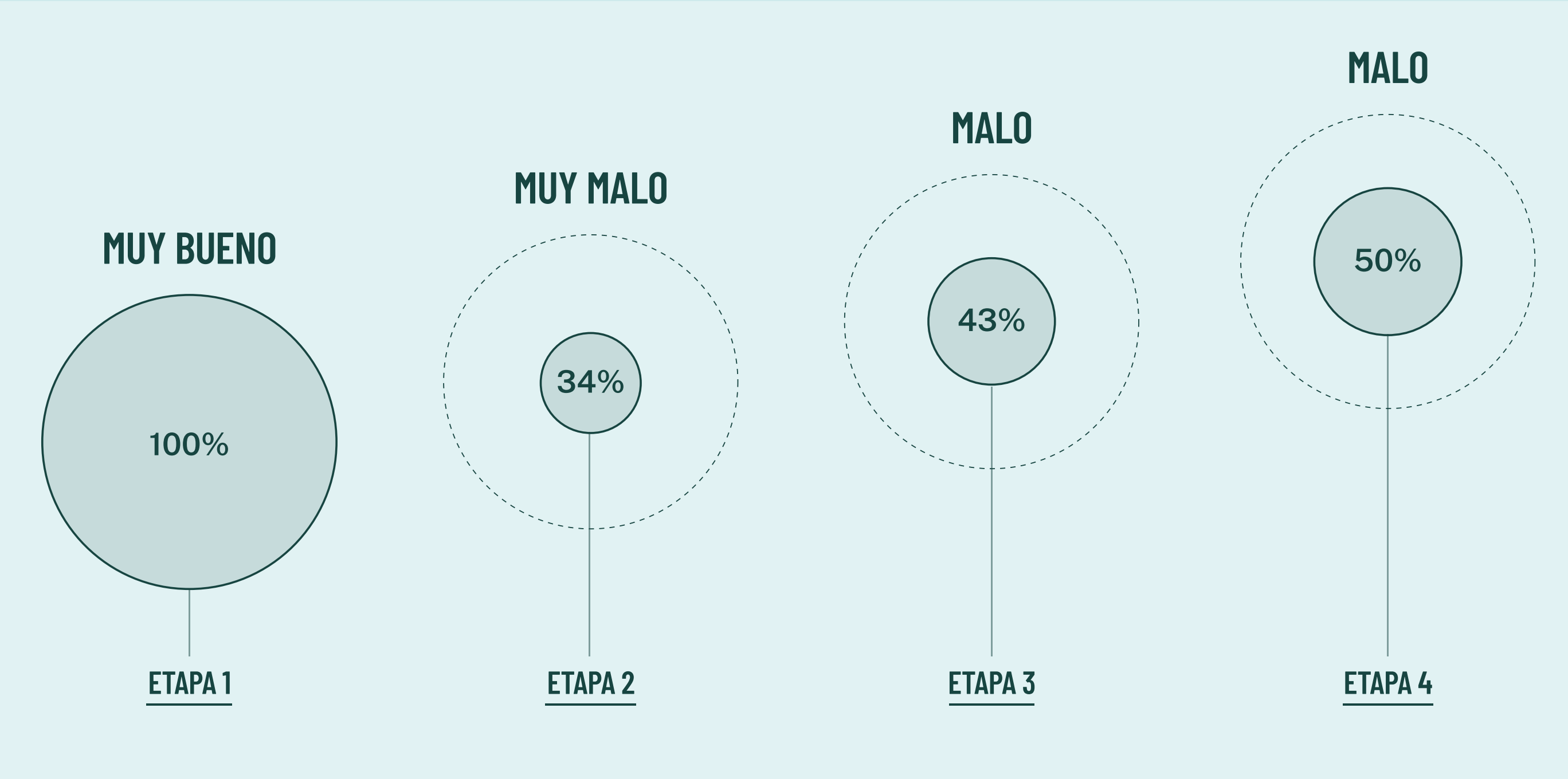
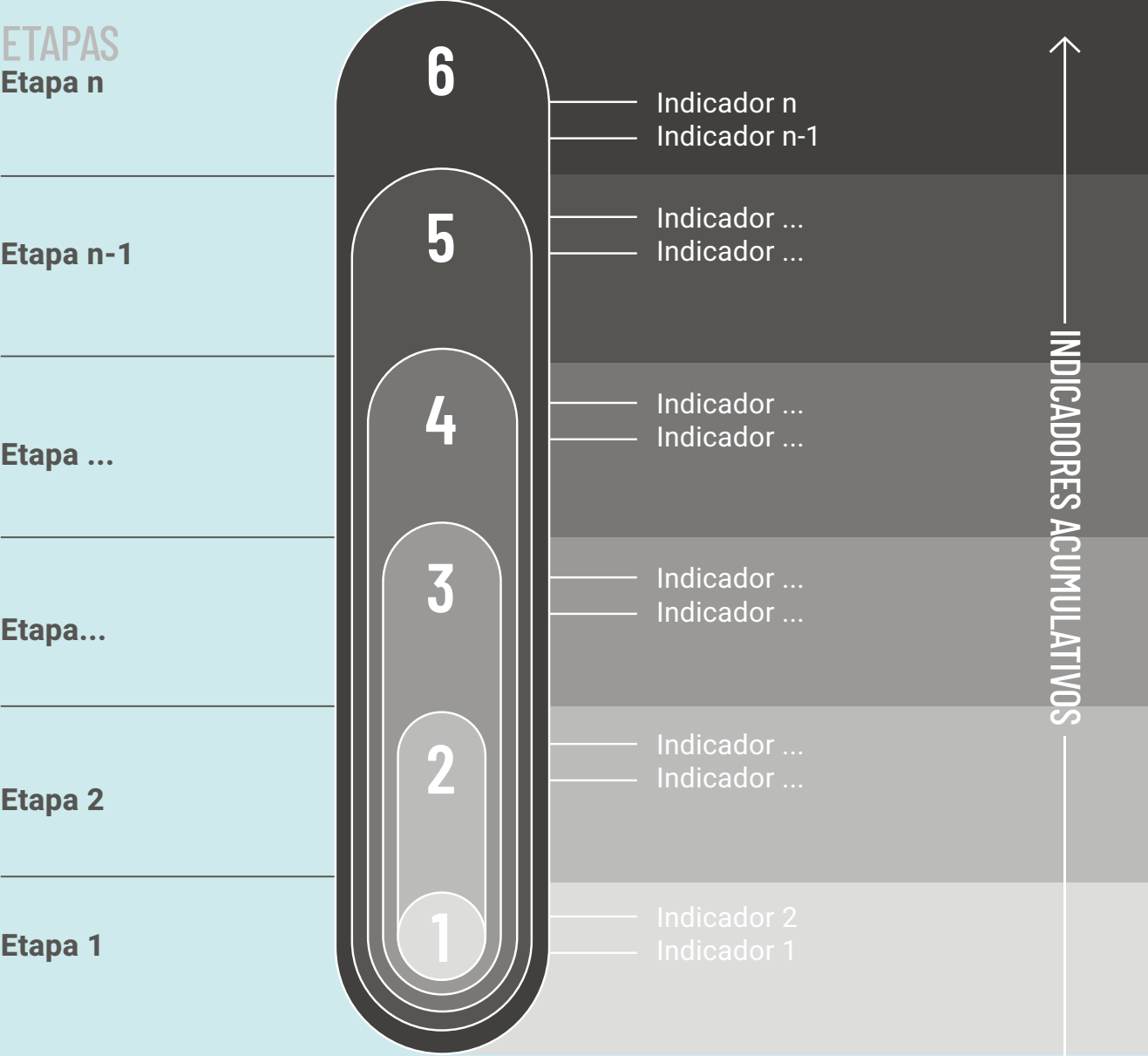
2 Evaluación difusa de indicadores

Funciones de pertenencia difusas



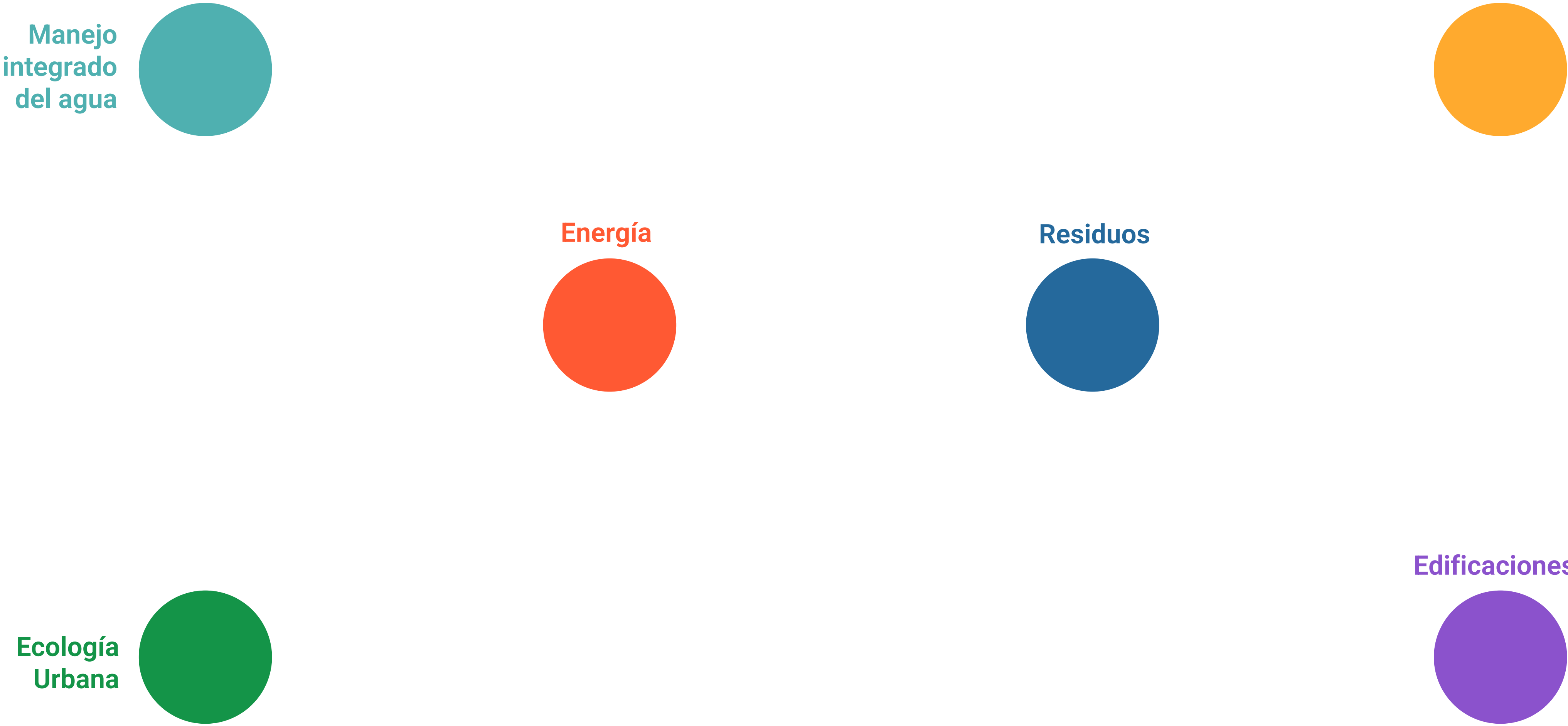
Enfoque propuesta para la evaluación de indicadores

3 Método de evaluación comprensiva difusa



Sector	Sector (subsector)	Etapa ciclo de vida	Proceso emisión/sumidero y actividad a la que se asocian las emisiones	Gases	Límites del sistema de análisis
Ecología urbana	Uso y cobertura del suelo / Cambio de uso y cobertura del suelo	Operación	Captura de carbono en biomasa y suelo	CO ₂	In-situ: captura de carbono en biomasa y suelo dentro de la microciudad
Manejo integrado del agua	Tratamiento y distribución de agua potable (para uso residencial, comercial e institucional)	Construcción	Combustión + IPPU: producción de los materiales en la industria	CO ₂	In-situ: transporte para instalación de redes de distribución de Ciudad Verde. Fuera del sitio: producción de materiales.
		Operación	Combustión: por generación de electricidad	CO ₂	Fuera del sitio: generación de electricidad para bombeo y potabilización.
	Manejo de escorrentía	Construcción	Combustión + IPPU: producción de los materiales en la industria	CO ₂	In-situ: transporte para instalación de red para manejo de escorrentía. Fuera del sitio: producción de materiales.
		Operación	Combustión: por generación de electricidad	CO ₂	Fuera del sitio: generación de electricidad para bombeo.
	Manejo de agua residual (proveniente de usos residencial, comercial e institucional)	Construcción	Combustión + IPPU: producción de los materiales en la industria	CO ₂	In-situ: transporte para instalación de red para manejo de agua residual. Fuera del sitio: producción de materiales.
		Operación	Combustión: por generación de electricidad / Procesos biológicos: descomposición de materia orgánica	CO ₂ , CH ₄ N ₂ O	Fuera del sitio: generación de electricidad para bombeo. Fuera del sitio: descomposición de materia orgánica de aguas residuales.
Suministro y uso de energía	Generación eléctrica descentralizada	Operación	Combustión: por generación de electricidad	CO ₂ (reducción)	Fuera del sitio: generación de electricidad.
	Producción de electricidad y calor conjunta	Operación	Combustión: por generación de electricidad y calor	CO ₂ (reducción)	Fuera del sitio: generación de electricidad y de calor
	Alumbrado público	Operación	Combustión: por generación de electricidad	CO ₂	Fuera del sitio: generación de electricidad.

Sector	Sector (subsector)	Etapa ciclo de vida	Proceso emisión/sumidero y actividad a la que se asocian las emisiones	Gases	Límites del sistema de análisis
Manejo integrado de residuos	Manejo de lodos de agua residual	Operación	Procesos biológicos: digestión anaerobia	CO ₂	Fuera del sitio: gestión de los lodos.
	Transporte de residuos al sitio de disposición final	Operación	Combustión: por uso de diésel	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	Híbrido: transporte de residuos sólidos domiciliarios, de barrido, de poda y de corte de césped que se generan en la microciudad y se disponen fuera de la microciudad.
		Construcción	Combustión: por uso de diésel		Híbrido: transporte de residuos sólidos de demolición y construcción de la etapa inicial de construcción.
	Disposición final de residuos sólidos (usos residenciales y municipales)	Operación	Procesos biológicos: descomposición anaerobia / Combustión de biogás	CH ₄ CO ₂	Fuera del sitio: descomposición de residuos sólidos generados en la microciudad, pero que se disponen fuera de la microciudad.
Movilidad sostenible	Transporte urbano de pasajeros	Operación	Combustión: por uso de diésel, gasolina y gas natural	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	Híbrido: transporte de habitantes de la microciudad. Los viajes tienen como como origen o destino la microciudad, pero involucran áreas fuera de la microciudad.
Edificaciones e infraestructura urbana	Edificaciones Residenciales	Construcción	Combustión: extracción de materia prima. / Combustión + IPPU: producción de los materiales en la industria / Combustión: energía consumida en obra. Combustión: transporte de materiales para la obra.	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	Híbrido: transporte de materiales hacia la microciudad.Fuera del sitio: extracción y producción de materiales.
		Operación	Combustión: por demanda de electricidad y gas natural (para uso residencial).		In-situ: consumo de gas natural residencial.Fuera del sitio: generación de electricidad.
	Infraestructura urbana	Operación	Combustión: extracción de materia prima / Combustión + IPPU: producción de mezclas asfálticas / Combustión: de energía consumida en obra	CO ₂	Fuera del sitio: extracción y producción de materiales.



Más información: Informe Final Capítulo 3 Sección 3.2.1

Modelo	Arc GIS/QGIS	Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs –InVEST
Objetivo	Análisis espaciales, geoprocésamiento de imágenes multispectrales (estimación de temperatura superficial), estadísticas y correlaciones espaciales.	Cuantificar biofísica y económicamente servicios ecosistémicos proveídos por los diferentes espacios ambientales.
Tipo de modelo	Simulación	Simulación
Software libre	No / Si	Si
Artículo de referencia	Robert Behlinga, Mathias Bochowa, Saskia Foerster, Sigrid Roessner, Hermann Kaufmann. Automated GIS-based derivation of urban ecological indicators using hyperspectral remote sensing and height information	Yu-Pin Lin et al, Systematically designating conservation areas for protecting habitat quality and multiple ecosystem services.

Más información: Informe Final Capítulo 3 Sección 3.2.2

Modelo	Watermet 2	Torres et al.
Objetivo	Modelo para cuantificación de flujos. Permite evaluar el consumo de agua potable, producción y tratamiento de agua residual aprovechamiento de aguas lluvias y reúso de aguas grises.	Modelo para la selección de SUDS en espacios públicos donde la implementación es factible y brinda servicios ecosistémicos. Selecciona y localiza las tipologías a partir del acople de un sistema de información geográfica (GIS) con un modelo lineal mixto estocástico de dos etapas (TS-MILP)
Tipo de modelo	Simulación	Optimización
Software libre	Si	Formulación disponible
Artículo de referencia	K. Behzadian and Z. Kapelan, “Modelling metabolism based performance of an urban water system using WaterMet2,” “Resources, Conserv. Recycl., vol. 99, pp. 84–99, 2015.	Torres, María.Nariné., Fontecha, J.E., Zhu, Z., Walteros, J.L., Pablo Rodríguez, J., A participatory approach based on stochastic optimization for the spatial allocation of Sustainable Urban Drainage Systems for rainwater harvesting., Environmental Modelling and Software (2019), doi: https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104532 .

Más información: Informe Final Capítulo 3 Sección 3.2.3

Modelo	System Advisor Model (SAM) de NREL (Librería de Python Calliope)
Objetivo	Evaluación y análisis financieros: futuros de las energías renovables, su integración a la red de RNW, costos nivelados, potenciales técnicos, aplicaciones comerciales, diseño de políticas.
Tipo de modelo	• Dimensionamiento de las capacidades de tecnologías de generación y almacenamiento distribuidos en lotes y edificaciones basado en consideraciones económicas y/o técnicas. • Valoración económica de las tecnologías de generación. • Despacho económico horario. • Valoración energética de tecnologías existentes en el caso de estudio (línea base).
Software libre	Modelo de software tecnico-económico gratuito que facilita la toma de decisiones a las personas en la industria de las energías renovables: gerentes de proyecto e ingenieros, analistas de políticas, desarrolladores de tecnología e investigadores
Artículo de referencia	Blair et al. (2018), System Advisor Model (SAM) General Description (Version 2017.9.5), NREL/TP-6A20-70414. https://sam.nrel.gov/images/webinar_files/sam-webinars-2020-intro-to-sam.pdf

Más información: Informe Final Capítulo 3 Sección 3.2.4

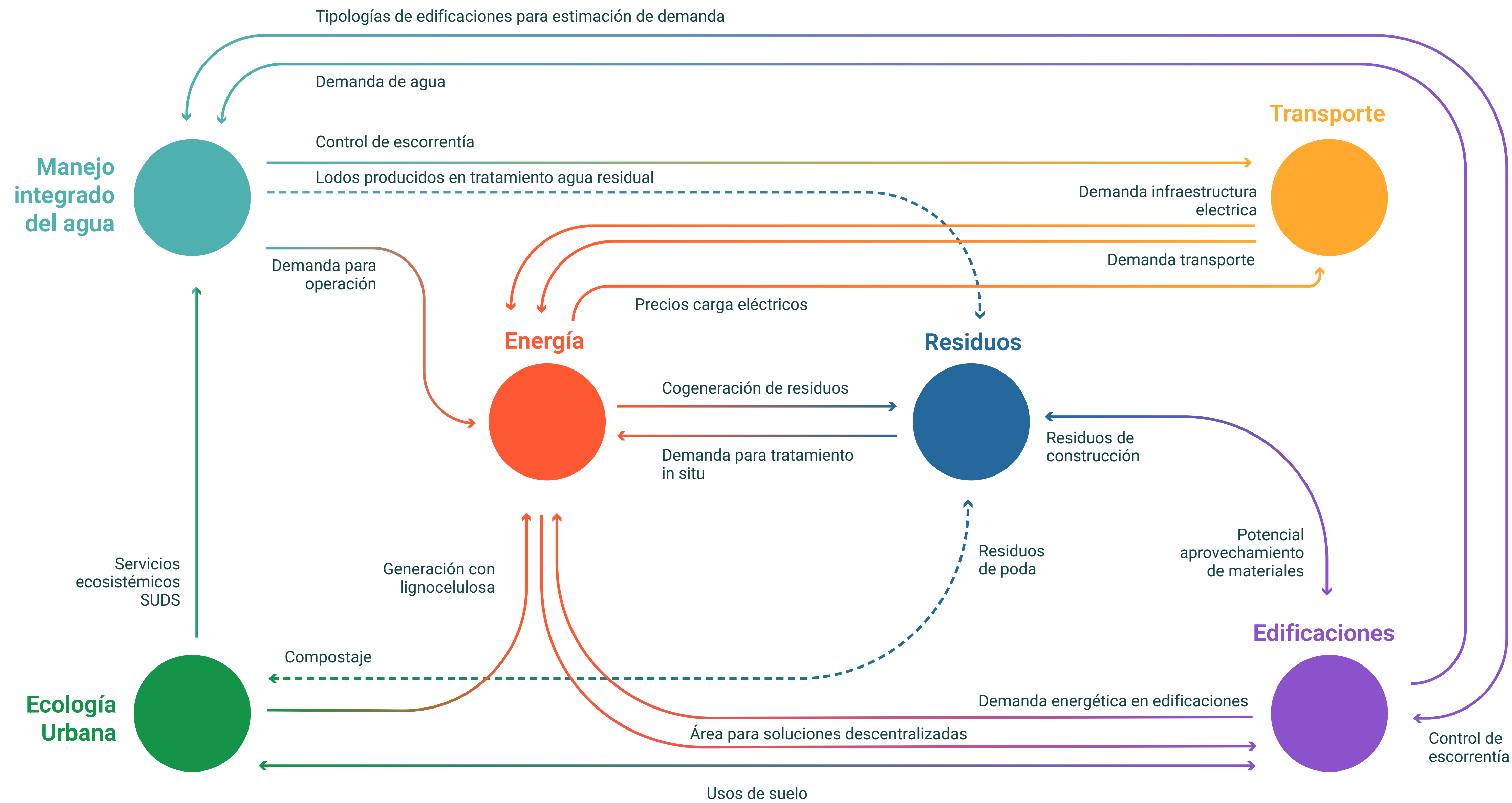
Modelo	Modelo de desechos del IPCC	WRATE
Objetivo	Calcular las emisiones de GEI producidas por la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaerobias en los sitios de disposición final de residuos sólidos.	El software realiza el análisis de ciclo de vida (ACV) sobre el sistema de recolección y tratamiento de residuos de interés, calculando seis indicadores, entre ellos, las emisiones de GEI. Con el enfoque de ACV se considera el impacto de las entradas al sistema de gestión (residuos, energía y materiales) y las salidas (materiales recuperados, compost, emisiones atmosféricas, agua residual, productos residuales).
Tipo de modelo	Contabilidad	Simulación
Software libre	Si	No
Artículo de referencia	M. Weitz, J. B. Coburn, y E. Salinas, «Estimating national landfill methane emissions: An application of the 2006 Intergovernmental Panel on Climate Change Waste Model in Panama», J. Air Waste Manag. Assoc., vol. 58, n.o 5, pp. 636-640, 2008.	N. Ferronato, M. A. Gorritty Portillo, E. G. Guisbert Lizarazu, y V. Torretta, «Application of a life cycle assessment for assessing municipal solid waste management systems in Bolivia in an international cooperative framework», Waste Manag. Res., vol. 38, n.o 1_suppl, pp. 98-116, 2020.

Más información: Informe Final Capítulo 3 Sección 3.2.5

Modelo	Metronamica	Modelo elección modal – Encuestas Maptionnaire	Modelo contabilidad de emisiones
Objetivo	Evaluación de los efectos de la implementación de diferentes políticas de planificación sobre el territorio.	Desarrollar un modelo de selección modal, para modos no motorizados, teniendo en cuenta factores físicos, ambientales y factores individuales.	Modelo input-output, simulación de escenarios para análisis de emisiones de contaminantes locales y globales.
Tipo de modelo	Simulación	Simulación	Simulación, contabilidad
Software libre	No	Si	Formulación disponible
Artículo de referencia	Guzman, L. A., Escobar, F., Peña, J., & Cardona, R. (2020). A cellular automata-based land-use model as an integrated spatial decision support system for urban planning in developing cities: The case of the Bogotá region. Land Use Policy, 92(104445), 104445.	Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. Social Sciences & Medicine, vol. 56, pp. 1693-1703. Pikora, Giles-Corti, Bull, 2003.	Espinosa, Cadena, Behrentz, “Challenges in green-house gas mitigation in developing countries: A case study of the Colombian transport sector”, Energy Policy 124, 111-122. 2019.

Más información: Informe Final Capítulo 3 Sección 3.2.6

Modelo	EnergyPlus	EnergyPlus + OpenStudio	Metodología MACC
Objetivo	Modelar el consumo de energía en edificaciones para diferentes tipologías según su uso.	Modelar el impacto del entorno construido y la dinámica entre edificaciones en el consumo energético de estas.	Modelar la energía embebida asociada a ciertos materiales utilizados en construcción para diferentes tipos de edificación y según sistema constructivo.Curva de costo marginal de abatimiento
Tipo de modelo	Simulación	Simulación	Contabilidad Estimación de costo-eficiencia
Software libre	Si	Si	Formulación disponible
Artículo de referencia	Hopkins, Asa S.; Lekov, Alex; Lutz, James; Rosenquist, Gregory; Gu, Lixing. Simulating a Nationally Representative Housing Sample Using Energy-Plus	Han, Y., Taylor, J. E., & Pisello, A. L. (2015). Exploring mutual shading and mutual reflection inter-building effects on building energy performance. Applied Energy. http://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.170	Cadena, A; Guevara, J.A.; Ozuna, A.; Vargas, H.I.; Espinosa, M.; Ovalle, K.; Rodríguez, C. Estimación de curva de costos abatimiento de emisiones gases efecto invernadero sector vivienda urbana en Bogotá, 2012

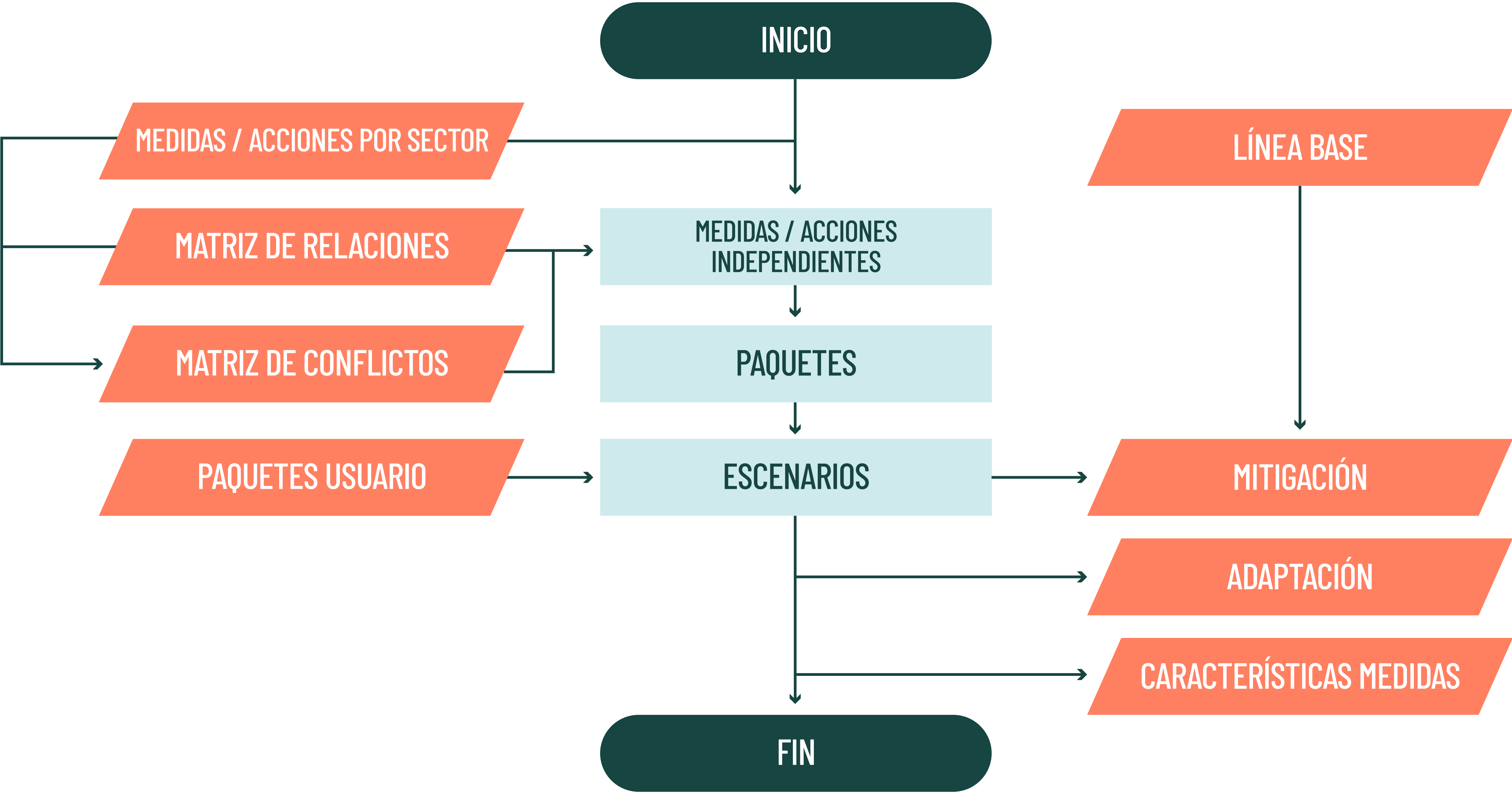


Objetivos

- Organizar las medidas de mitigación definidas por cada sector
- Analizar diferentes escenarios de mitigación y adaptación

Resultado de su implementación

- Conjunto de escenarios para el periodo analizado
 - Se construyen a partir de la **agregación** de **medidas** o **paquetes** de medidas.
 - Se consideran las posibles **interacciones** y **conflictos** entre medidas.
 - Se propone realizar el **análisis sectorial** de las medidas a partir de **dos clasificaciones**:
 - Clasificación principal: se diferencian sectores de actividad urbana
 - Clasificación alterna: basada en la clasificación propuesta por el IPCC.



DATOS Y PASOS PRELIMINARES
LÍNEA BASE

Ingresar	Parámetros iniciales	Población, área, periodo de análisis, TD, pesos, año base
Ir a hoja	Ingreso de datos	Línea base

Clasificación principal	
Sector	Subsector
Agua	Manejo esorrentía
	Suministro de agua
	Manejo aguas residuales
Ecología urbana	Cobertura del suelo
Energía	Generación de energía
Residuos	Gestión de residuos
	Consumo de energía
Movilidad	Uso del suelo
	Consumo de energía
Infraestructura urbana	Consumo de agua
	Consumo de energía
	Procesos constructivos

Clasificación alternativa	
Sector	Subsector
Energía	Producción de energia
	Demanda de energía
IPPU	IPPU
AFOLU	AFOLU
Residuos	Residuos sólidos
	Agua residual

DATOS Y PASOS PRELIMINARES
LÍNEA BASE
INGRESO DE DATOS MEDIDAS/ACCIONES Y PAQUETES PROPUESTOS

Ingresar	Parámetros iniciales	Población, área, periodo de análisis, TD, pesos, año base
Ir a hoja	Ingreso de datos	Línea base
		Medidas / acciones
		Paquetes de medidas

Generalidades

Desempeño

Cobeneficios / Otros beneficios

Costos y beneficios

Factibilidad

Interacciones

Conflictos



Ingresar	Parámetros iniciales	Población, área, periodo de análisis, TD, pesos, año base
Ir a hoja	Ingreso de datos	Línea base
		Medidas / acciones
	Ver resultados	Paquetes de medidas
		Resultados tablas

Escenarios

Potenciales mitigación

Escenarios sectoriales

Mitigación adicional (CA)

Costos escenarios

Escenarios adaptación

Otros beneficios

Tipo de medida (mitigación y/o adaptación)

Incertidumbre

Factibilidad



Ingresar	Parámetros iniciales	Población, área, periodo de análisis, TD, pesos, año base
Ir a hoja	Ingreso de datos	Línea base
		Medidas / acciones
		Paquetes de medidas
	Ver resultados	Resultados tablas
		Resultados gráficas

Emisiones línea base

Escenarios de mitigación

Participación emisiones línea base

Escenarios sectoriales

Escenarios adaptación

Mitigación adicional

VPN escenarios

Otros beneficios

Incertidumbre

Tipo de medida (mitigación y/o adaptación)

Factibilidad



Ingresar	Parámetros iniciales	Población, área, periodo de análisis, TD, pesos, año base
Ir a hoja	Ingreso de datos	Línea base
		Medidas / acciones
		Paquetes de medidas
	Ver resultados	Resultados tablas
	Información de apoyo	Resultados gráficas
		Criterios

INFORMACIÓN GUÍA PARA EL
USUARIO SOBRE LOS CRITERIOS DE...



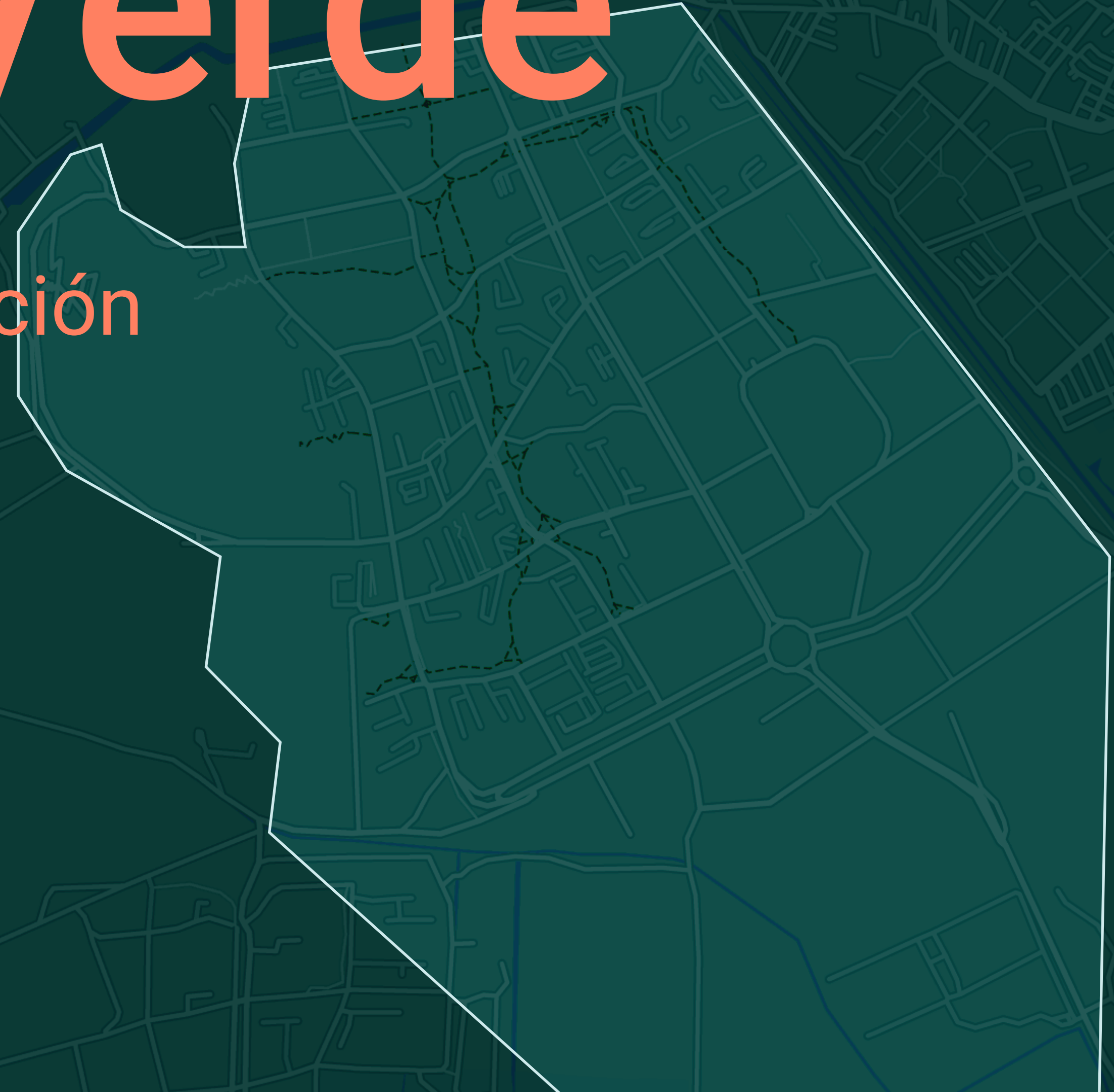
- Factibilidad
- Incertidumbre
- Interacciones
- Conflictos

Casos de estudio

Ciudad Verde

Soacha - Cundinamarca

Proyecto en etapa de operación



Más información: Informe Final Capítulo 5 Sección 5.3

ACCESIBILIDAD A SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS

54.8 % DE LA POBLACIÓN SE ENCUENTRA A UN TIEMPO DE CAMINATA MENOR DE 15 MINUTOS DE UN CENTRO EDUCATIVO

11.7 % DE LA POBLACIÓN SE UBICA ENTRE 2 Y 3 KM DE LA ESTACIÓN DE TRANSMILENIO MÁS CERCANA

88.3 % DE LA POBLACIÓN SE UBICA A MÁS DE 3 KM DE LA ESTACIÓN DE TRANSMILENIO MÁS CERCANA

0.6 % DE LAS UNIVERSIDADES SE ENCUENTRAN A UNA DISTANCIA INFERIOR DE 10 KM DESDE CIUDAD

9.6 % DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD SE ENCUENTRAN A UNA DISTANCIA INFERIOR A 10 KM DE CIUDAD VERDE

CARACTERIZACIÓN DE LA MOVILIDAD

PARTICIÓN MODAL DE LOS VIAJES

Transmilenio	43.1%
A pie	17.9%
Bus, buseta o colectivo	17.4%
Moto	6.6%
Carro	3.6%
SITP	3.1%
Bicicleta	2.0%
Otro	1.9%
Taxi colectivo	1.6%
Uber	0.5%
Taxi individual	0.5%
Transporte de la empresa	0.4%
Ruta	0.3%

EL TIEMPO PROMEDIO DE VIAJE FUERA DE CIUDAD VERDE PARA TODOS LOS MODOS ES DE

93 MINUTOS

PARTICIÓN MODAL DE LOS VIAJES DENTRO DE CIUDAD VERDE

A pie	93.3%
Carro	4.7%
Bus, buseta o colectivo	2.0%

PARTICIÓN MODAL DE LOS VIAJES FUERA DE CIUDAD VERDE

Transmilenio	54.6%
Bus, buseta o colectivo	21.6%
Moto	8.4%
SITP	4.0%
Bicicleta	4.0%
Carro	3.4%
Taxi colectivo	2.0%
Uber	0.6%
Taxi individual	0.6%
Transporte de la empresa	0.5%
Ruta	0.4%

15 MIN TIEMPO PROMEDIO DE VIAJE DENTRO DE CIUDAD VERDE EN AUTO

10 MIN TIEMPO PROMEDIO DE VIAJE DENTRO DE CIUDAD VERDE A PIE

NÚMERO ESTIMADO DE POBLACIÓN EN EL 2018

133,604



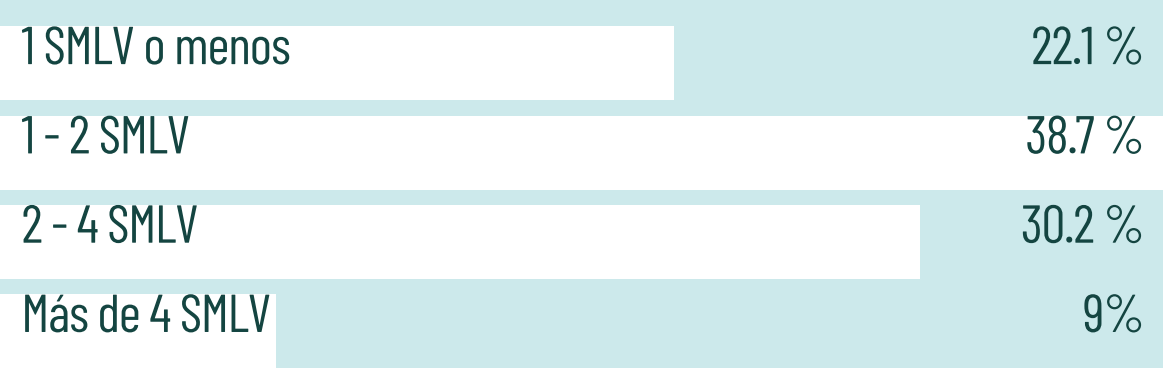
TAMAÑO PROMEDIO DEL HOGAR EN CIUDAD VERDE

3.59 PERSONAS

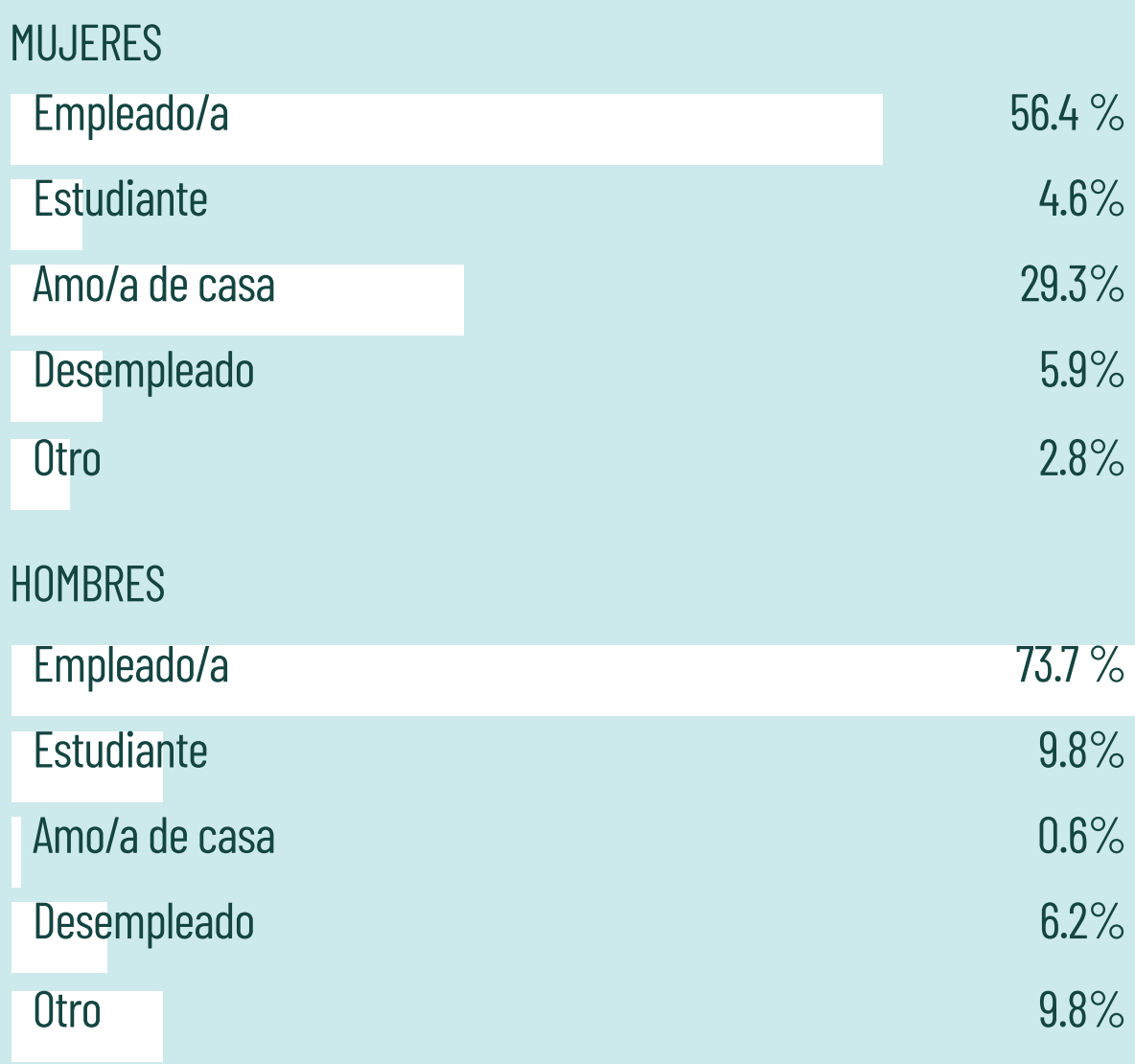
68.8 %

DE LA POBLACIÓN ES MENOR A LOS 40 AÑOS

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE INGRESOS PROMEDIO EN CIUDAD VERDE



DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA OCUPACIÓN EN CIUDAD VERDE POR GÉNERO



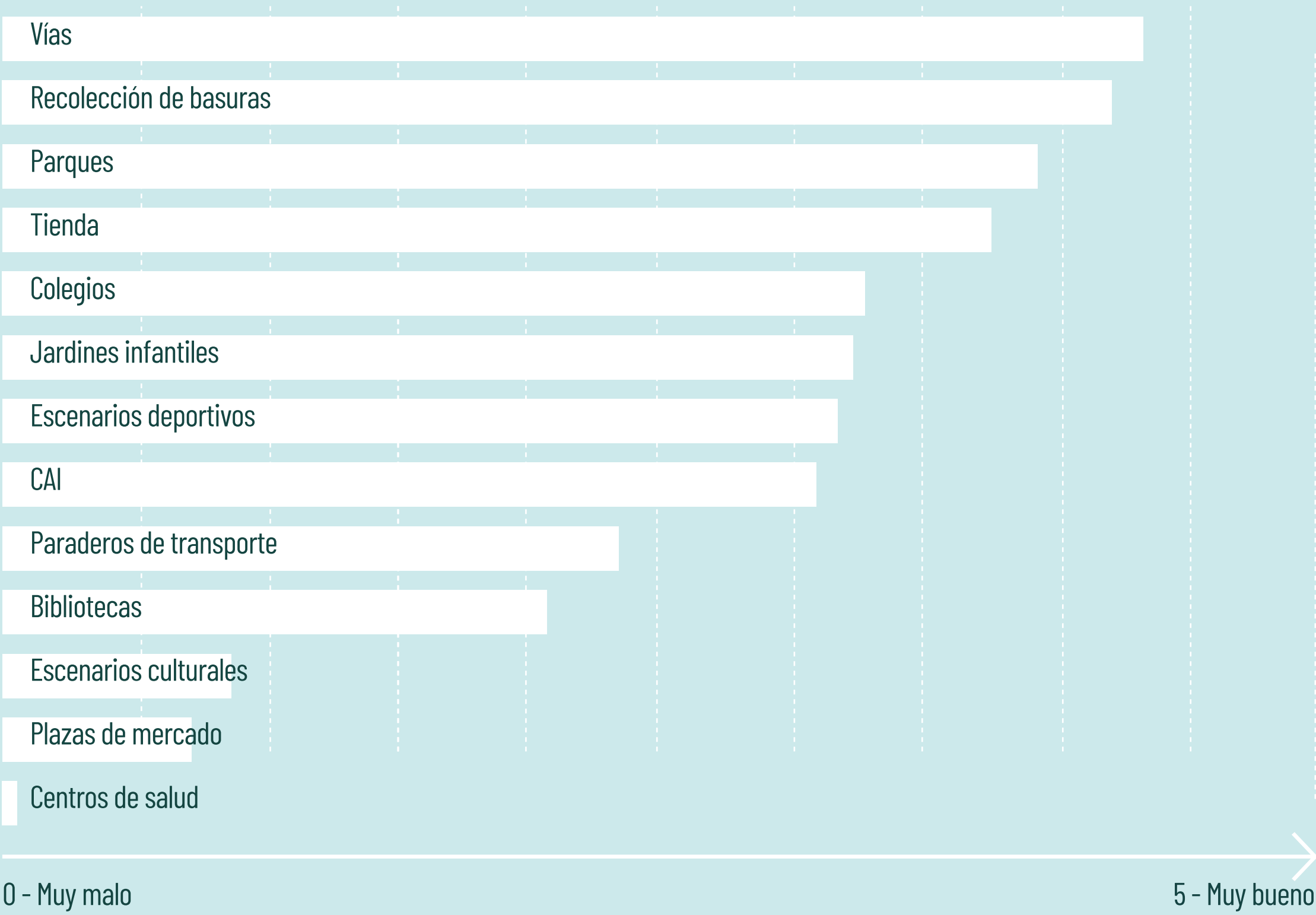
20.2 %

DE LA POBLACIÓN SE SIENTE INSEGURO O MUY INSEGURO

79.8 %

DE LA POBLACIÓN SE SIENTE SEGURO O MUY SEGURO

PERCEPCIÓN DE SERVICIOS URBANOS Y EQUIPAMIENTOS

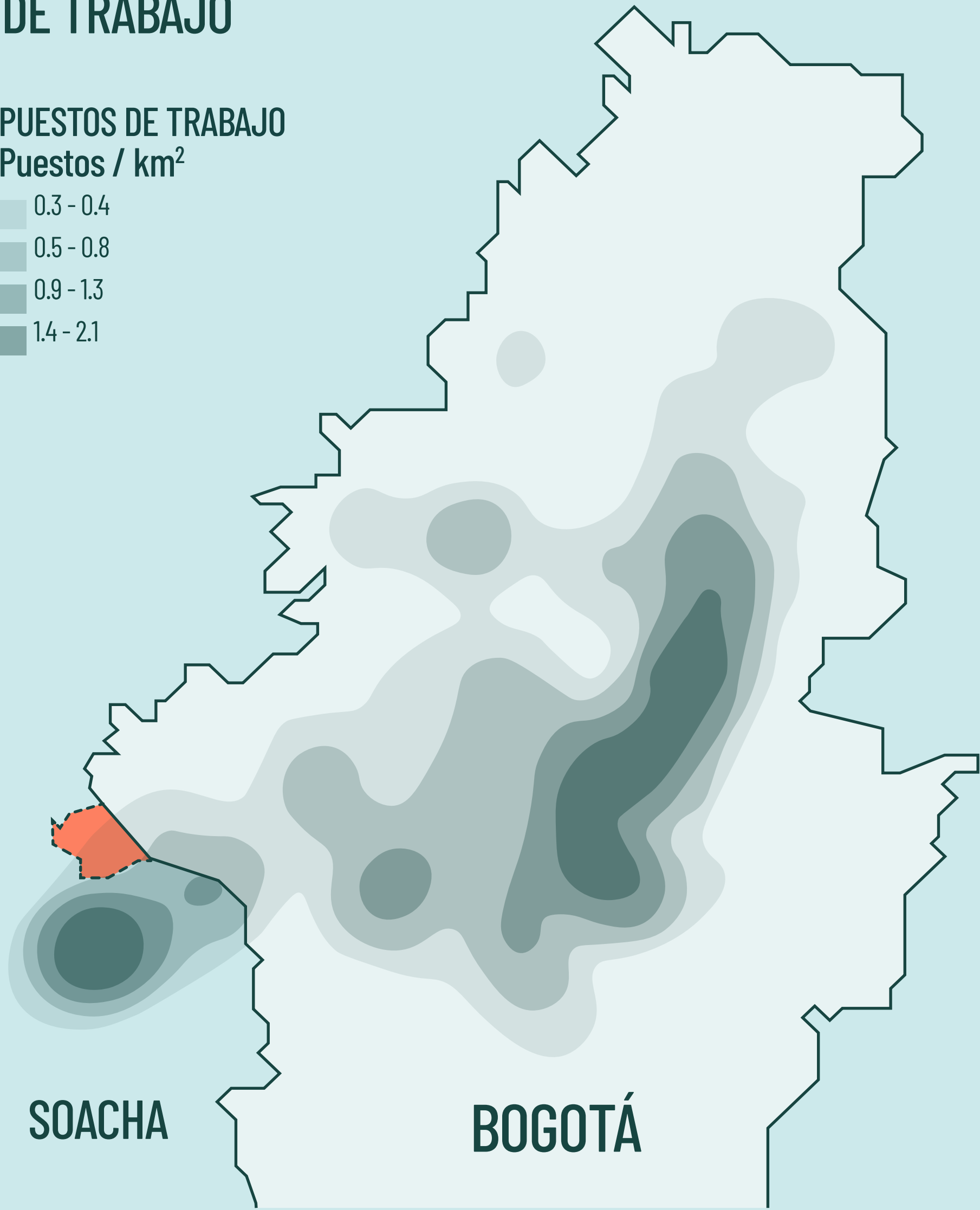


HAY UN DEFICIT DEL 68% EN LA OFERTA DE CUPOS PARA POBLACIÓN EN EDAD ESCOLAR, ESTO INCLUYE JARDINES INFANTILES, COLEGIOS DE BÁSICA PRIMARIA Y SECUNDARIA.

UBICACIÓN OPORTUNIDADES DE TRABAJO

PUESTOS DE TRABAJO
Puestos / km²

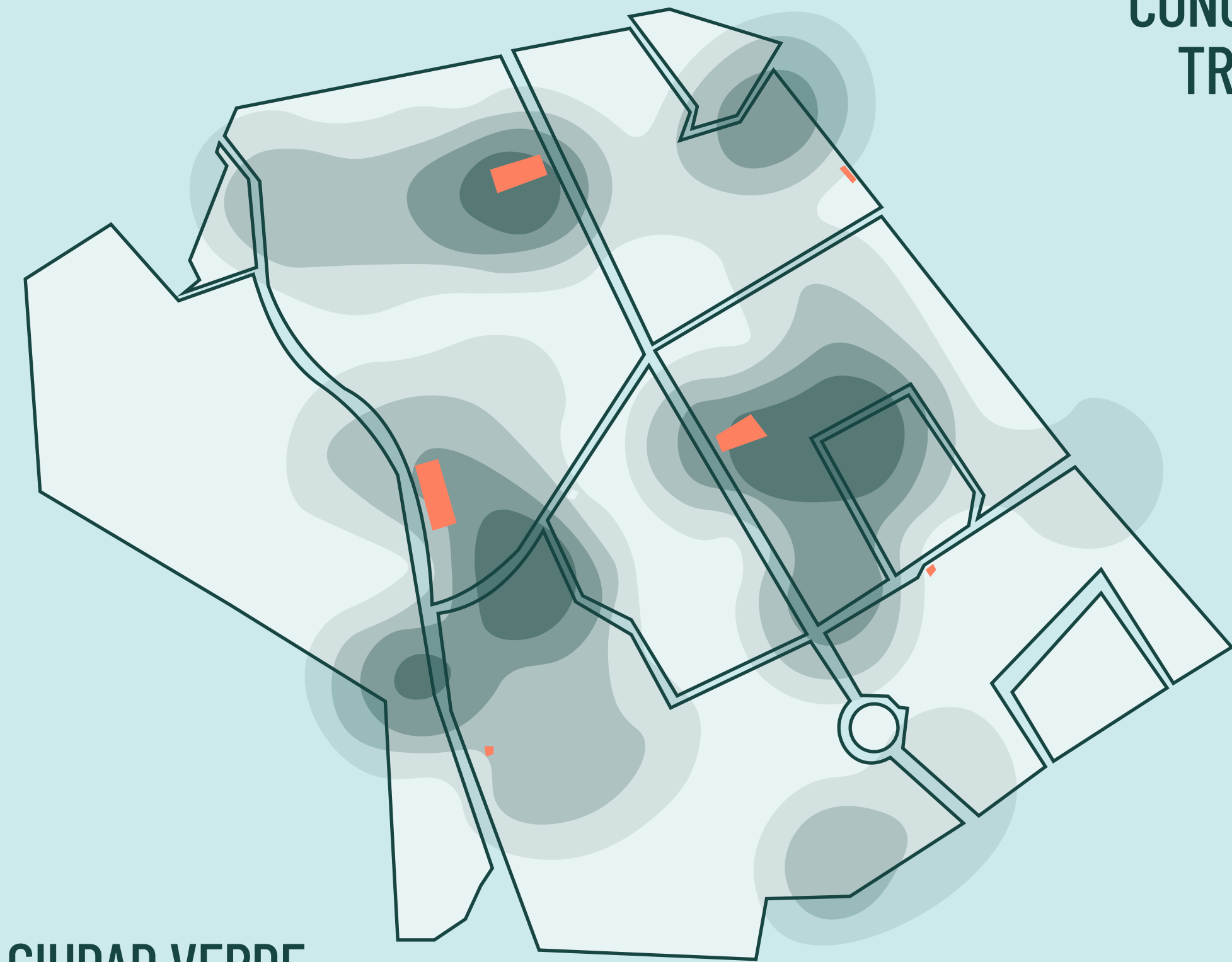
- 0.3 - 0.4
- 0.5 - 0.8
- 0.9 - 1.3
- 1.4 - 2.1



CONCENTRACIÓN PUESTOS DE TRABAJO EN CIUDAD VERDE

PUESTOS DE TRABAJO
Puestos / ha

- 0.2 - 0.2
- 0.3 - 0.3
- 0.4 - 0.5
- 0.6 - 0.7
- Comercio



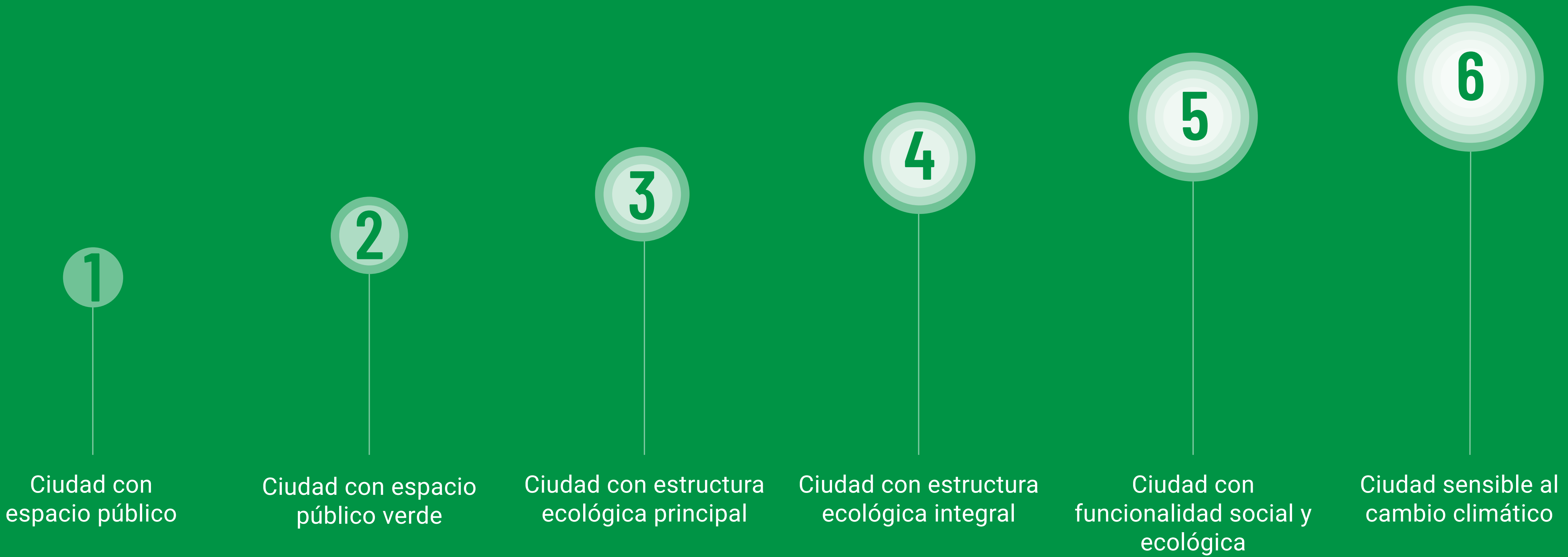
CIUDAD VERDE

PORCENTAJE DE INGRESOS DESTINADO AL TRANSPORTE POR ETAPA

Etapa 1	18.90%
Etapa 2	17.44%
Etapa 3	15.96%
Etapa 4	12.49%
Etapa 5	17.88%
Etapa 6	14.05 %
Etapa 7	16.27%

Más información: Informe Final Capítulo 1 Sección 1.1

Etapas hacia una ciudad sensible a los ecosistemas



Más información: Informe Final Capítulo 1 Sección 1.1



ETAPAS

Ciudad sensible al
cambio climático

Ciudad con funcionalidad social
y ecológica

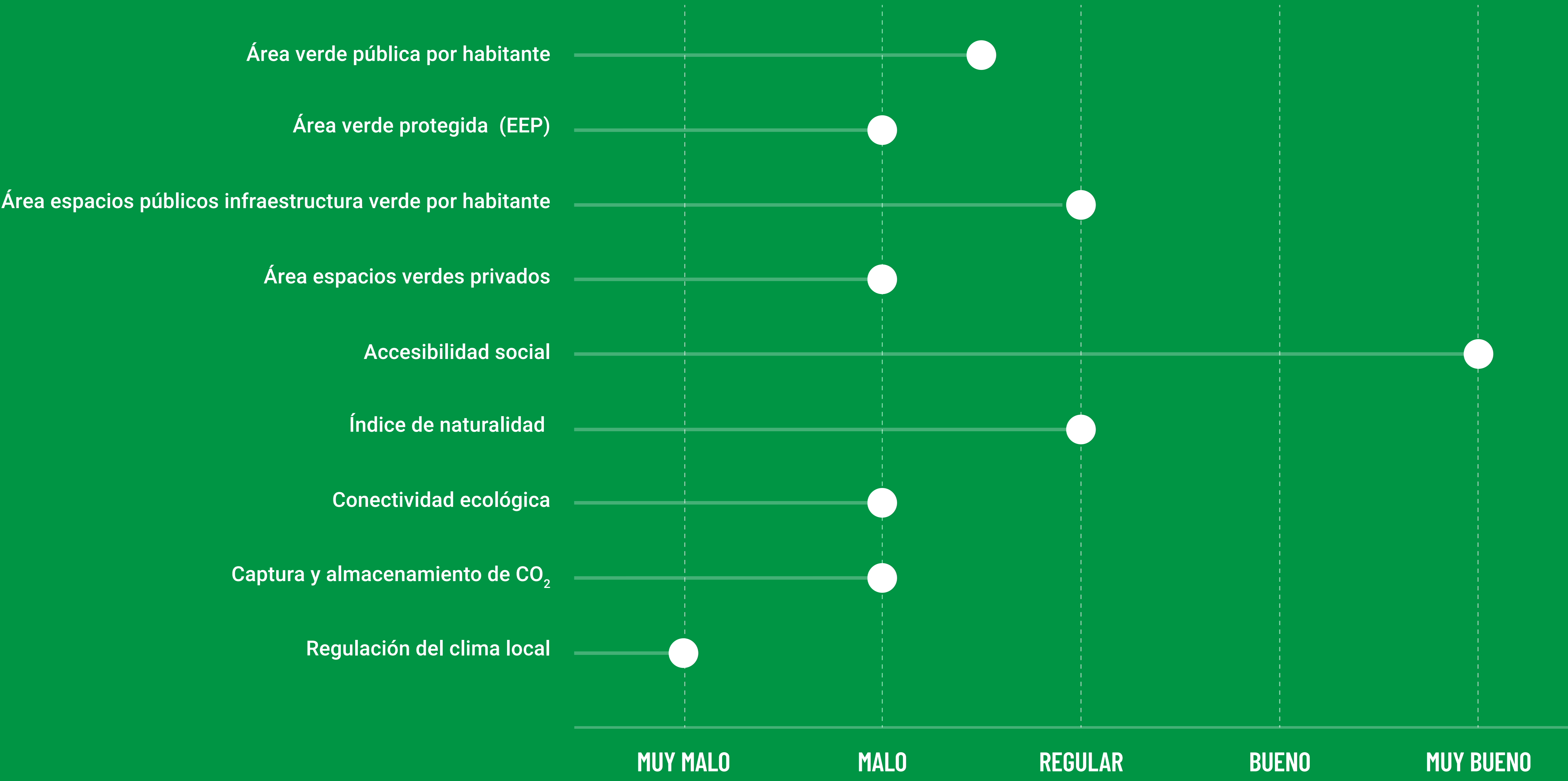
Ciudad con estructura
ecológica integral

Ciudad con estructura
ecológica principal

Ciudad con espacio
público verde

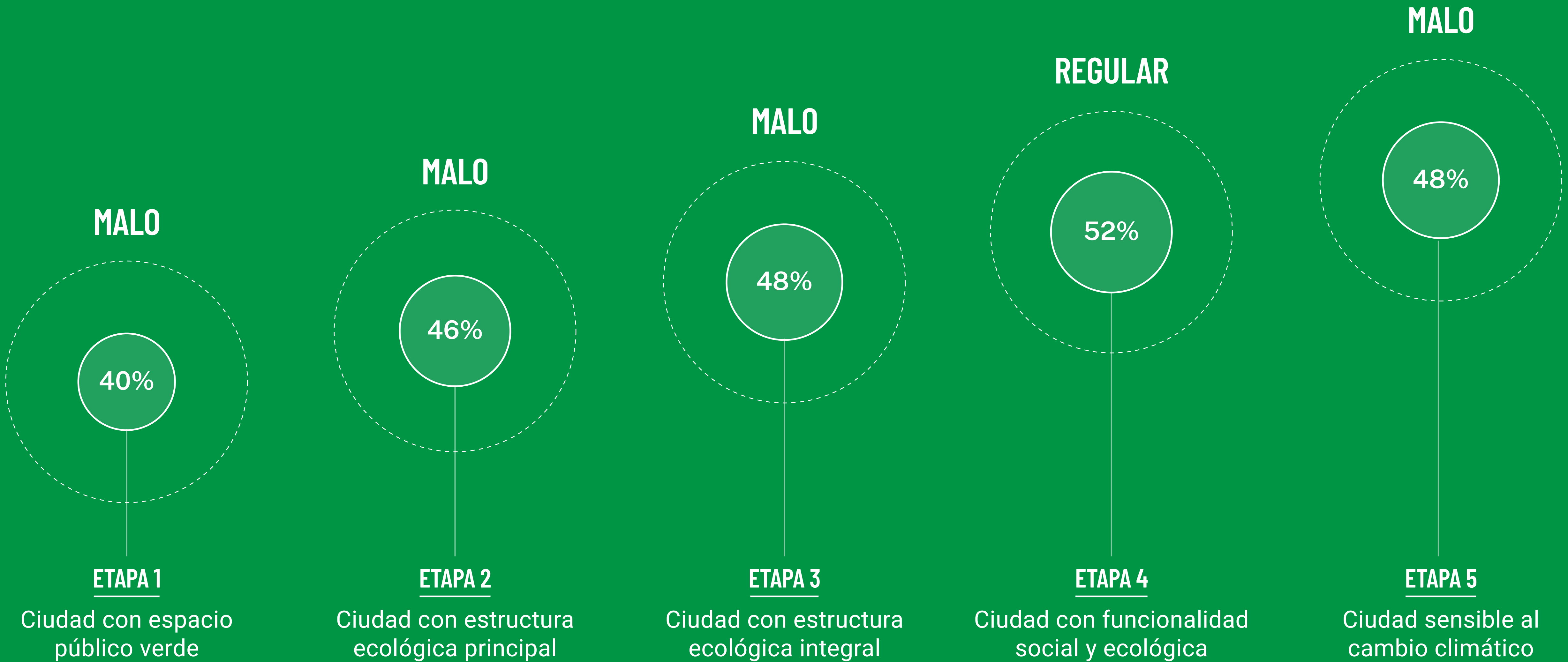
Ciudad con espacio
público





Más información: Informe Final Capítulo 6 Sección 6.1.1

Resultados por etapa



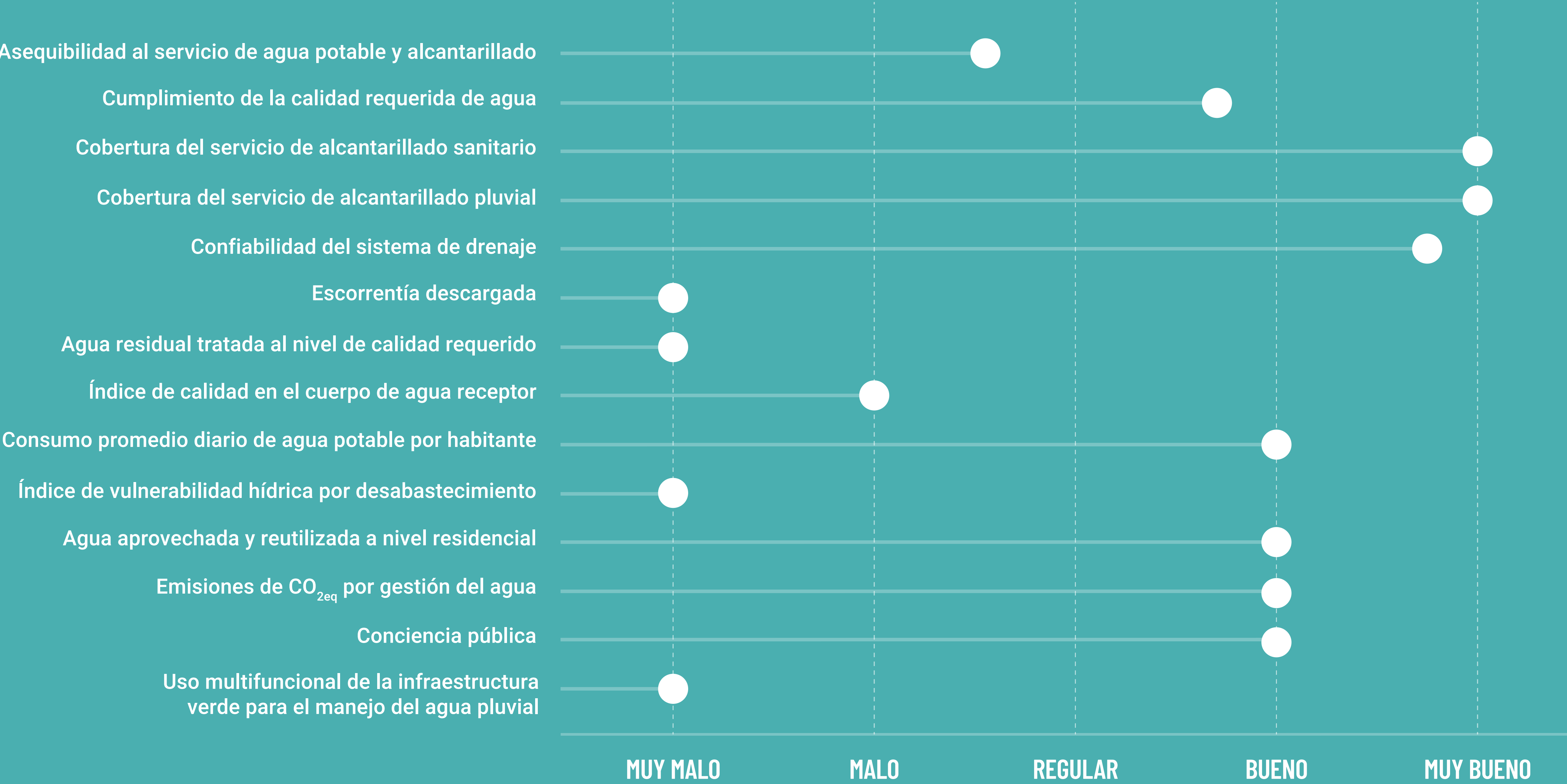
Etapas hacia una ciudad sensible al agua





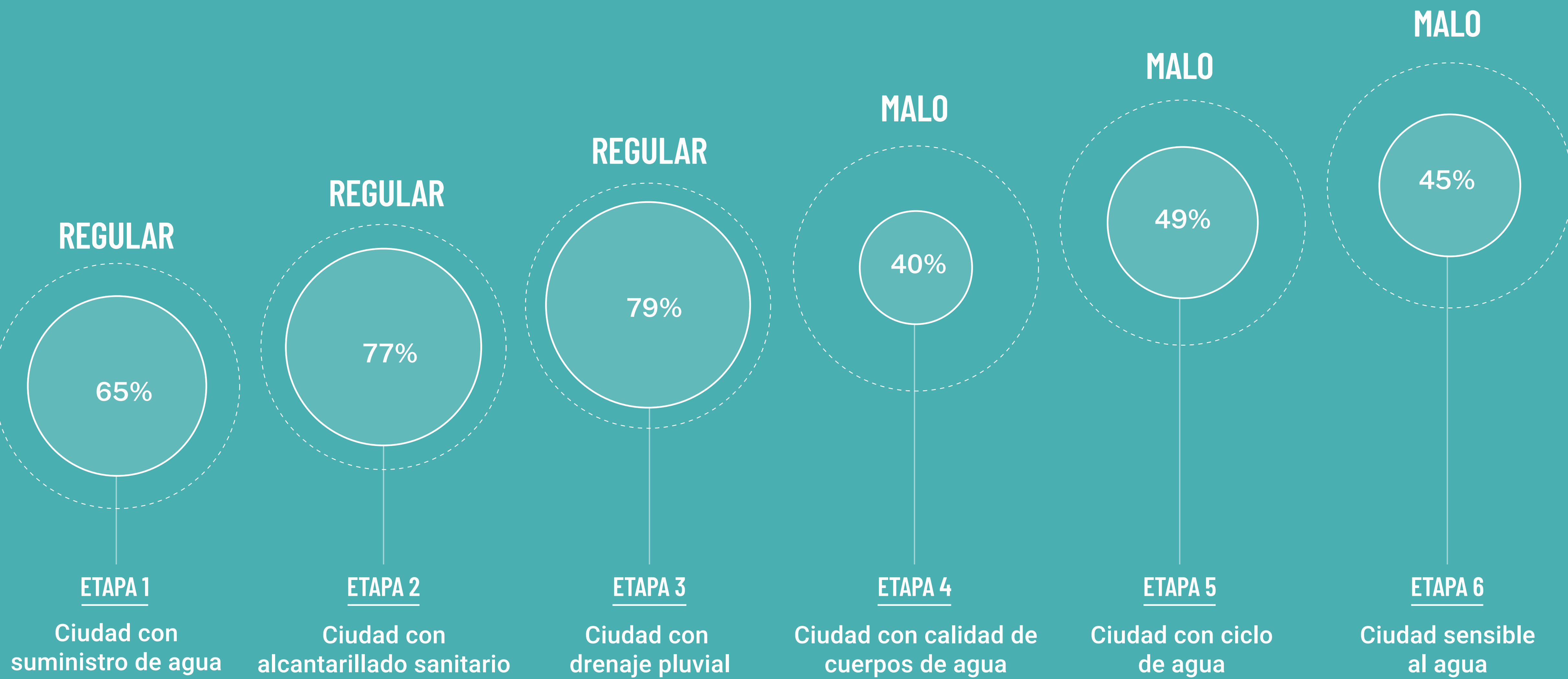
- ETAPAS
- Ciudad sensible al agua
 - Ciudad con ciclo de agua
 - Ciudad con calidad de cuerpos de agua
 - Ciudad con drenaje pluvial
 - Ciudad con alcantarillado sanitario
 - Ciudad con suministro de agua





Más información: Informe Final Capítulo 6 Sección 6.1.2

Resultados por etapa



Más información: Informe Final Capítulo 1 Sección 1.3

Etapas hacía una ciudad con suministro de energía limpio, eficiente y confiable



ACCESO A LA
ELECTRICIDAD
Y GAS

1

Ciudad con
suministro de
electricidad y gas
por red

SUMINISTRO
CONFIABLE Y
CON CALIDAD

2

Ciudad con suministro
de energía confiable y
de calidad

EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN
DEMANDA

3

Ciudad con demanda
participativa
(gestión de demanda)

APROVECHAMIENTO
DE RECURSOS
ENERGÉTICOS
LOCALES

4

Ciudad con
prosumidores y
comunidades
energéticas

INTEGRACIÓN
DE SISTEMAS
ENERGÉTICOS

5

Ciudad con DERs y
distritos energéticos

SISTEMAS
ENERGÉTICOS
ACOPLADOS CON
SERVICIOS URBANOS

6

Ciudad con suministro
limpio, eficiente y
confiable

ETAPAS

Ciudad con suministro limpio,
eficiente y confiable

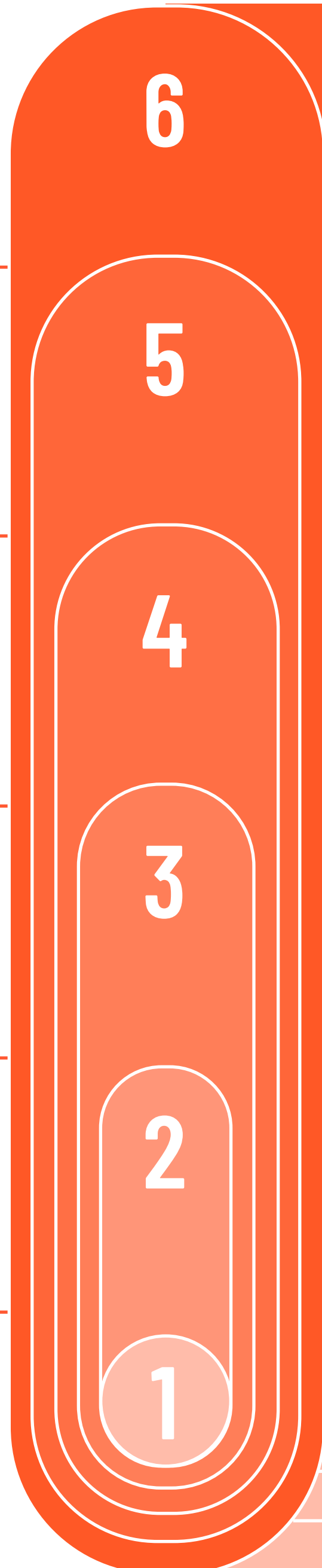
Ciudad con DERs y distritos
energéticos

Ciudad con demanda
participativa
(gestión de demanda)

Ciudad con demanda
participativa

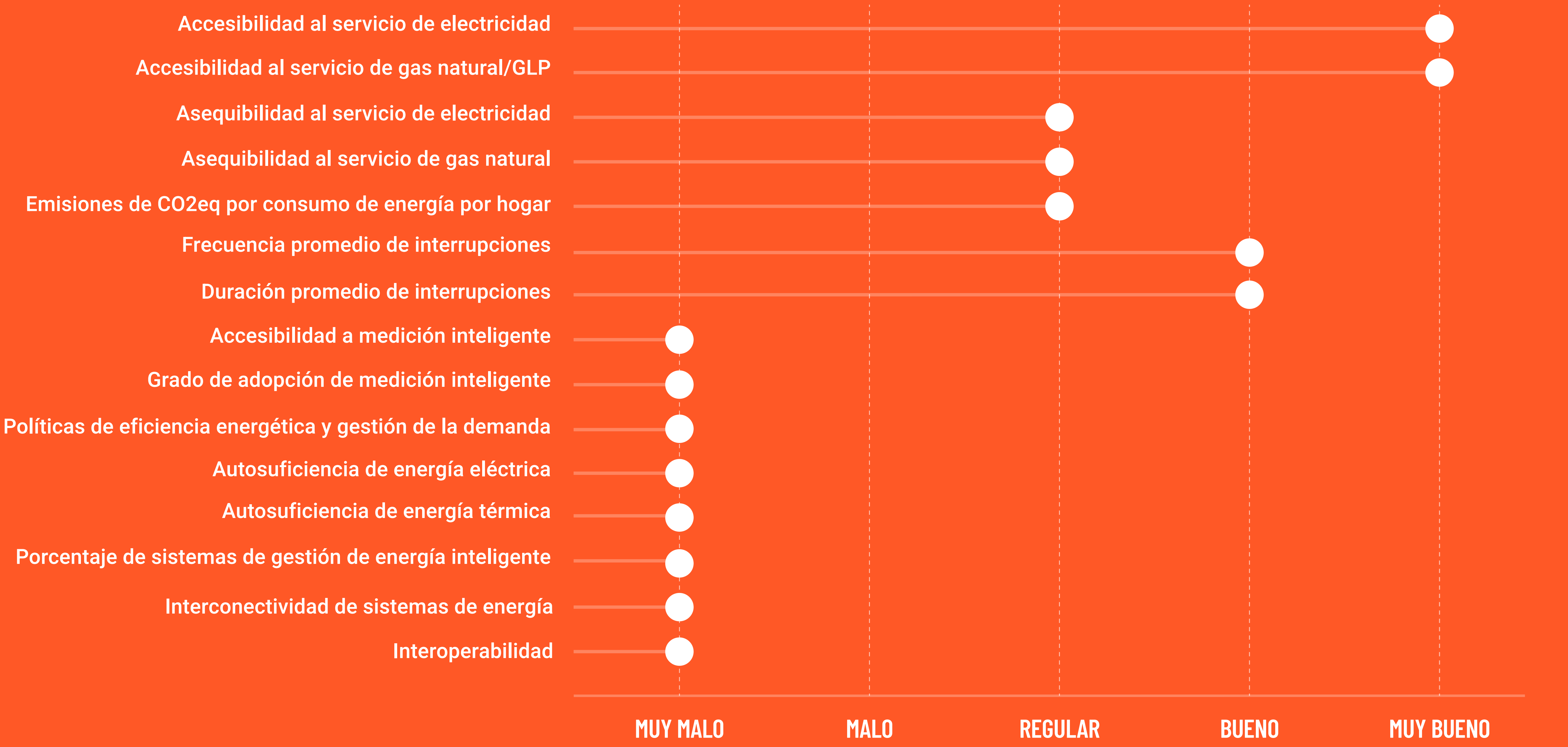
Ciudad con suministro de
energía confiable y de calidad

Ciudad con suministro de
electricidad y gas por red



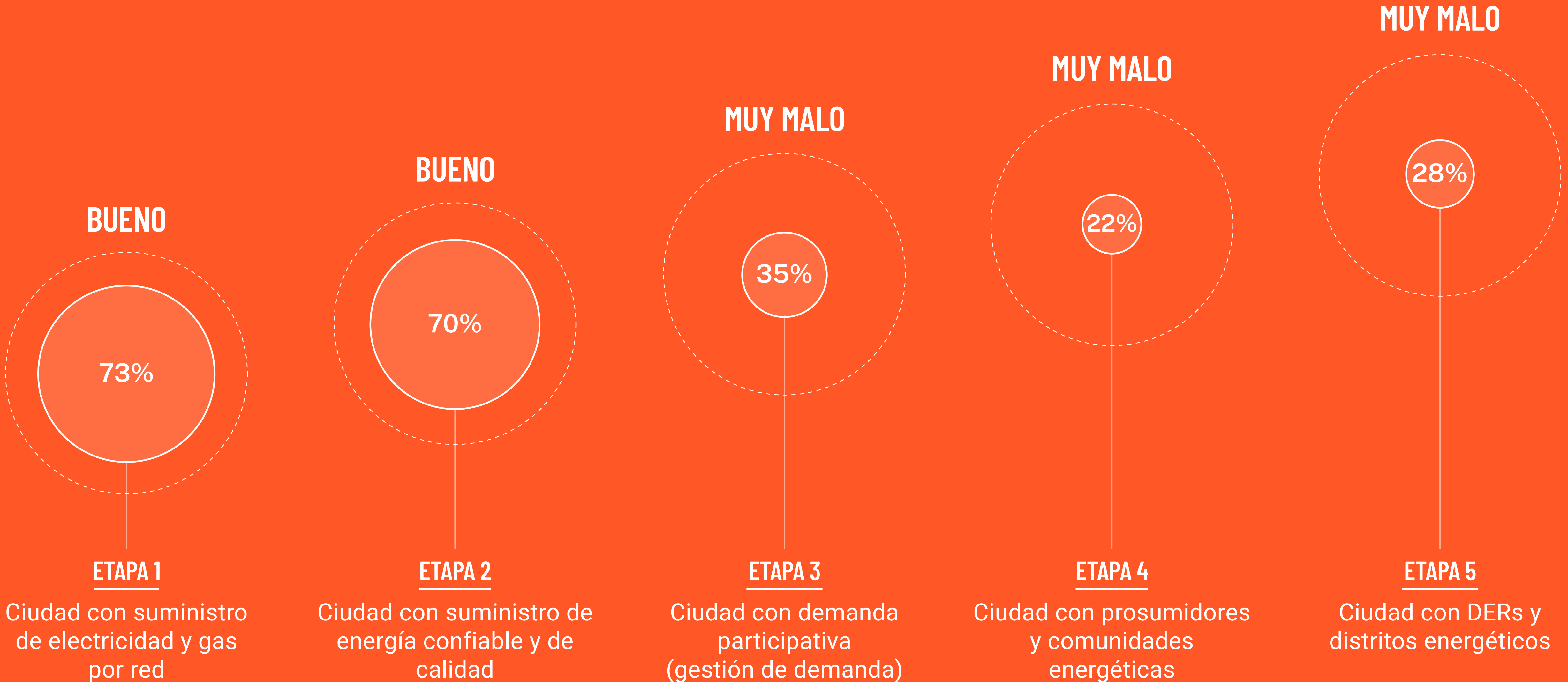
- Porcentaje de sistemas de gestión de energía inteligente en prosumidores
- Interconectividad de sistemas de energía
- Interoperabilidad
- Autosuficiencia de energía eléctrica a través de DERs
- Autosuficiencia de energía térmica a través de DERs
- Accesibilidad a medición inteligente
- Grado de adopción de medición inteligente por parte de usuarios
- Políticas locales orientadas a programas de eficiencia energética y gestión de la demanda
- Frecuencia promedio de interrupciones en el servicio de electricidad
- Duración promedio de interrupciones en el servicio de electricidad
- Accesibilidad al servicio de electricidad
- Accesibilidad al servicio de gas natural
- Asequibilidad de energía
- Emisiones de CO₂ por consumo de energía

INDICADORES ACUMULATIVOS

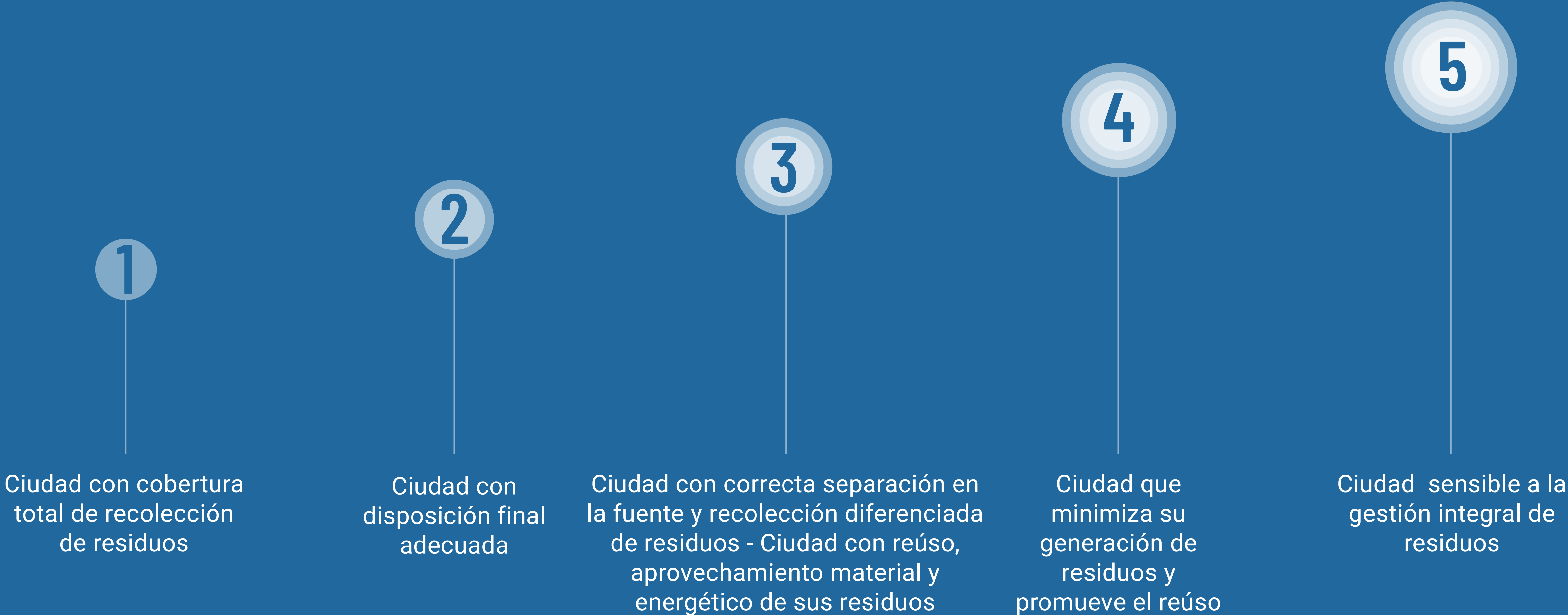


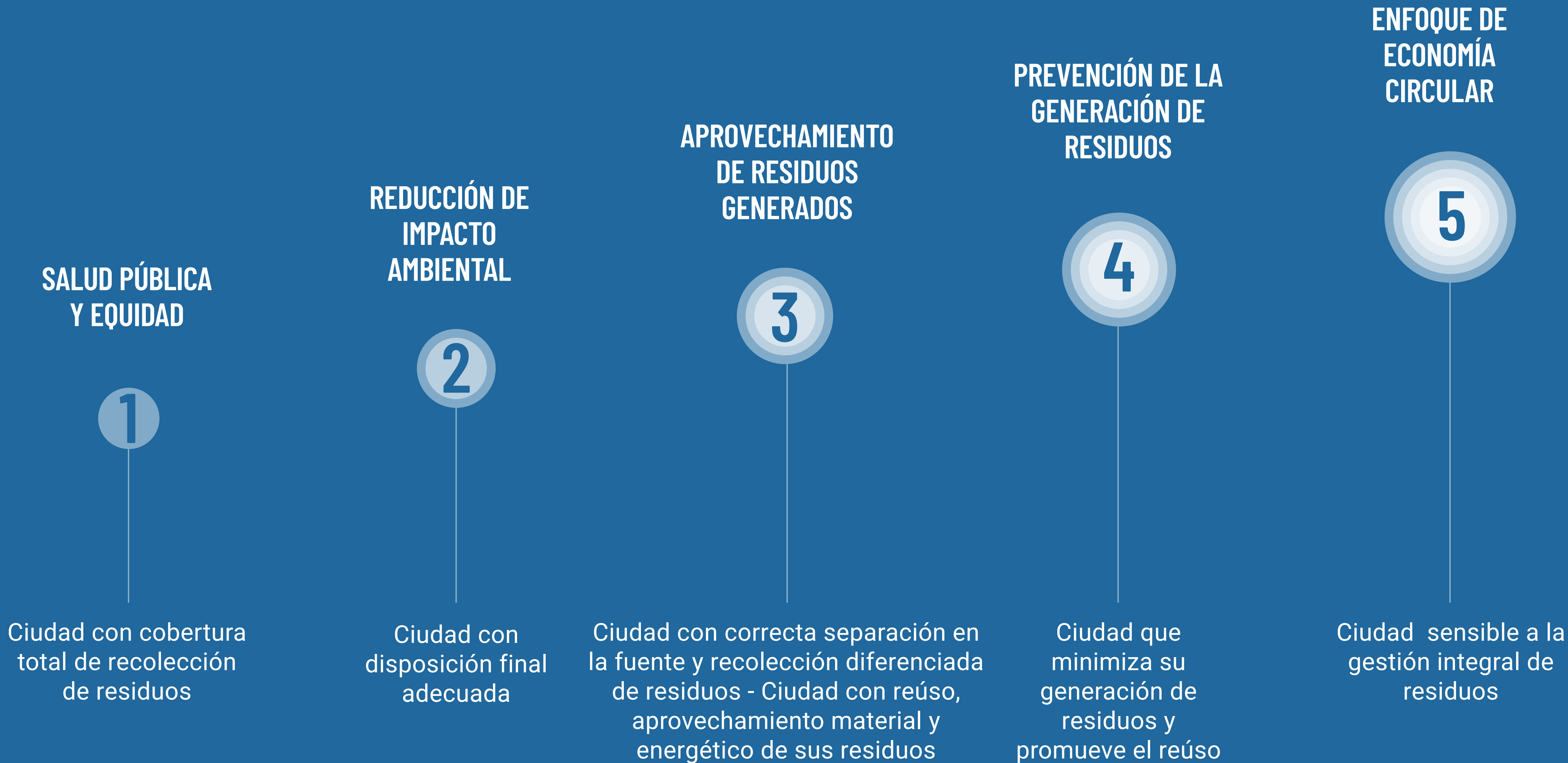
Más información: Informe Final Capítulo 6 Sección 6.1.3

Resultados por etapa



Etapas hacia una ciudad sensible a la gestión integral de residuos





ETAPAS

Ciudad sensible a la gestión integral de residuos

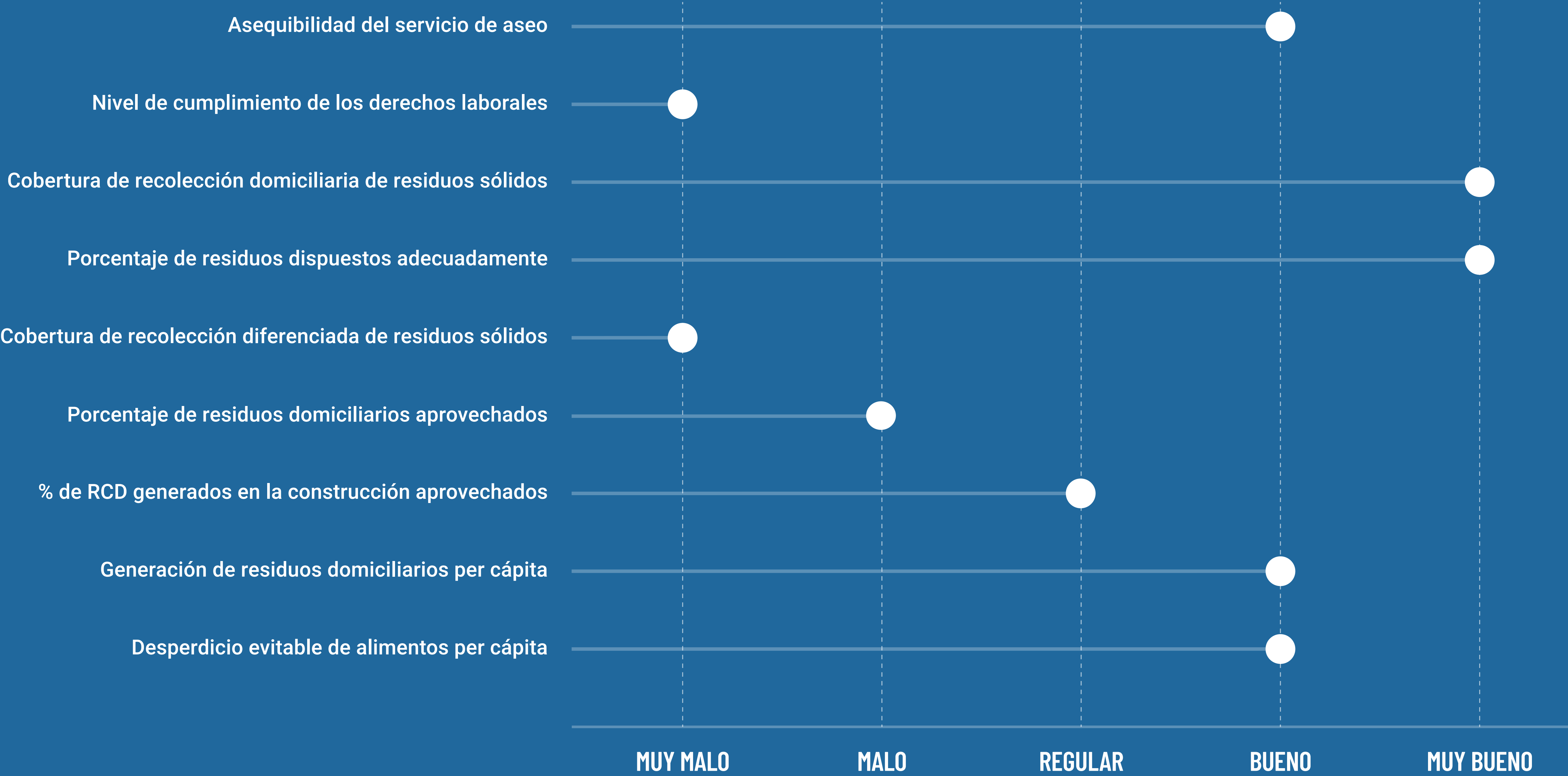
Ciudad que minimiza su generación de residuos y promueve el reúso o aprovechamiento desde el diseño de los productos

Ciudad con correcta separación en la fuente y recolección diferenciada de residuos

Ciudad con disposición final adecuada

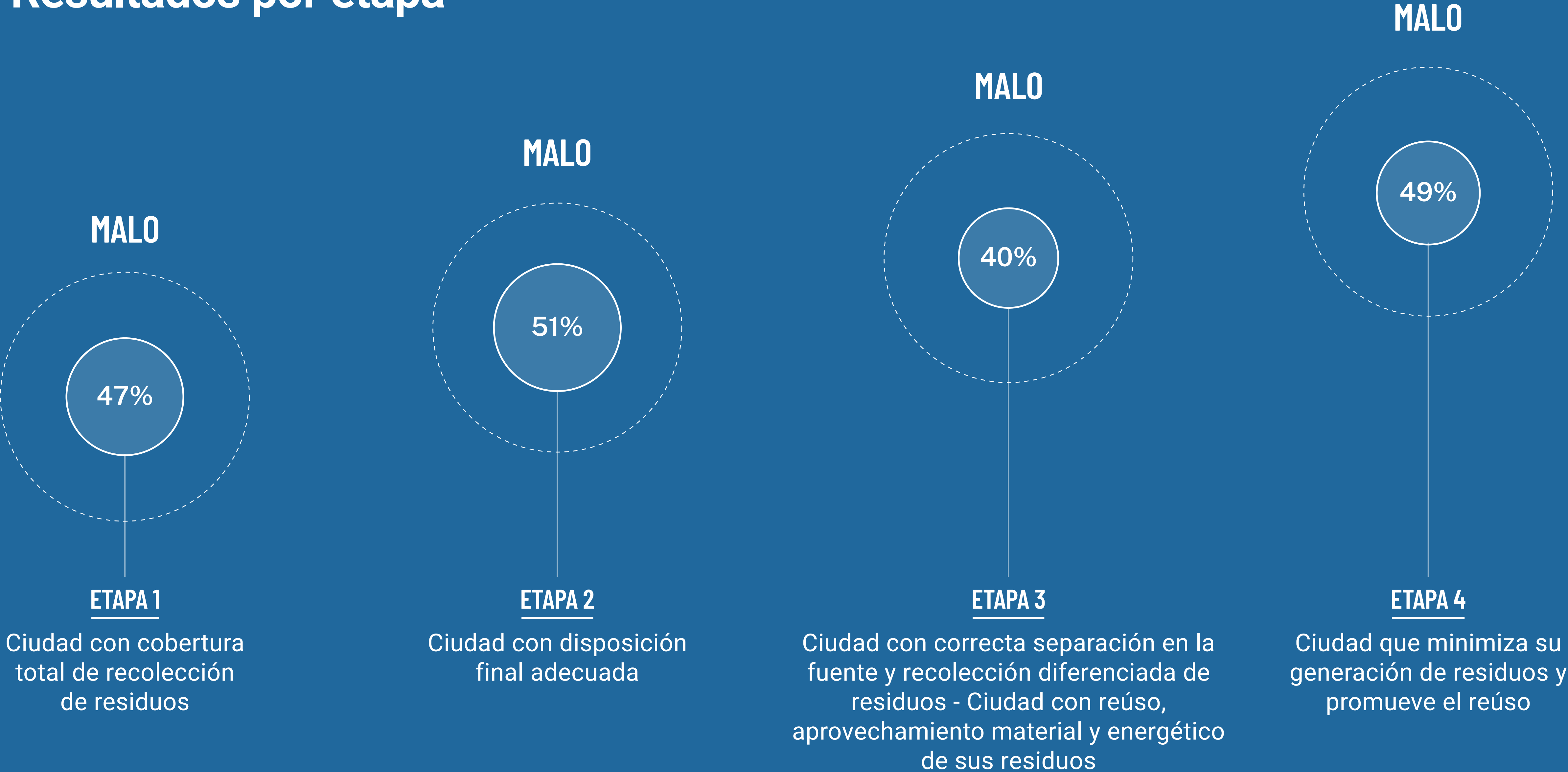
Ciudad con cobertura total de recolección de residuos





Más información: Informe Final Capítulo 6 Sección 6.1.4

Resultados por etapa

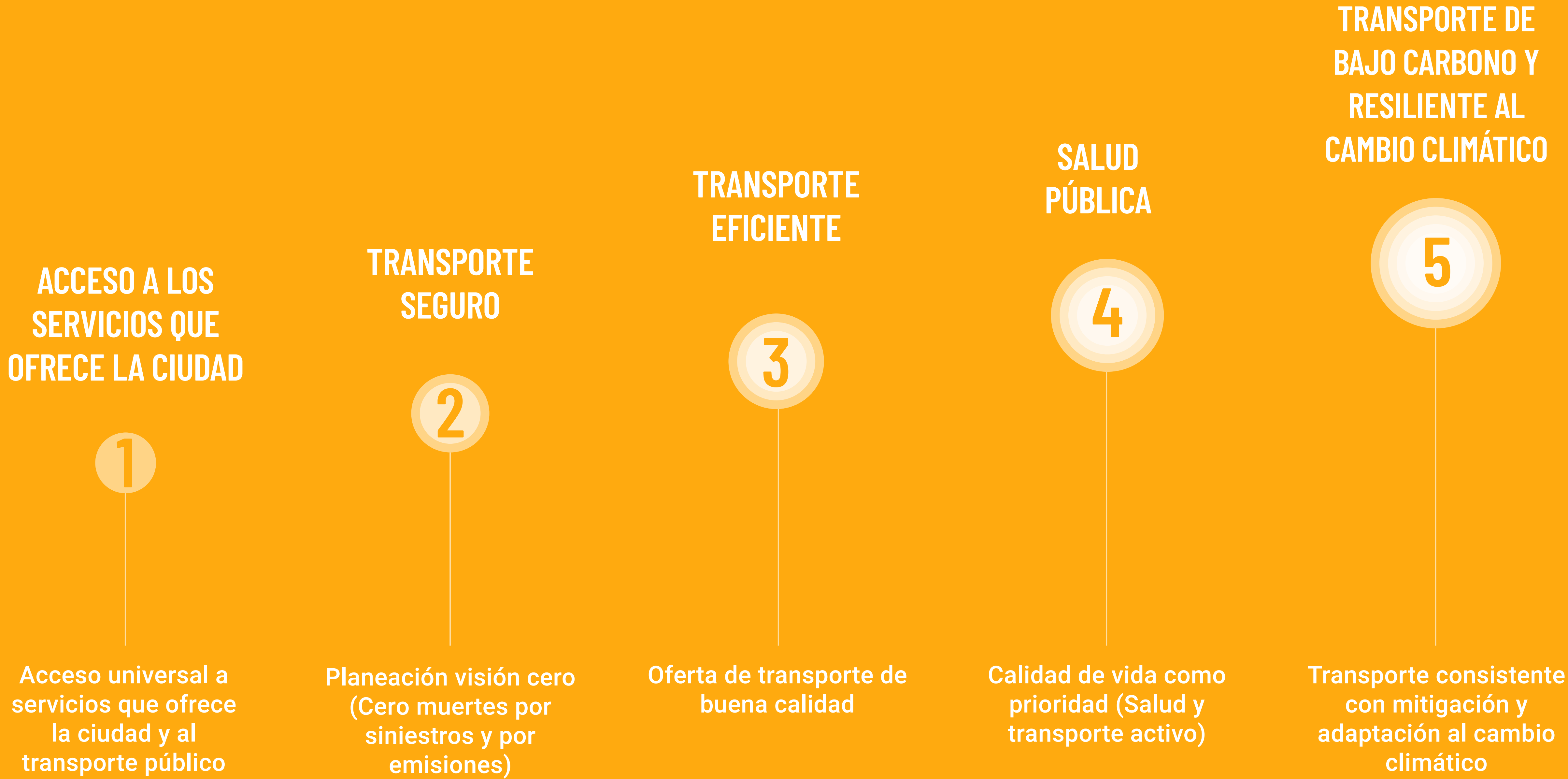


Más información: Informe Final Capítulo 1 Sección 1.5

Etapas hacia una ciudad con movilidad sostenible



Más información: Informe Final Capítulo 1 Sección 1.5



ETAPAS

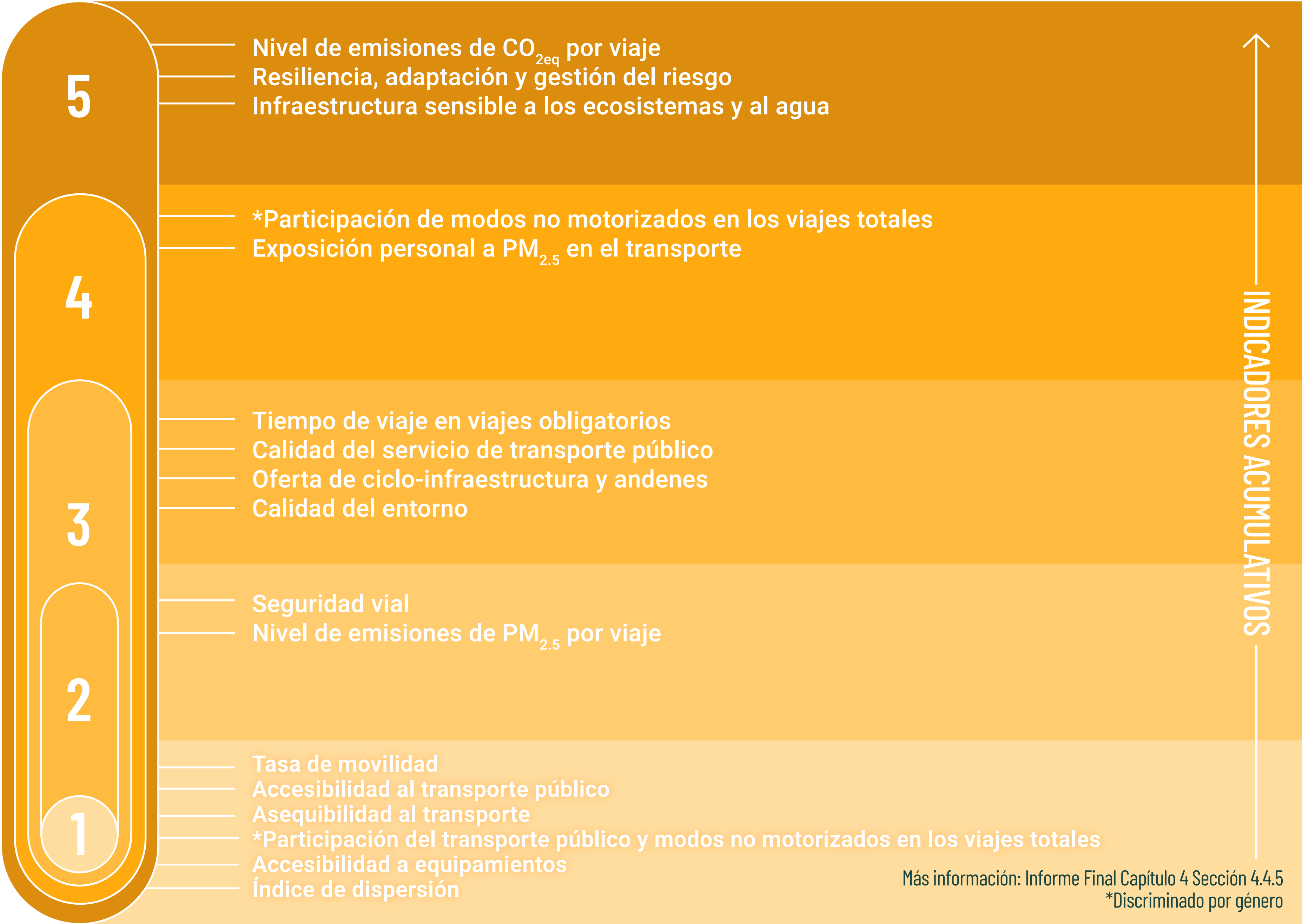
Transporte consistente con mitigación y adaptación al cambio climático

Calidad de vida como prioridad (Salud y transporte activo)

Oferta de transporte de buena calidad

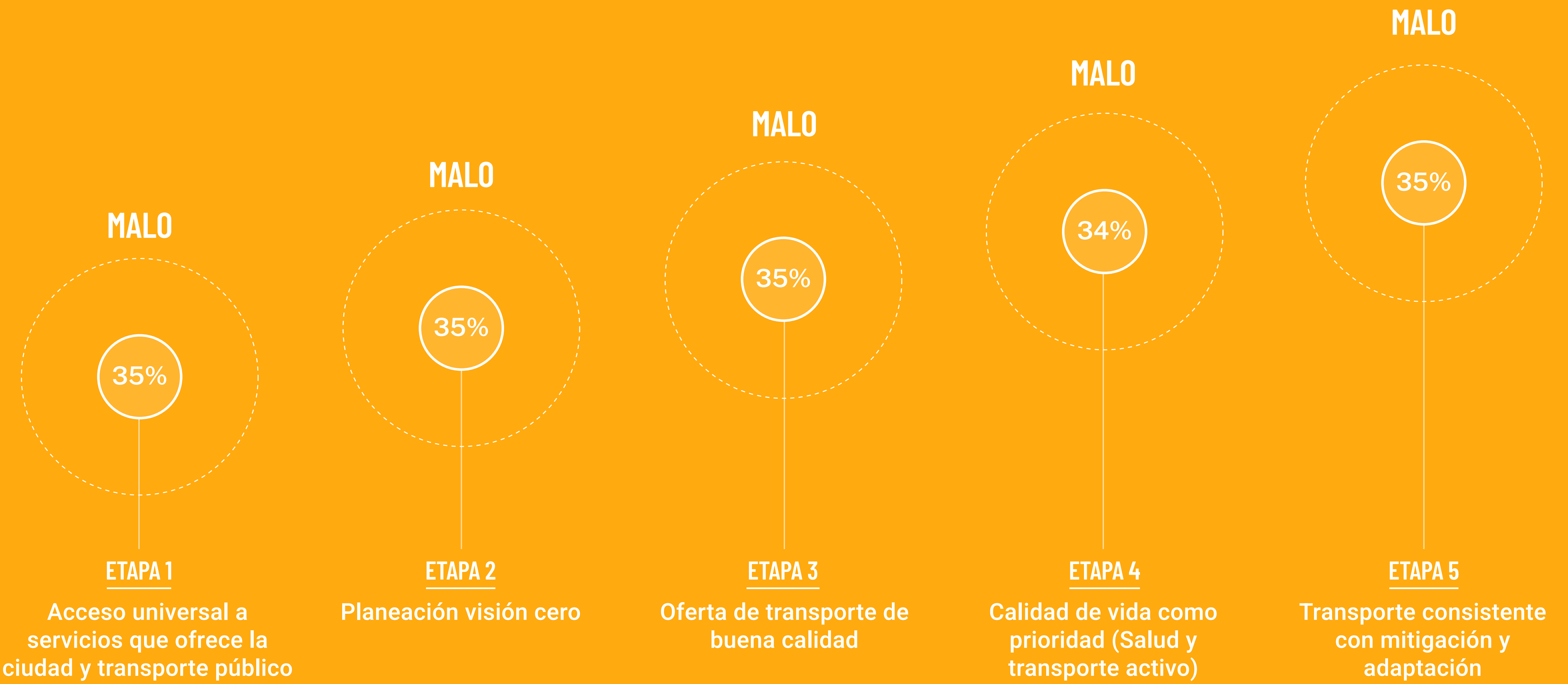
Planeación visión cero (Cero muertes por siniestros y por emisiones)

Acceso universal a servicios que ofrece la ciudad y al transporte público



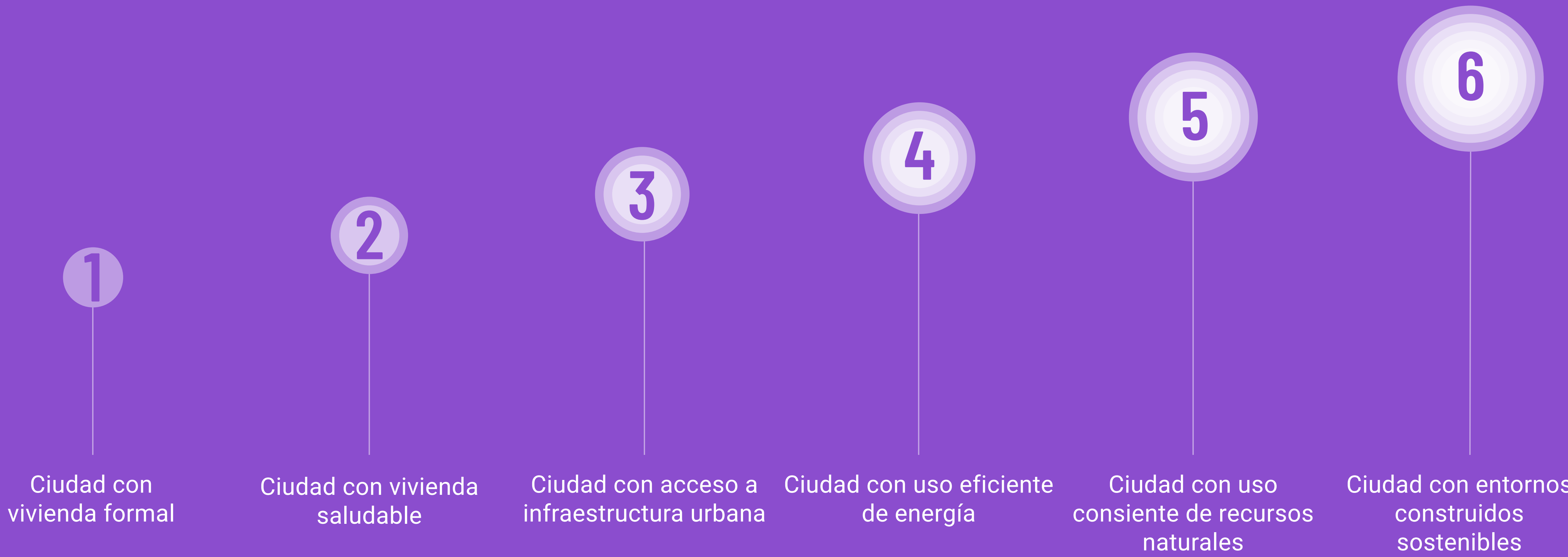
Más información: Informe Final Capítulo 6 Sección 6.1.5

Resultados por etapa



Más información: Informe Final Capítulo 1 Sección 1.6

Etapas hacia una ciudad con entornos construidos sostenibles



ETAPAS

Ciudad con entornos
construidos sostenibles

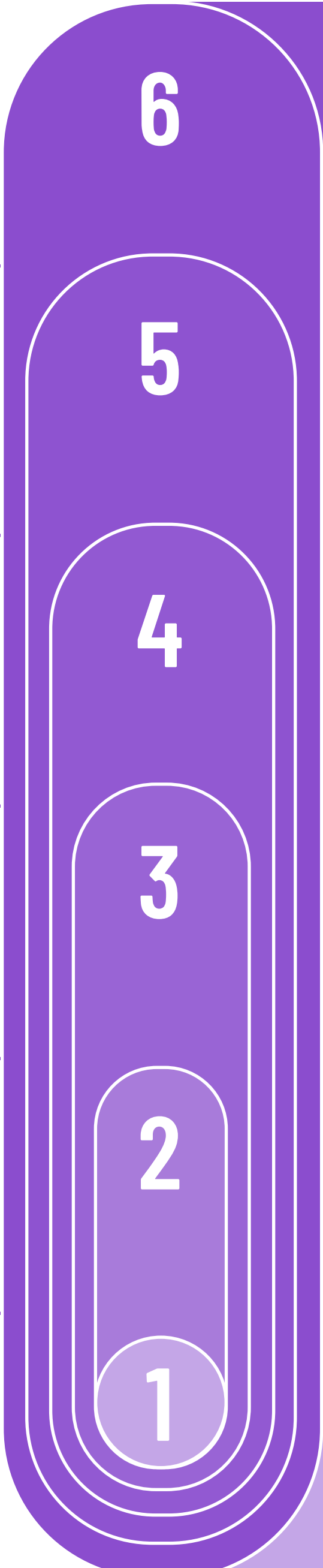
Ciudad con uso consiente de
recursos naturales

Ciudad con uso eficiente
de energía
(gestión de demanda)

Ciudad con acceso a
infraestructura urbana

Ciudad con vivienda
saludable

Ciudad con vivienda
formal



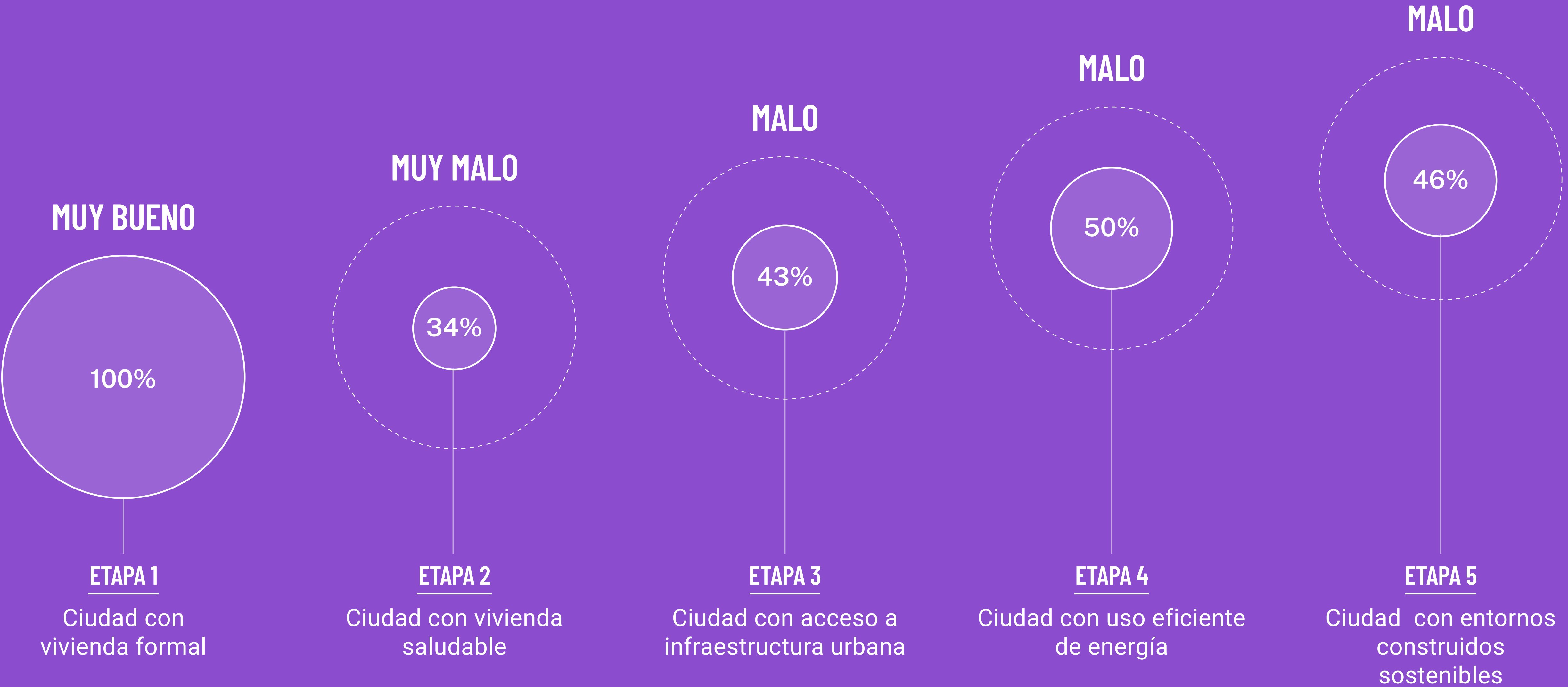
- Carbono incorporado edificaciones residenciales
- Carbono incorporado infraestructura urbana
- Residuos generados durante la construcción de edificaciones residenciales
- Porcentaje de RAP utilizado en pavimentos
- Consumo de electricidad en operación edificios residenciales (cota superior)
- Consumo de electricidad en operación edificios residenciales (cota inferior)
- Consumo de gas en operación edificios residenciales (cota superior)
- Consumo de gas en operación edificios residenciales (cota inferior)
- Accesibilidad a edificaciones de servicio (educación)
- Accesibilidad a edificaciones de servicio (salud)
- Accesibilidad a edificaciones de servicio (seguridad)
- Accesibilidad a edificaciones de servicio (centros comerciales)
- Cobertura de servicios educativos
- Porcentaje del tiempo en condiciones de confort de las edificaciones residenciales
- Porcentaje de viviendas con carácter de desarrollo formal

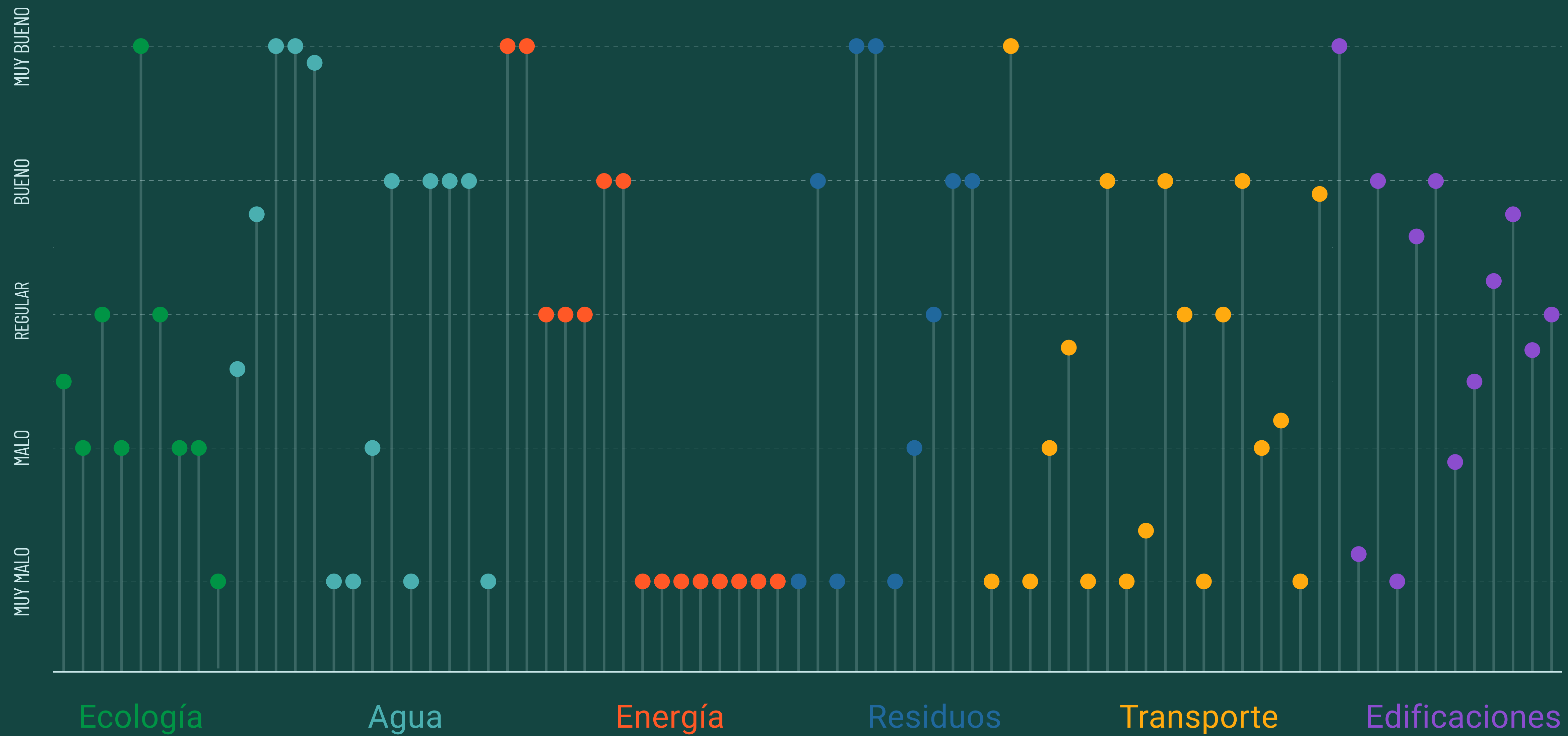
INDICADORES ACUMULATIVOS

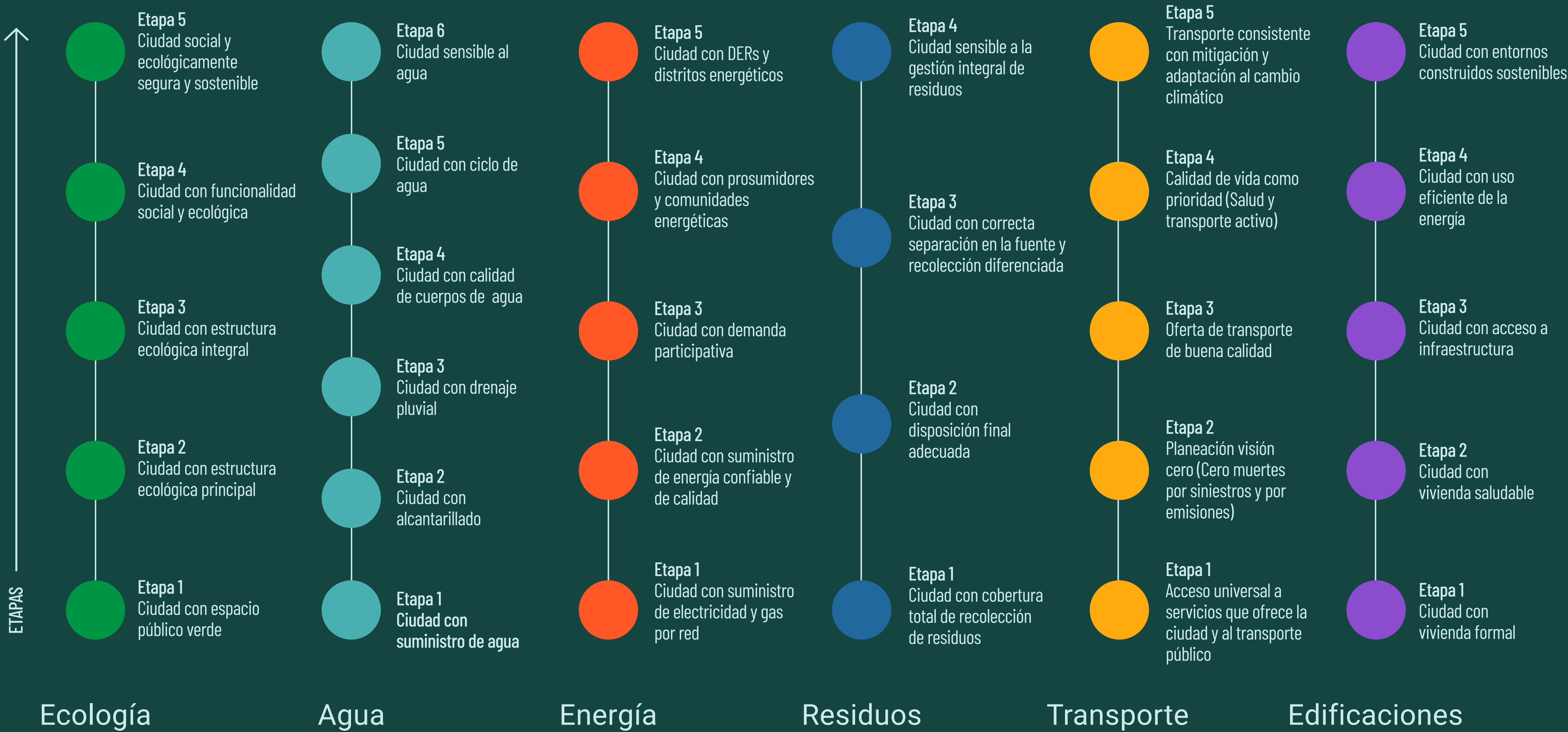


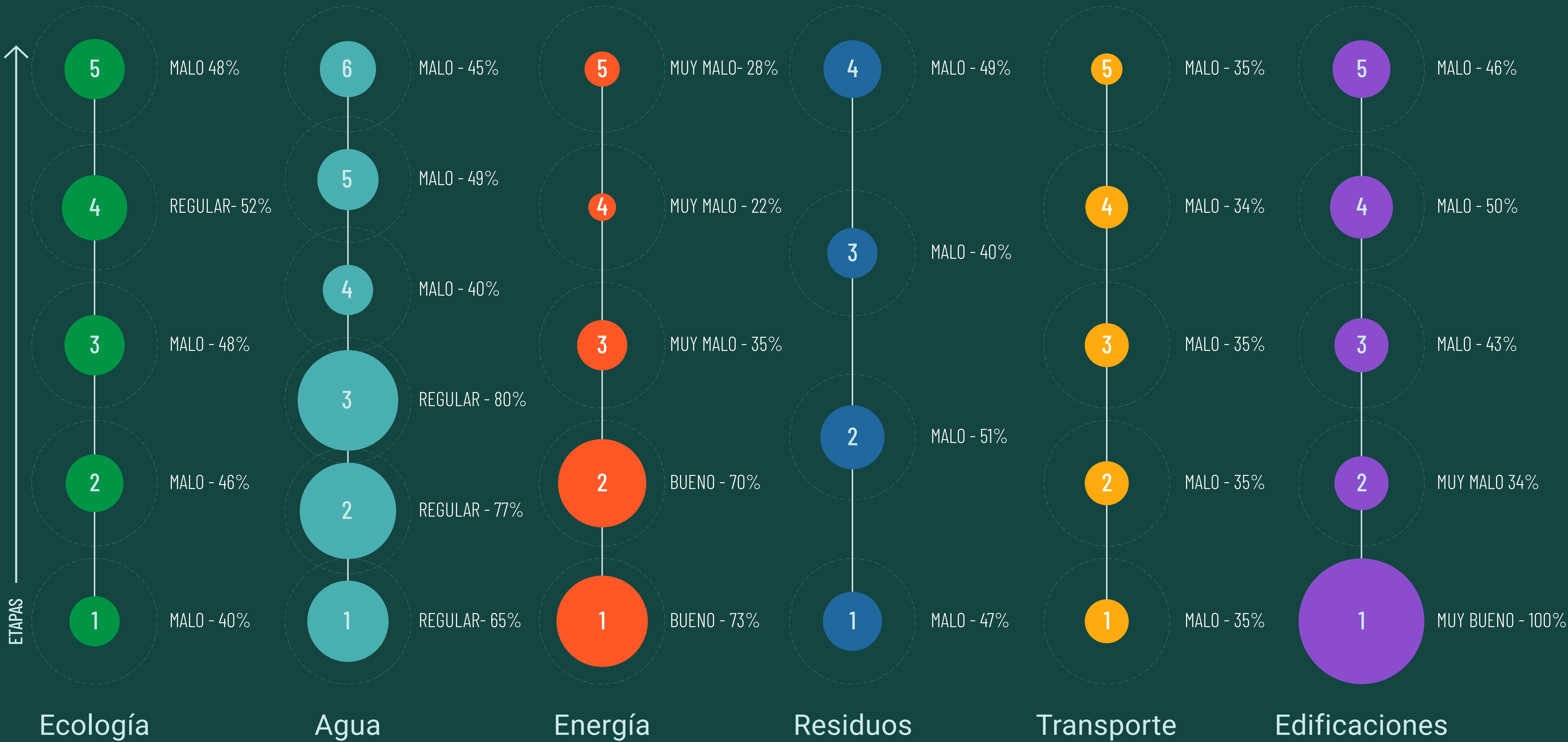
Más información: Informe Final Capítulo 6 Sección 6.1.6

Resultados por etapa





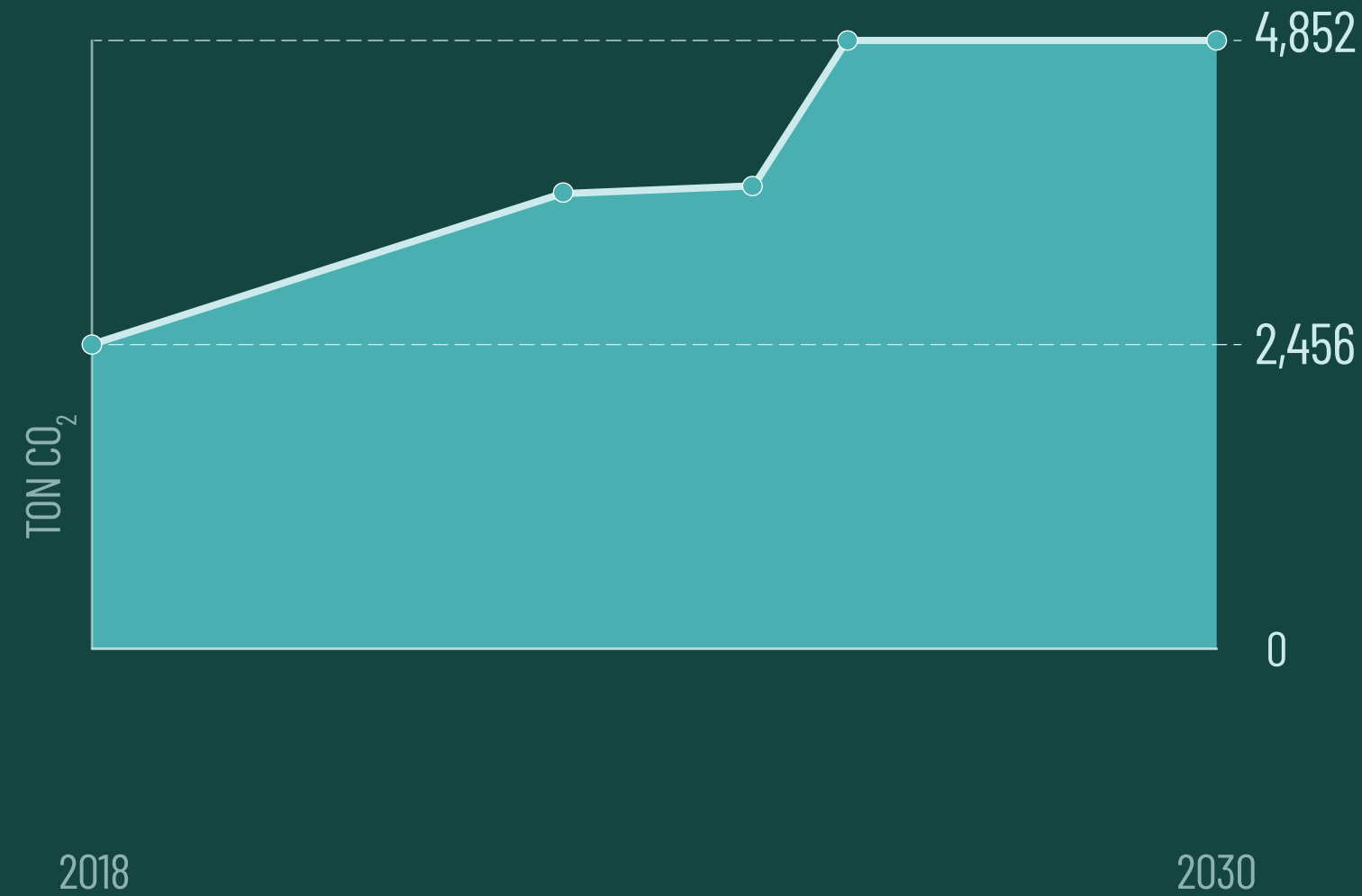




Más información: Informe Final Capítulo 6 Sección 6.2.



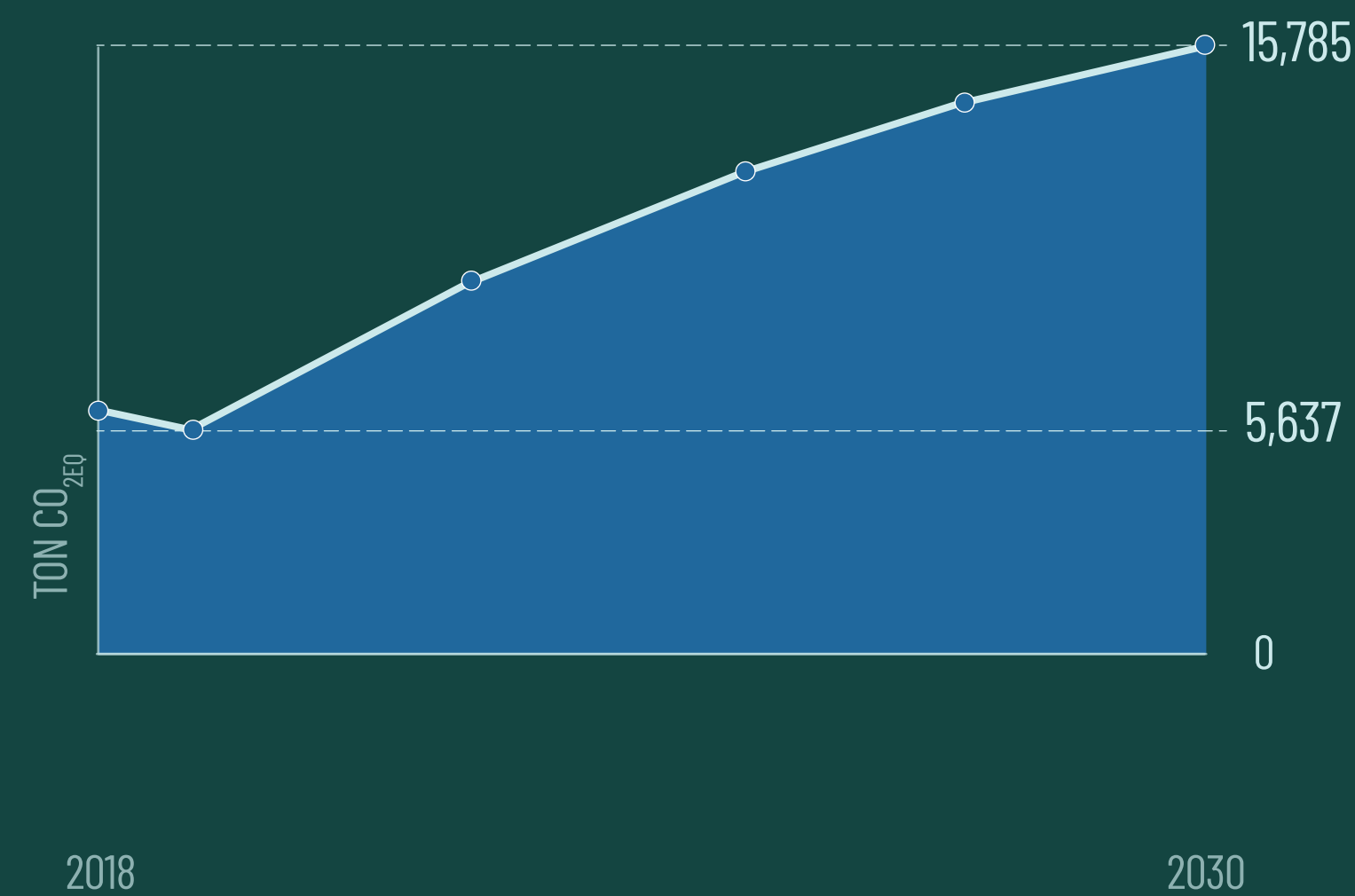
Ecología



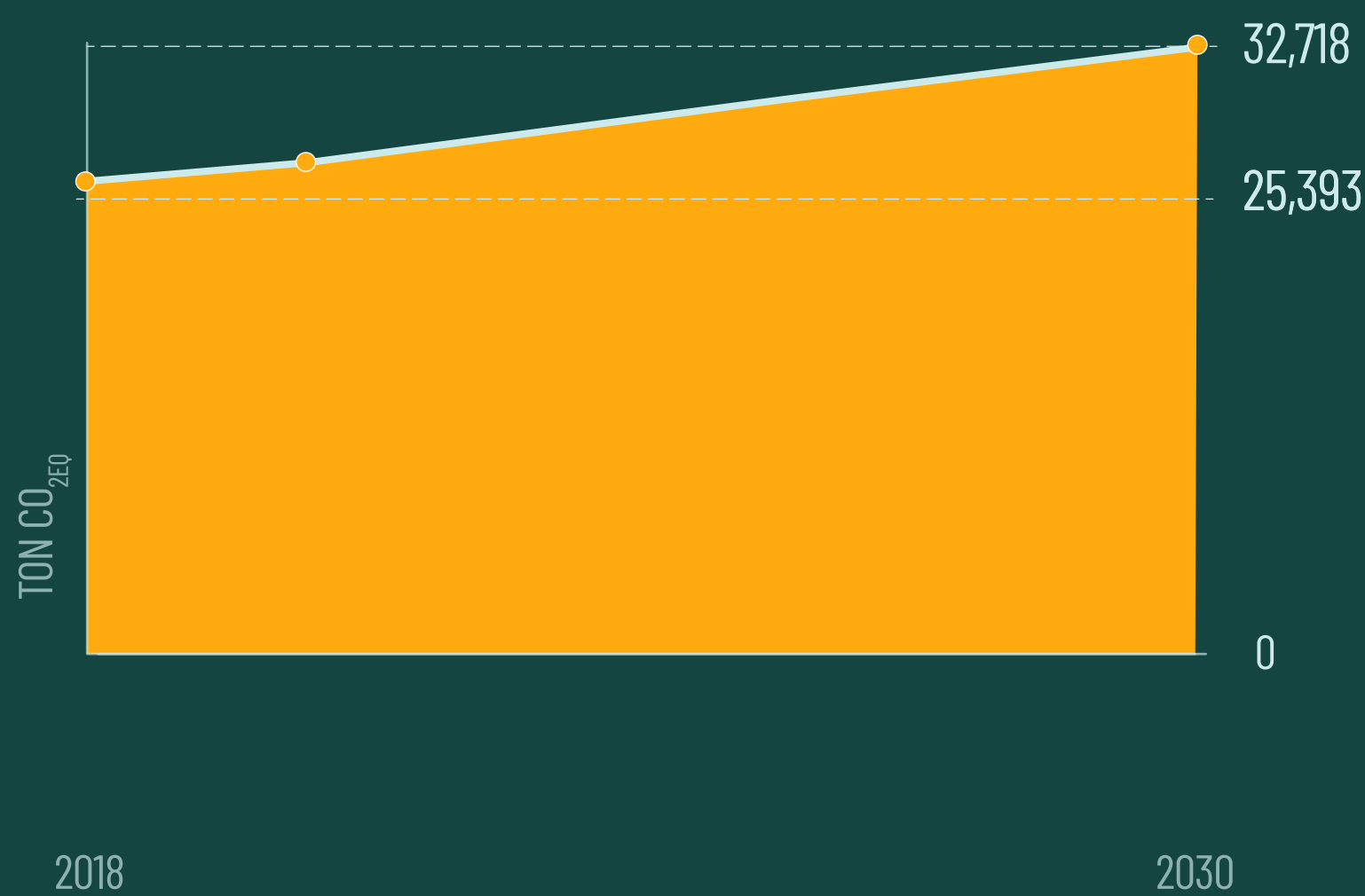
Agua



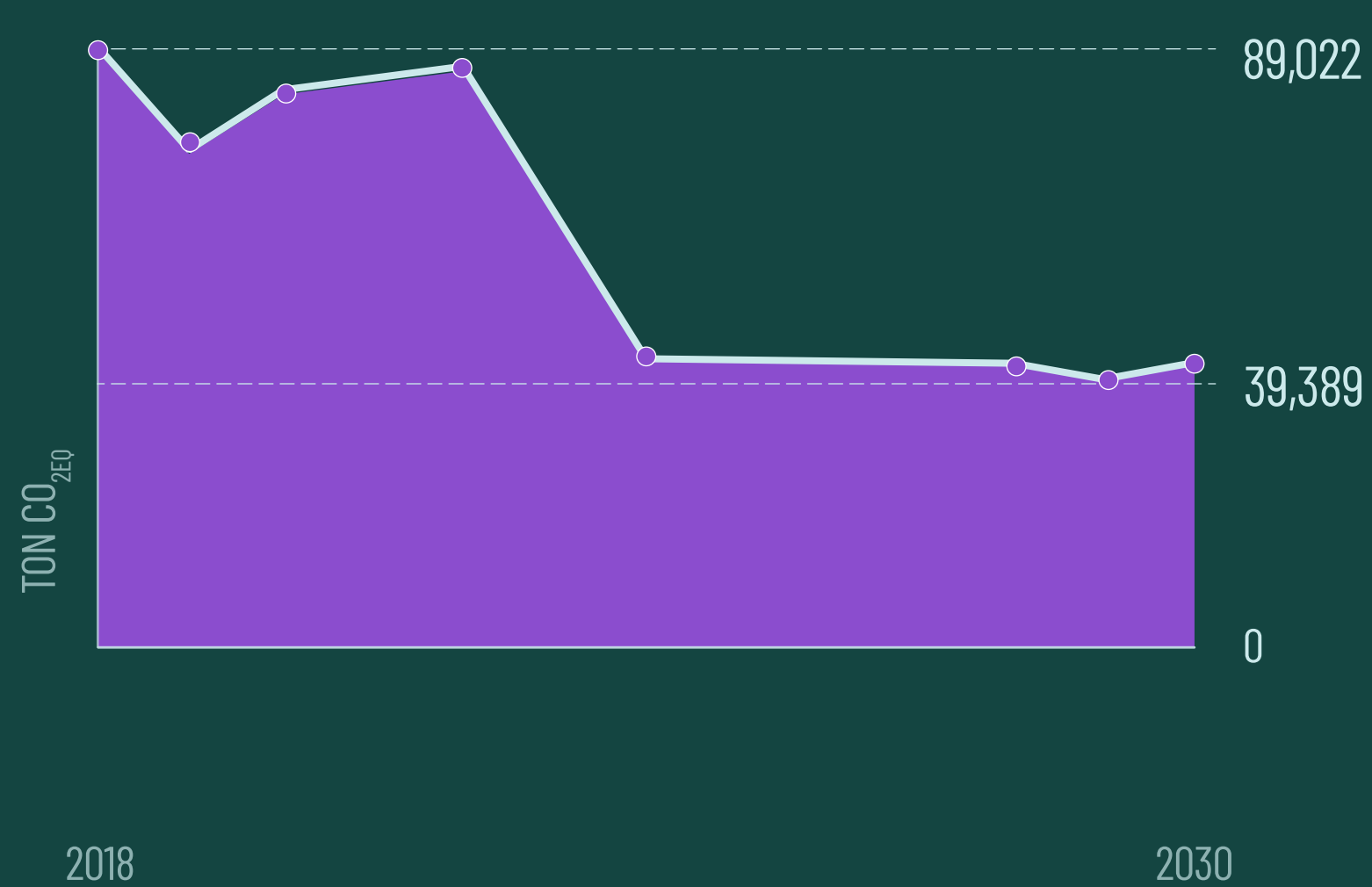
Energía



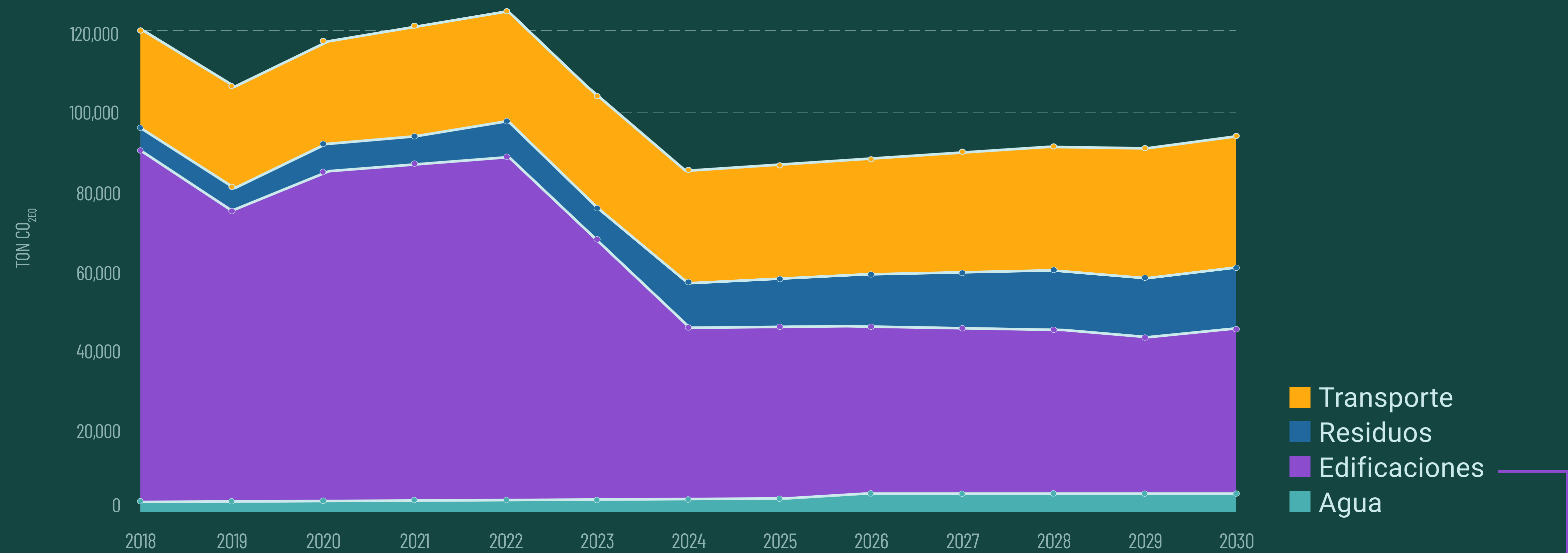
Residuos



Transporte

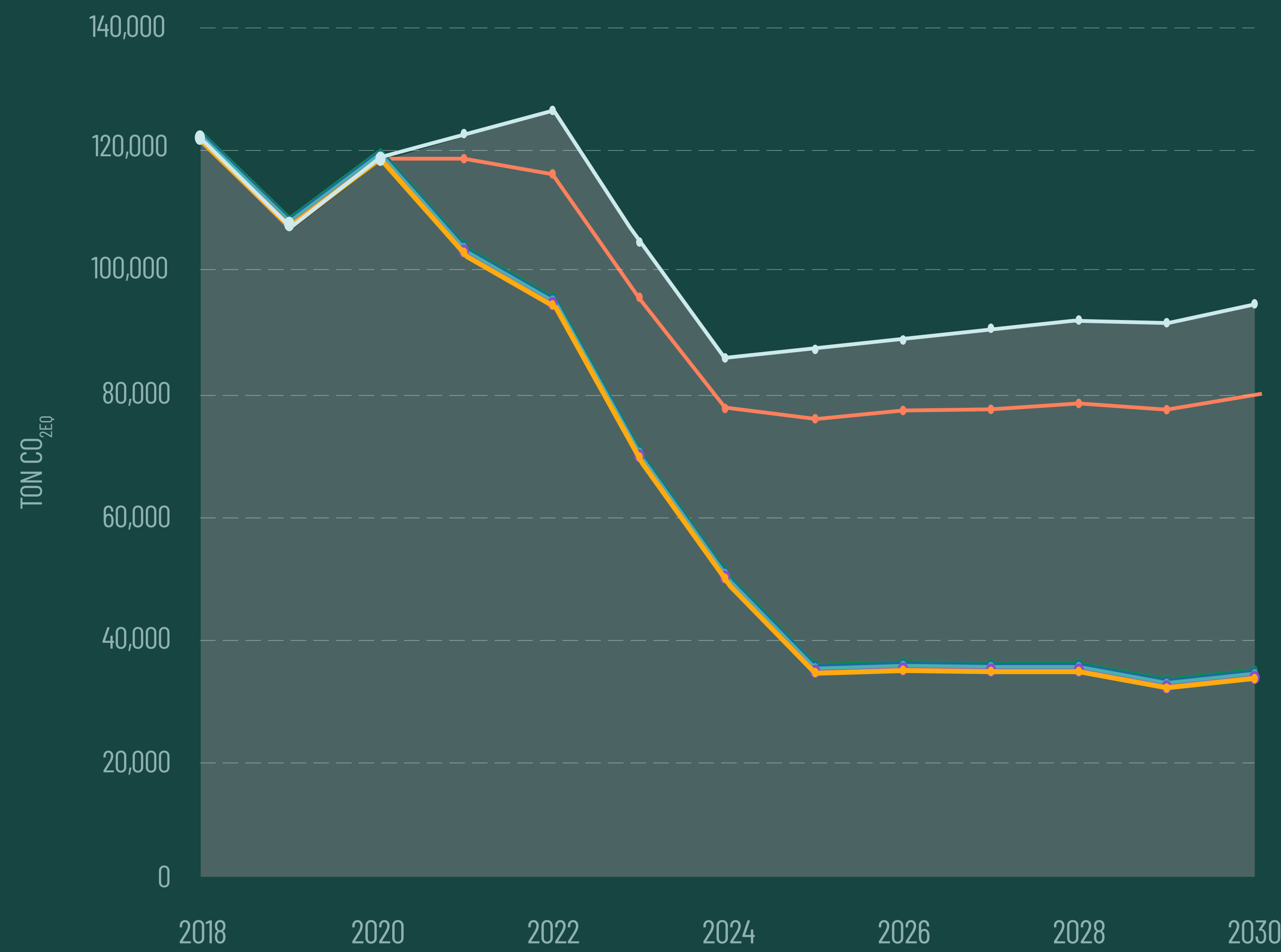


Edificaciones



EDIFICACIONES E INFRAESTRUCTURA URBANA: SECTOR CON MAYOR APOORTE DE EMISIONES POR EL CONSUMO DE ELECTRICIDAD Y GAS EN EDIFICACIONES Y LAS EMISIONES INCORPORADAS EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Sectores	Tipo de Medida		
	Mitigación y adaptación	Mitigación	Adaptación
Ecología urbana	2	-	-
Manejo integrado del agua	-	5	5
Suministro y uso de energía	-	4	-
Gestión de residuos	-	6	-
Movilidad sostenible	-	5	-
Edificaciones e infraestructura	-	20	-



ESCENARIO DE MENOR ABATIMIENTO: REDUCCIÓN DE 19% DE EMISIONES EN 2030. INCLUYE 11 MEDIDAS MAYORMENTE DEL SECTOR EDIFICACIONES CON COSTO MENOR A 5 USD/TCO_{2-EQ}

ESCENARIO DE MAYOR ABATIMIENTO: REDUCCIÓN DE 71% DE EMISIONES EN 2030.

- Línea Base
- 1. Abatimiento
- 2. Costo-efectividad
- 3. Factibilidad
- 4. Limitar Costo Eficiencia
- 5. Adaptación
- 6. Paquetes disponibles



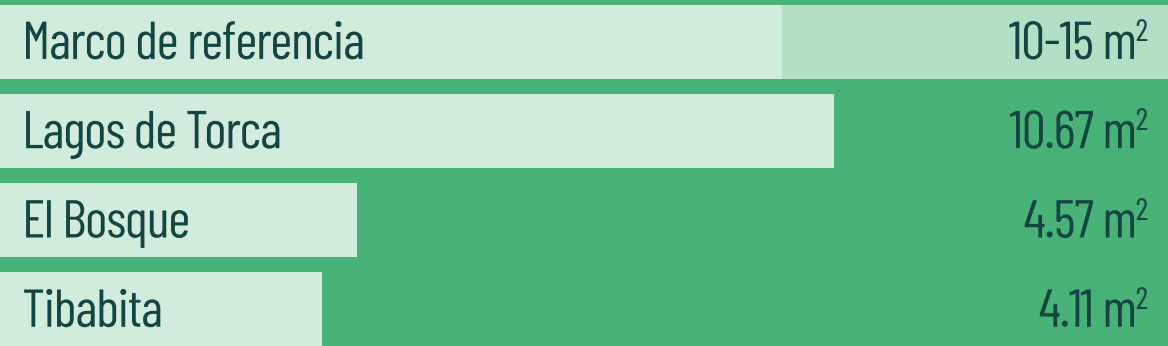
Casos de estudio

Lagos de Torca

Bogotá

Proyecto en etapa de diseño

ÁREA VERDE PÚBLICA TOTAL POR HABITANTE



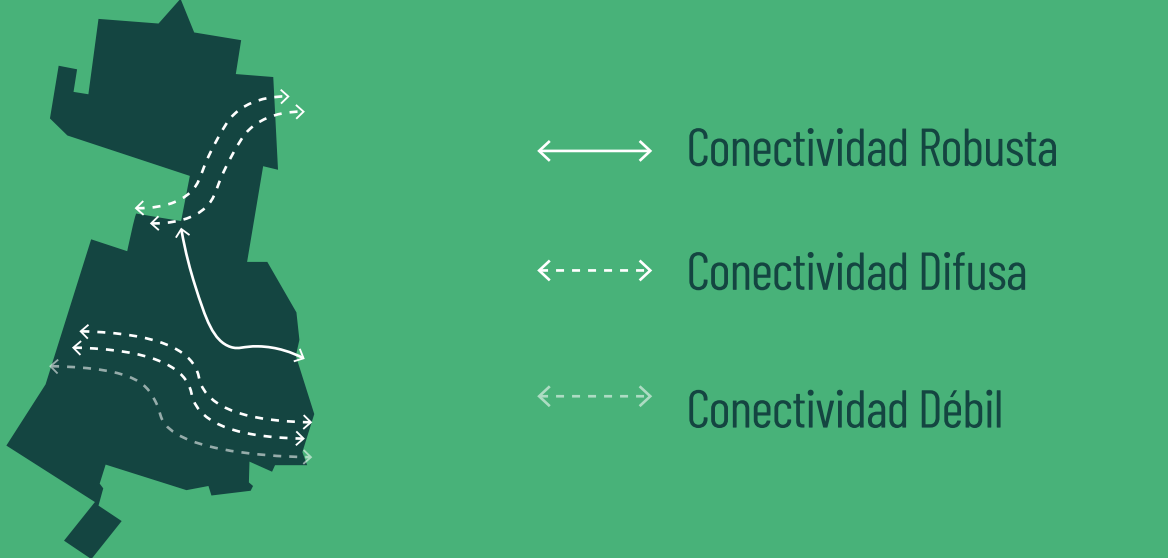
ÁREA VERDE PROTEGIDA



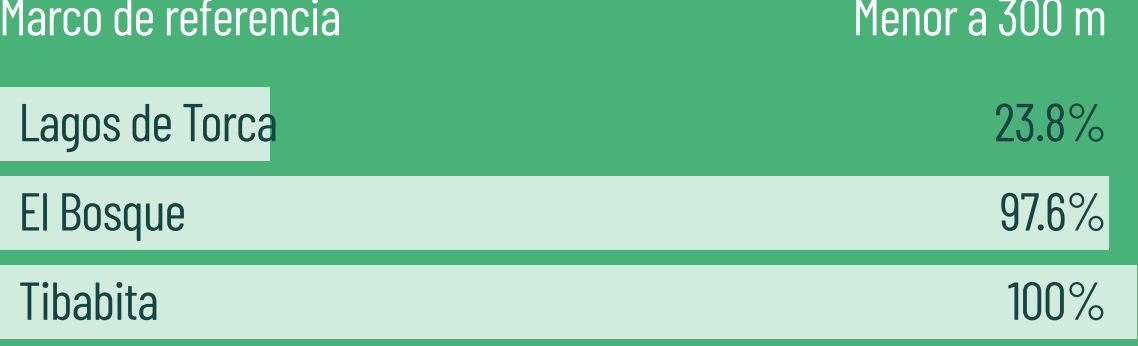
ÁREA ESPACIOS PÚBLICOS INFRAESTRUCTURA VERDE POR HABITANTE



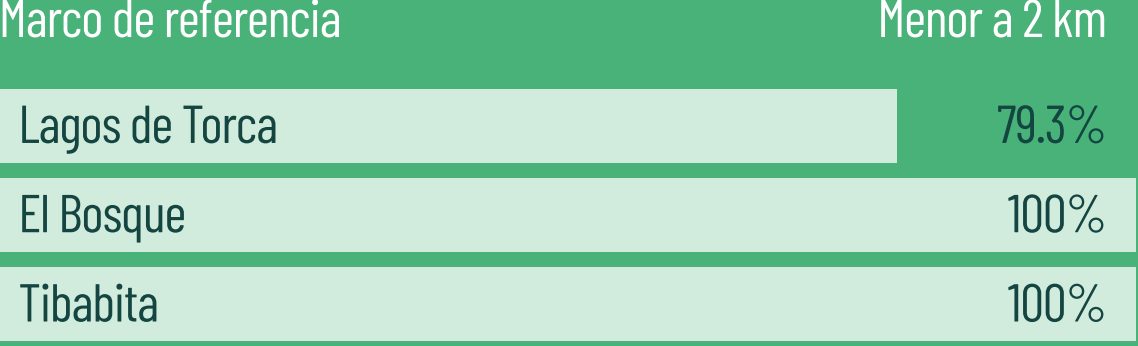
CONECTIVIDAD ECOLÓGICA



ACCESIBILIDAD SOCIAL: PARQUES ZONALES



ACCESIBILIDAD SOCIAL: PARQUES METROPOLITANOS:



ÁREA ESPACIOS VERDES PRIVADOS

4,315,341 M²

Marco de referencia N/A

NATURALIDAD



ÁREAS VERDES PÚBLICAS



LÍNEA BASE
INCLUYENDO:

- CO₂ ALMACENADO EN:

El suelo

Biomasa aérea y subterránea de la cobertura arbórea
- CAPTURA DE CARBONO EN BIOMASA

MEDIDAS DE
MITIGACIÓN,
ADAPTACIÓN
Y MEJORA:

- DISPONIBILIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE ZONAS VERDES
- RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ZONAS VERDES PROTEGIDAS (EEP)
- REDUCCIÓN DE ÁREAS DURAS AL INTERIOR DE ÁREAS VERDES
- PLANTACIÓN DE ÁRBOLES EN OTRAS CATEGORÍAS DE ZONAS VERDES PUBLICAS Y PRIVADAS

INDICADORES ESCALA LAGOS DE TORCA

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
HÍDRICA AL DESABASTECIMIENTO
Marco de referencia: Muy bajo
Fuente: Río Bogotá

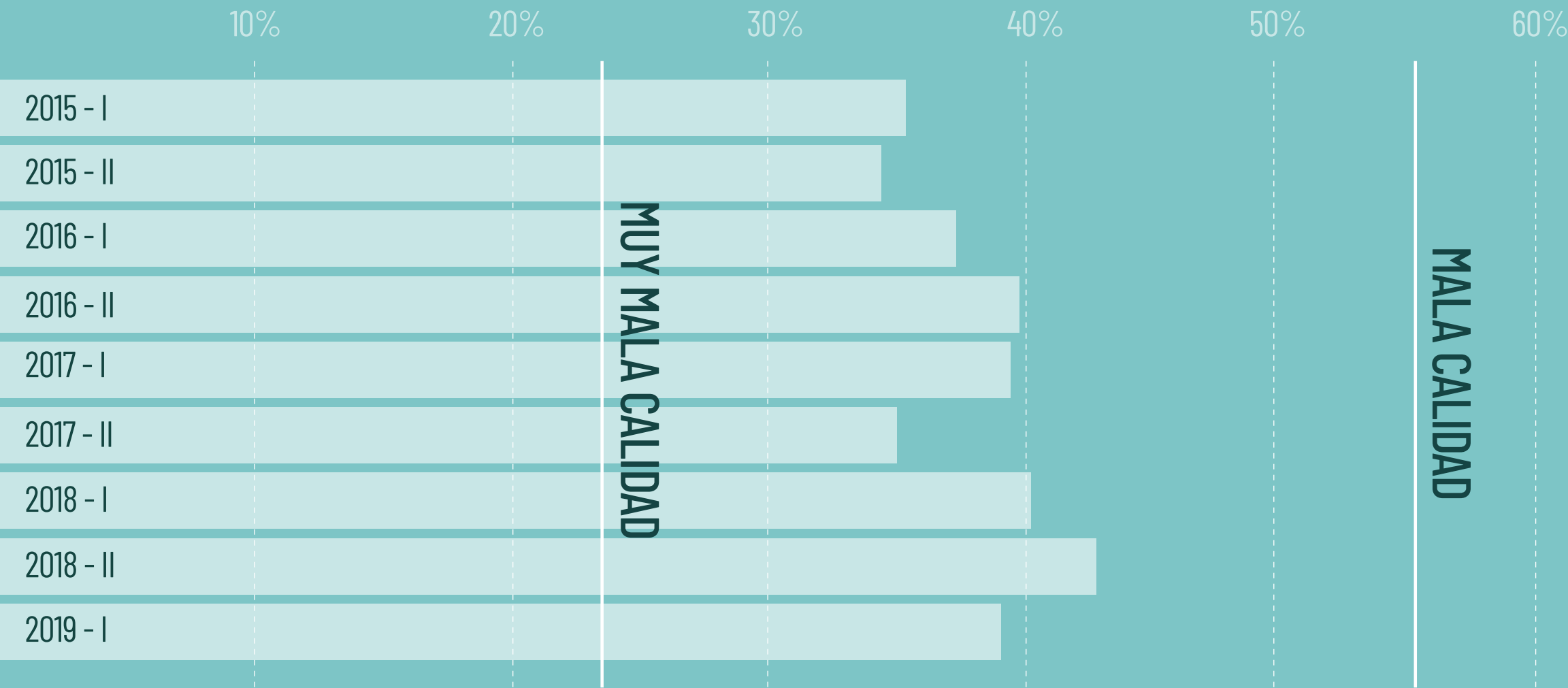
MUY ALTO

AGUA RESIDUAL TRATADA AL NIVEL DE CALIDAD
REQUERIDO
Marco de referencia: 100%
Tratamiento en la PTAR Salitre | Capacidad de tratamiento = 7 m³/s

100%

CALIDAD DEL CUERPO DE AGUA RECEPTOR
Marco de referencia: 100%

MALA



Más información: Informe Final Capítulo 7 Sección 7.2

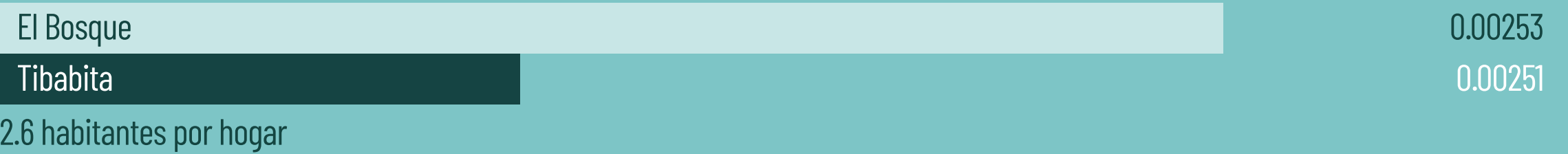
INDICADORES ESCALA PLAN PARCIAL

RAZÓN ESCORRENTÍA DESCARGADA ANTES Y DESPUÉS DEL DESARROLLO
Marco de referencia: 0%

1.88 EL BOSQUE | 1.89 TIBABITA

EMISIONES DE CO_{2-EQ} POR GESTIÓN DEL AGUA

Toneladas de CO_{2-EQ} por m³
1.9 habitantes por hogar



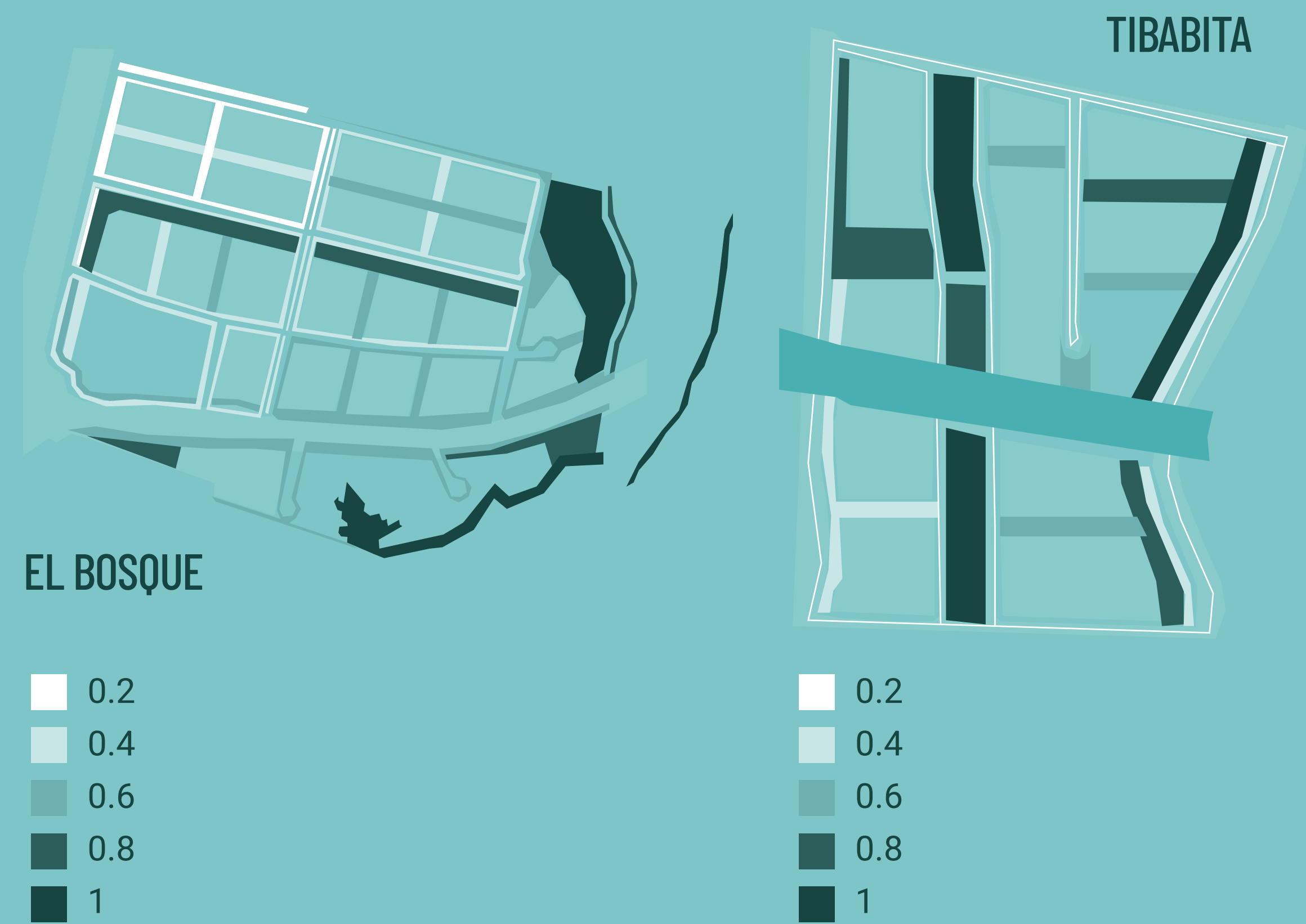
Toneladas de CO_{2-EQ} por habitante
1.9 habitantes por hogar



1. ÁREAS PRIORITARIAS / JERARQUÍA ESPACIO PÚBLICO

POTENCIAL DE LAS ZONAS PÚBLICAS PARA PROVEER SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

ÍNDICE DE OPORTUNIDAD DEL CONJUNTO DE SERVICIOS ECOSITÉMICOS ANALIZADOS: SERVICIOS DE **REGULACIÓN**, SERVICIOS DE **PROVISIÓN** Y SERVICIOS **SOCIOCULTURALES**



2. JERARQUÍA SUDS

MODELO DE OPTIMIZACIÓN

- FUNCIONES OBJETIVO:
- Minimización de la escorrentía
 - Maximización de servicios ecosistémicos
 - Minimización de costos

- SUJETO A RESTRICCIONES:
- Área mínima y máxima de la tipología
 - Selección de una tipología por área
 - Restricción de presupuesto



ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE POTENCIAL DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA FOTOVOLTAICA CON ALMACENAMIENTO EN EL SECTOR RESIDENCIAL

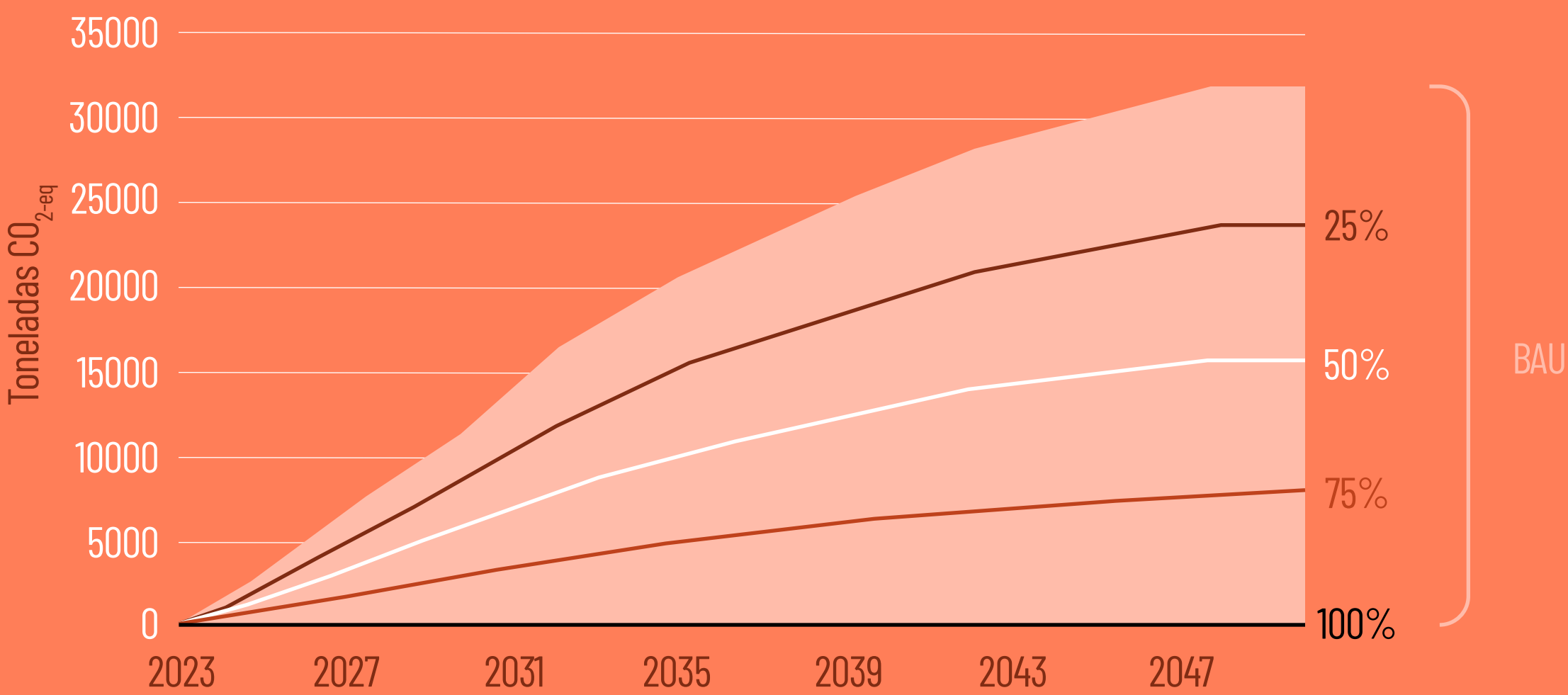
PERIODO DE ANÁLISIS: 2023-2050

ESCENARIOS DE:

- AUTOSUFICIENCIA: 0-100%
- PRECIOS DE VENTA DE ENERGÍA (CREG-030 DE 2016)
- CAPEX Y OPEX DE TECNOLOGÍAS
- ENERGÍA EXPORTABLE (CREG-030 DE 2016)

VIGENTE: 50% DE DEMANDA MÍNIMA
RELAJACIÓN: 200% DE DEMANDA MÍNIMA

MITIGACIÓN DE EMISIONES EN OPERACIÓN BAJO ESCENARIOS DE AUTOSUFICIENCIA¹



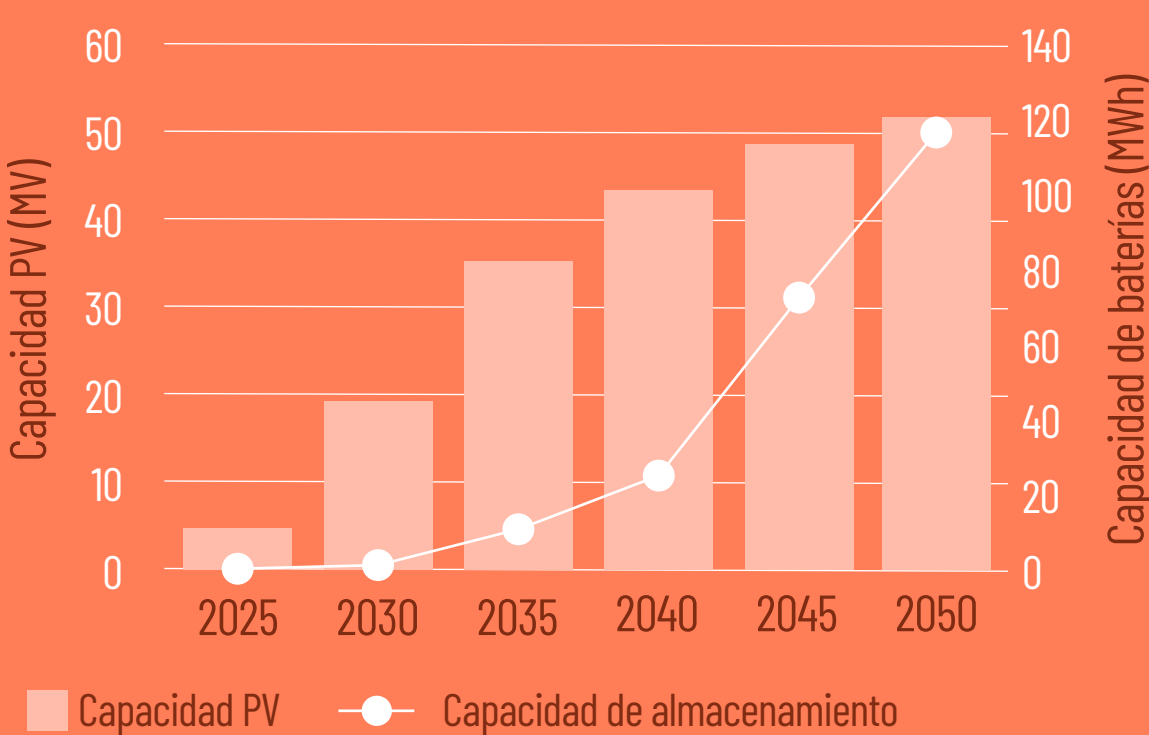
Más información: Informe Final Capítulo 7 Sección 7.3

¹ Escenario de energía exportable relajado / ² Autosuficiencia del 50%

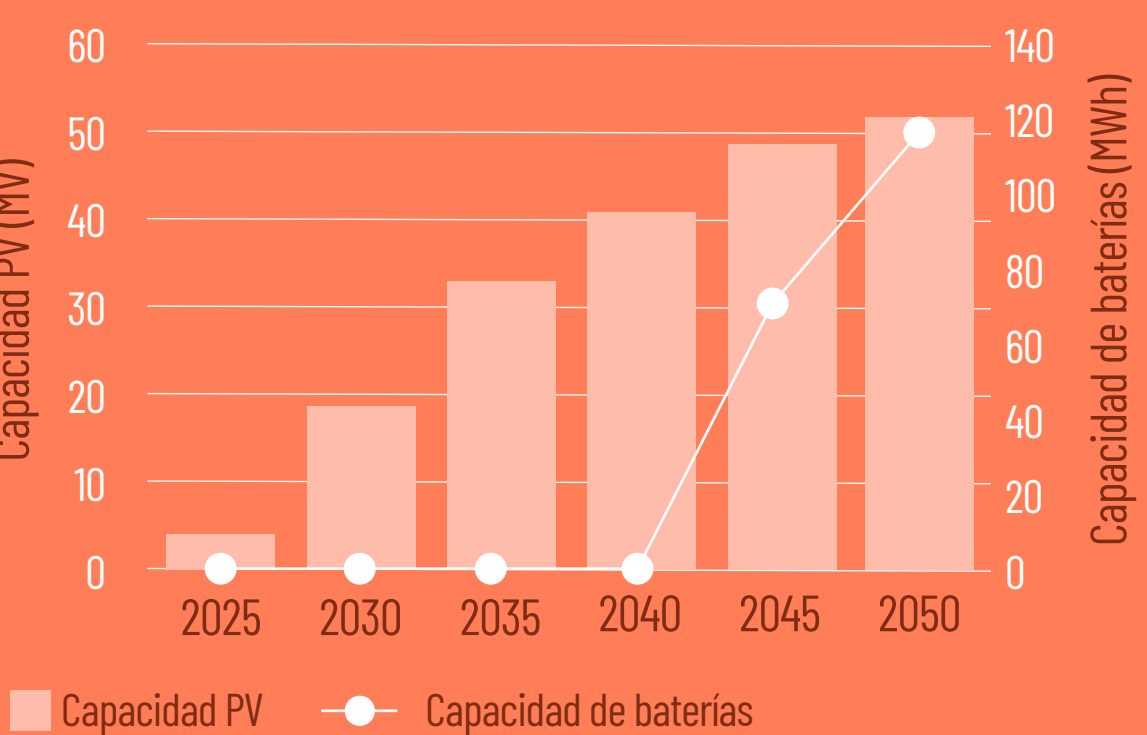
³ Costo eficiencia calculada durante un periodo de operación de 20 años implementado en el año enunciado

DIMENSIONAMIENTO TÉCNICO DE TECNOLOGÍA ²

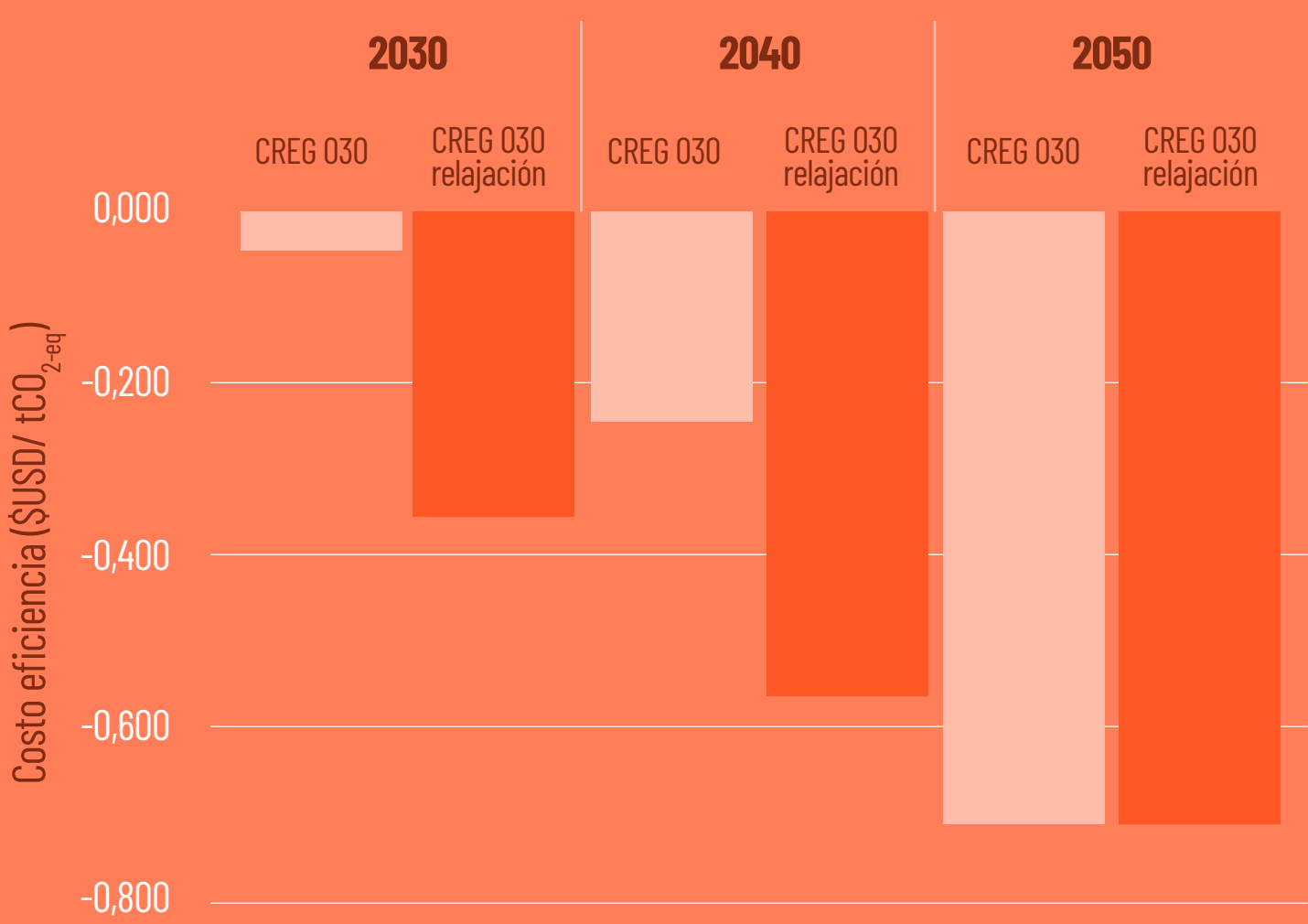
ESCENARIO BAJO CREG 030



ESCENARIO CREG 030 RELAJACIÓN



COSTO EFICIENCIA DE SISTEMA FOTOVOLTAICO CON ALMACENAMIENTO ^{2,3}

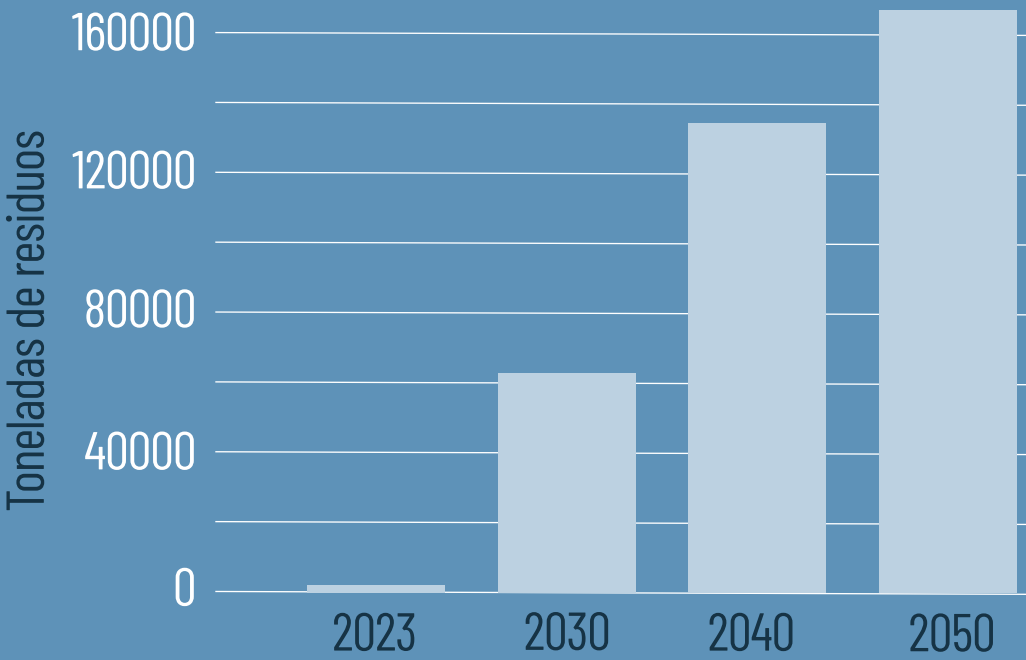


RESTRICCIÓN DE EXPORTACIÓN DE ENERGÍA PRODUCE CONSIDERACIÓN TEMPRANA DE ALMACENAMIENTO, AFECTANDO LA COSTO EFICIENCIA

A PARTIR DEL AÑO 2040 ES FACTIBLE, CONSIDERACIÓN DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA Y ALMACENAMIENTO PARA ALIVIAR PARCIALMENTE RESTRICCIÓN

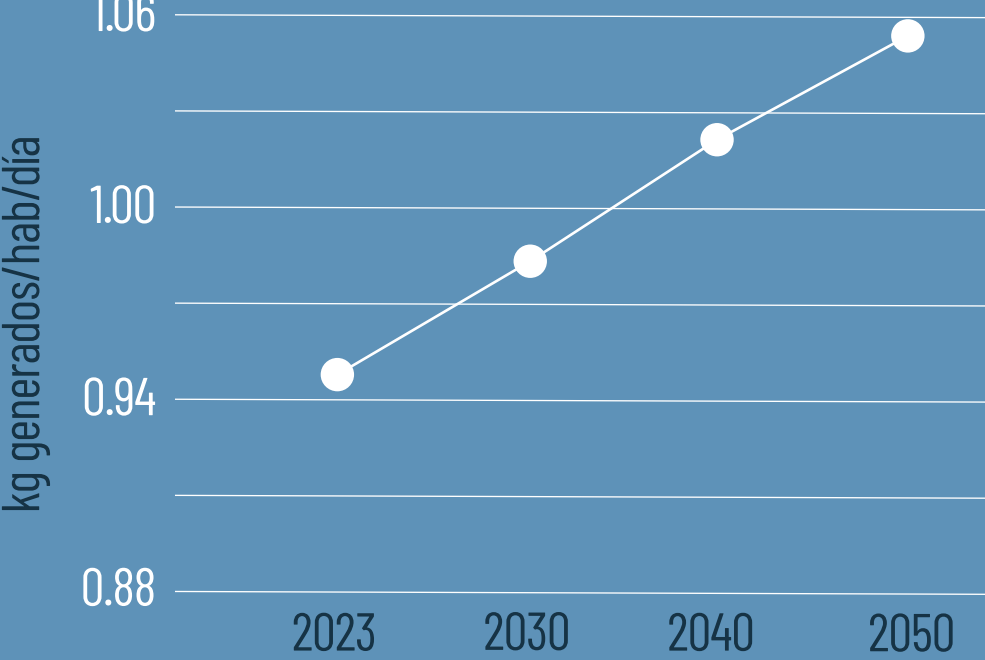
ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS, APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

GENERACIÓN DE RESIDUOS EN ÁREA URBANA*

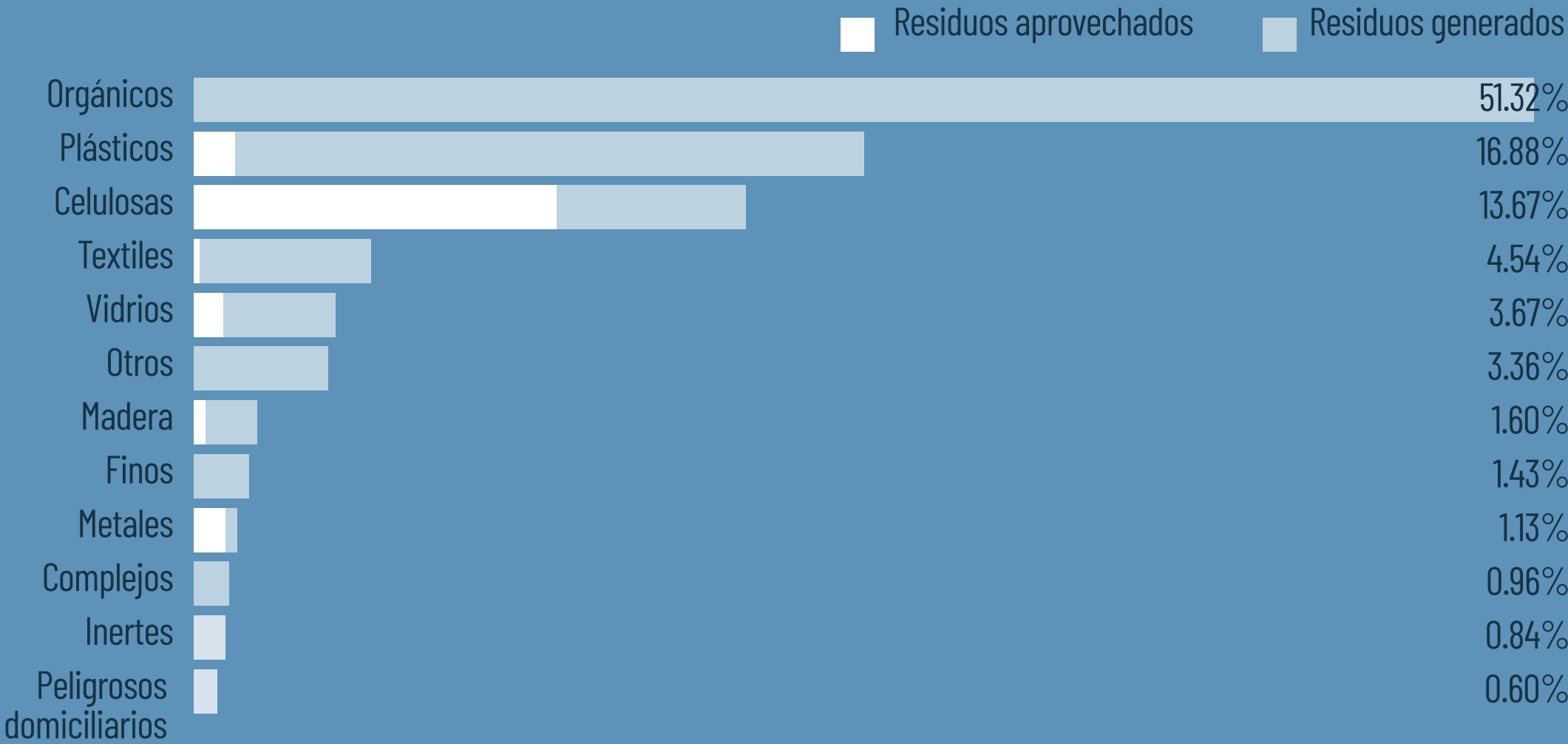


*Comprende residuos domiciliarios, comerciales, de grandes generadores, barrido, plazas de mercado, corte de césped, poda de árboles y escombros. Resultados mostrados para el escenario poblacional de saturación.

GENERACIÓN DE RESIDUOS PER CÁPITA EN ÁREA URBANA



COMPOSICIÓN DE RESIDUOS GENERADOS Y PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO



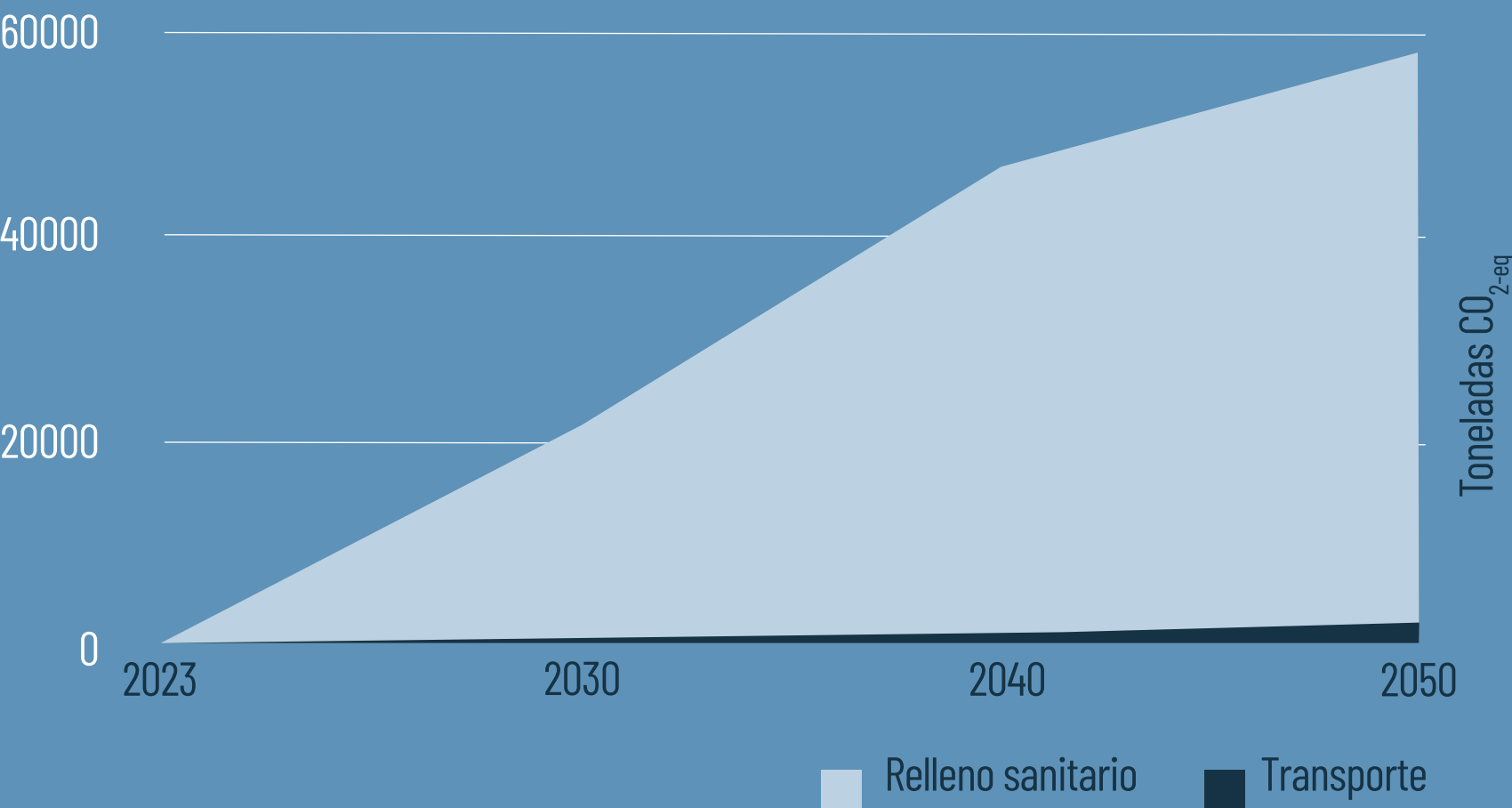
LÍNEA BASE DE EMISIONES

RELLENO SANITARIO

Fuentes de emisión: descomposición de residuos

TRANSPORTE DE RESIDUOS

Fuentes de emisión: consumo de combustible



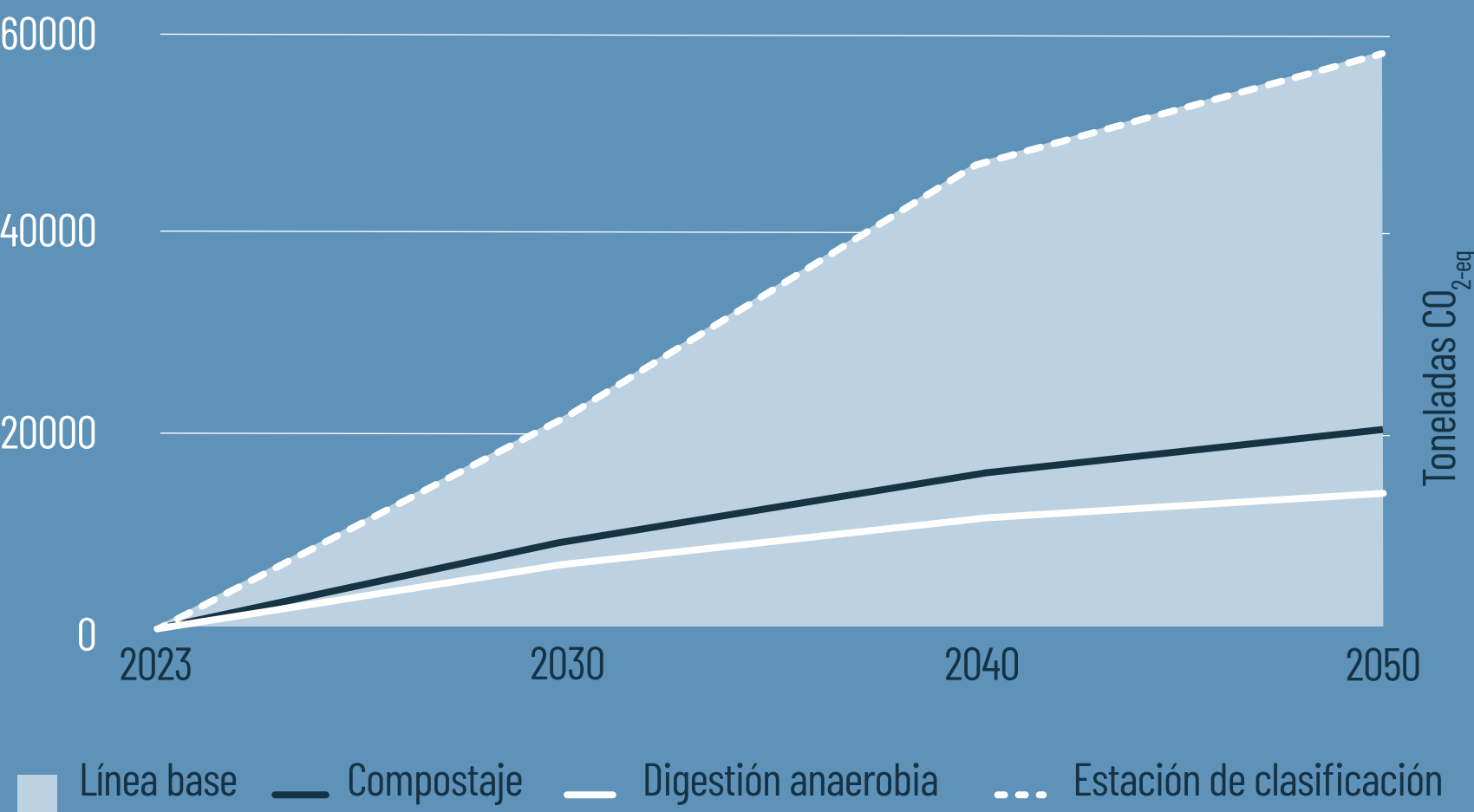
MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

COMPOSTAJE

Fuentes de emisión: descomposición de residuos, consumo de combustible operacional y consumo de energía eléctrica

DIGESTIÓN ANAEROBIA

Fuentes de emisión: descomposición de residuos, consumo de combustible operacional, consumo de energía eléctrica y ahorros en emisión por producción de energía eléctrica



DETERMINACIÓN DE:

Modelo de cambio
en el uso del suelo

Modelo de
densidades

Impactos en
emisiones

Modelo de
reparto modal

Modelo de
generación de viajes

CRECIMIENTO DE HUELLA URBANA
DE BOGOTÁ

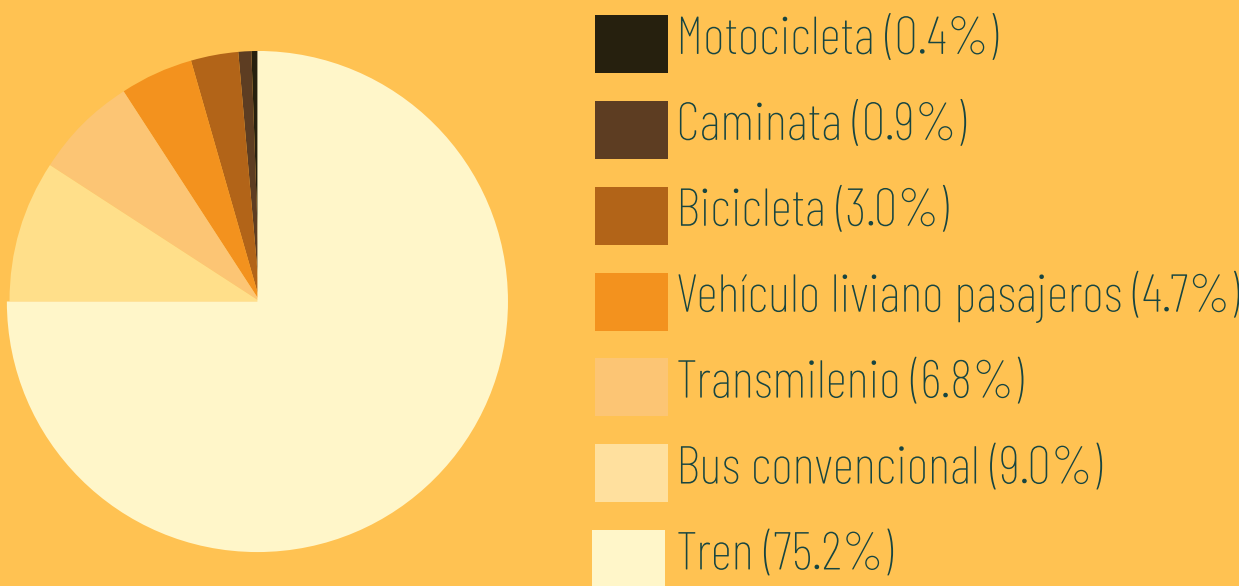
Índice de dispersión 2050

Escenario 1. Tendencial	1.35
Escenario 2. Máxima habilitación suelo	1.28
Escenario 3. Lagos de Torca	1.26

El escenario 3 resulta en una región más compacta

MODELO DE REPARTO MODAL

Es clave establecer metas de partición modal en la transición 2020-2050.



Más información: Informe Final Capítulo 7 Sección 7.5

ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN
Y VIAJES - 2050

POBLACIÓN

Estrato bajo	56,768
Estrato medio	61,179
Estrato alto	146,066

VIAJES

Estrato bajo	45,186
Estrato medio	65,401
Estrato alto	257,607

TASA DE VIAJES

Estrato bajo	0.79
Estrato medio	1.07
Estrato alto	1.76

TOTAL GENERAL

264,013

HABITANTES

368,194

VIAJES

1.39

TASA DE VIAJES

RESULTADOS DE INDICADORES

TASA DE
MOVILIDAD

1.39 VIAJES DIARIOS
POR PERSONA

PARTICIPACIÓN DEL TRANSPORTE
PÚBLICO EN LOS VIAJES TOTALES

91%

PARTICIPACIÓN DE MODOS NO
MOTORIZADOS EN LOS VIAJES TOTALES

3.9%

NIVEL DE EMISIONES DE DIÓXIDO DE
CARBONO EQUIVALENTE POR VIAJE

202.7
G CO_{2EQ} POR VIAJE

NIVEL DE EMISIONES DE MATERIAL
PARTICULADO FINO POR VIAJE

0.012
G PM_{2.5} POR VIAJE

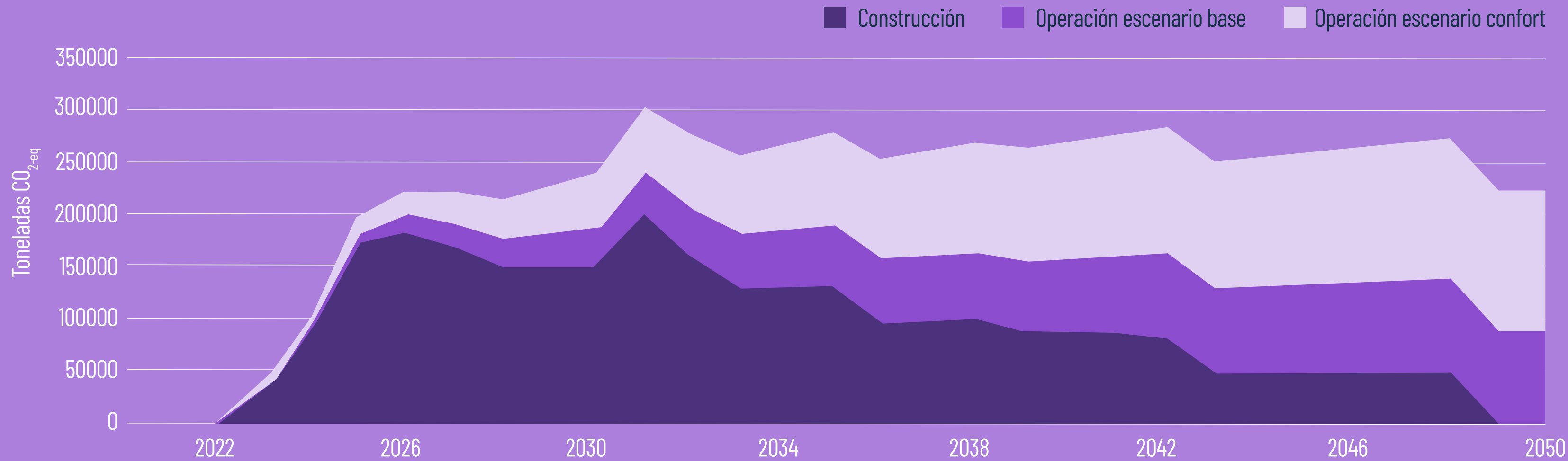
EXPOSICIÓN PERSONAL A MATERIAL
PARTICULADO FINO EN TRANSPORTE

44.4
µG/M³ PM_{2.5}

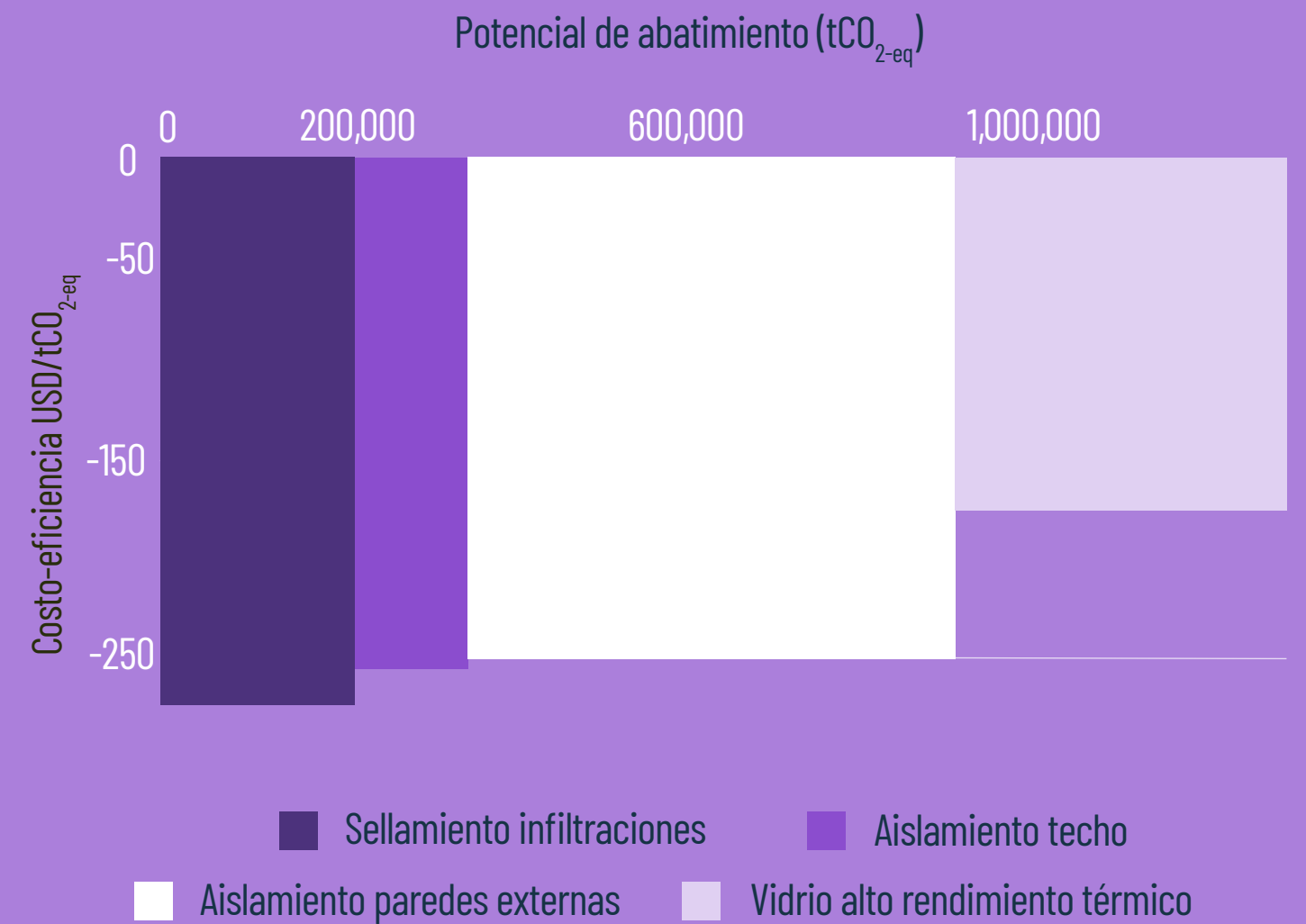
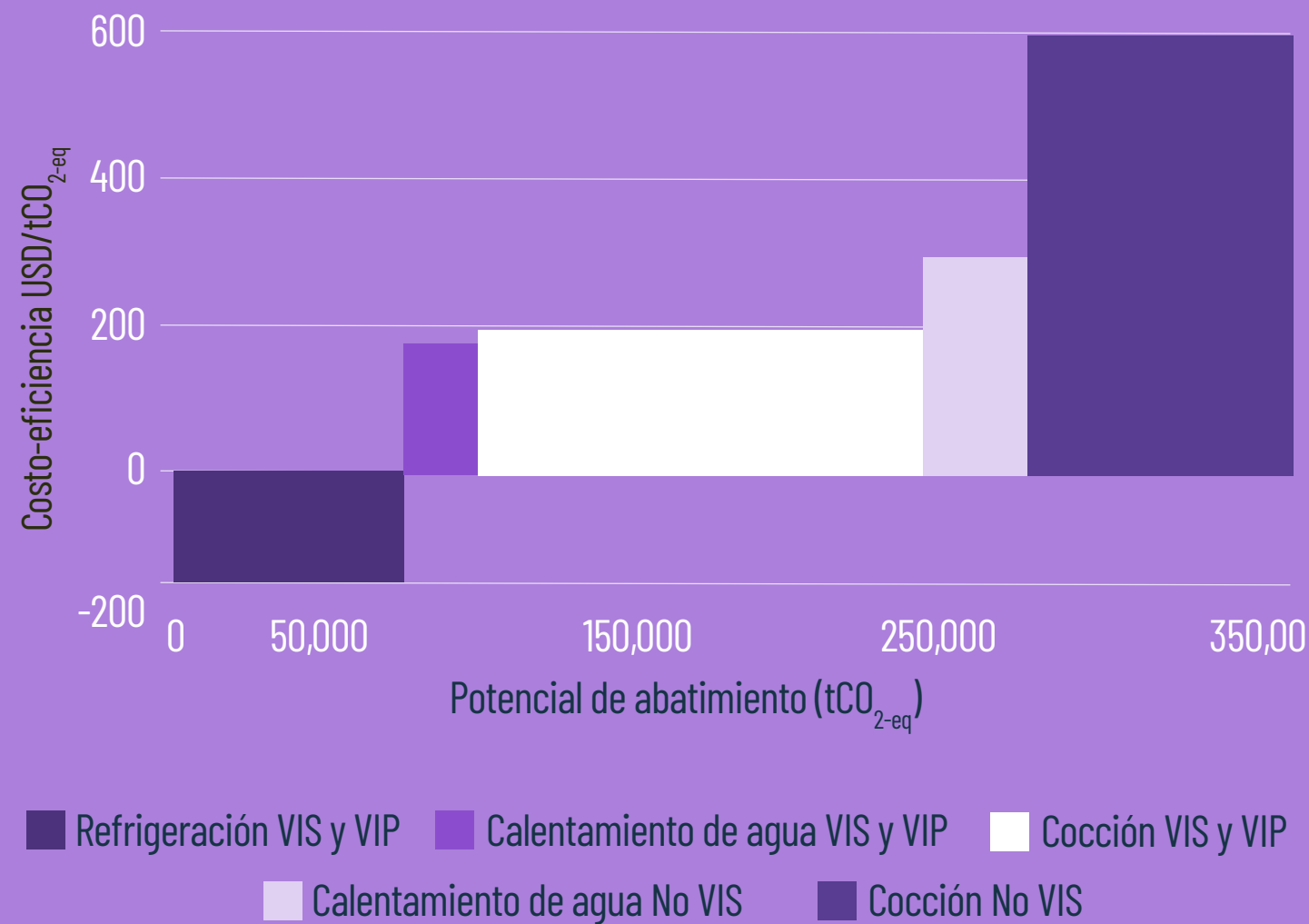
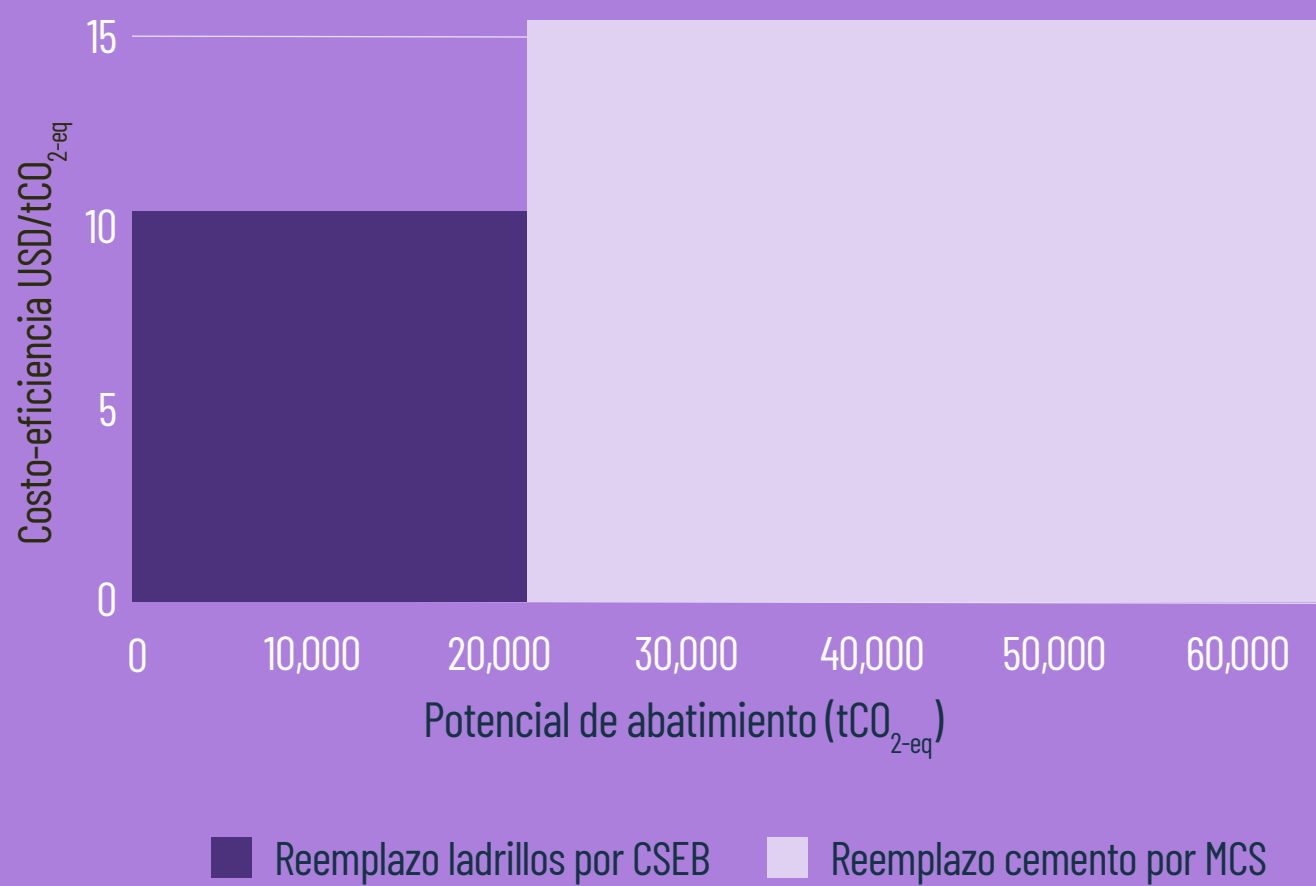
LÍNEA BASE DE EMISIONES INCLUYENDO

→ EMISIONES INCORPORADAS

→ EMISIONES EN OPERACIÓN SECTOR RESIDENCIAL



MEDIDAS DE MITIGACIÓN EMISIONES INCORPORADAS Y OPERACIÓN



Resultados

y lecciones aprendidas



1

LOS RESULTADOS PUEDEN
LLEGAR A SER COMPLEJOS
CONSIDERANDO

- La metodología propuesta y su abordaje sectorial
- La aplicación de los indicadores
- Evaluación de medidas de mitigación y mejora



PARA DOS CASOS DE ESTUDIO EN
ETAPAS DISÍMILES DE DESARROLLO

1

LOS RESULTADOS PUEDEN
LLEGAR A SER COMPLEJOS
CONSIDERANDO

- La metodología propuesta y su abordaje sectorial
- La aplicación de los indicadores
- Evaluación de medidas de mitigación y mejora



PARA DOS CASOS DE ESTUDIO EN
ETAPAS DISÍMILES DE DESARROLLO

2

LOS DOS CASOS DE ESTUDIO
SON DE GRAN SIGNIFICADO
PARA EL DESARROLLO URBANO
POR SUS DIMENSIONES E
IMPLICACIONES URBANAS

aunque comparten ubicaciones periféricas en zonas de expansión, los contextos urbanos corresponden a estados de desarrollo diferentes	
Ciudad Verde en Soacha	Lagos de Torca en el Distrito Capital
• Fase final de consolidación • Macroproyecto de vivienda de interés social • Social desarrollado en un plan único • Población en consolidación	• Desarrollo inicial dentro de un plan de largo plazo a 30 años • Zona de transición entre varias zonas urbanas y ambientales • Distintos escenarios poblacionales

1

LOS RESULTADOS PUEDEN LLEGAR A SER COMPLEJOS CONSIDERANDO

- La metodología propuesta y su abordaje sectorial
- La aplicación de los indicadores
- Evaluación de medidas de mitigación y mejora



PARA DOS CASOS DE ESTUDIO EN ETAPAS DISÍMILES DE DESARROLLO

2

LOS DOS CASOS DE ESTUDIO SON DE GRAN SIGNIFICADO PARA EL DESARROLLO URBANO POR SUS DIMENSIONES E IMPLICACIONES URBANAS

aunque comparten ubicaciones periféricas en zonas de expansión, los contextos urbanos corresponden a estados de desarrollo diferentes	
Ciudad Verde en Soacha	Lagos de Torca en el Distrito Capital
• Fase final de consolidación • Macroproyecto de vivienda de interés social • Social desarrollado en un plan único • Población en consolidación	• Desarrollo inicial dentro de un plan de largo plazo a 30 años • Zona de transición entre varias zonas urbanas y ambientales • Distintos escenarios poblacionales

3

OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS

- REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO
- ACCIONES PARA ENFRENTAR LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO DEL CLIMA
- MEJORAR LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD



Pueden ser concebidas desde la planeación
Monitoreados y mejorados durante la operación

RESULTADOS MITIGACIÓN CIUDAD VERDE

COSTOS

Se analizaron **47 medidas**, la mayoría se clasifican como acciones de **mitigación**:

10 MEDIDAS

con costo de abatimiento negativo

La mayoría asociadas con la instalación de **equipos eficientes** para el uso de **agua** y **energía**

3 MEDIDAS

con costos entre 5 – 10 USD/t CO_{2-eq}

- 2 de restauración ecológica y plantación de árboles en zonas verdes
- 1 de utilización de biogás en vehículos recolectores

1 MEDIDA

con costo inferior a 5 USD/tCO_{2-eq}

Quema de biogás producido por descomposición de residuos

4 MEDIDAS

con costos entre 10 – 20 USD/t CO_{2-eq}

Asociadas al uso de bicicletas y buses troncales eléctricos y bloques ecológicos en la construcción

RESULTADOS MITIGACIÓN CIUDAD VERDE

ABATIMIENTO

El potencial de reducción para 2030 es aproximadamente 71% para la mayoría de los escenarios

SECTOR	INFRAESTRUCTURA URBANA	reducción de emisiones en promedio de 34%
SECTOR	RESIDUOS	reducción de emisiones en promedio de 71%
SECTOR	ENERGÍA	en promedio, se abaten 9,443.11 tCO₂-eq
SECTOR	TRANSPORTE	reducción de emisiones en promedio de 41%
SECTOR	ECOLOGÍA URBANA	en promedio, se abaten 1,698.81 tCO₂-eq
SECTOR	MANEJO INTEGRADO DEL AGUA	reducción de emisiones en promedio de 20%. Medidas planteadas con mayores beneficios en la adaptación que en la mitigación.

RESULTADOS ADAPTACIÓN CIUDAD VERDE

Evaluación de **cinco** indicadores para medir la **resiliencia** frente a problemas de desabastecimiento, inundaciones e incremento de la temperatura

- 1. ahorros de agua potable
- 2. uso de fuentes alternativas de agua
- 3. escorrentía regulada
- 4. regulación de la temperatura
- 5. incremento en la evapotranspiración

por el uso de **equipos eficientes** y **sistemas de reúso y aprovechamiento** en unidades residenciales.

- Menores que los ahorros de agua potable
- Depende del aprovechamiento de aguas lluvias en unidades residenciales y la implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS).
- El agua recuperada puede ser utilizada en usos no potables.

Por buena concepción de la **cobertura arbórea** e implementación de **SUDS**.



Considerar en la **etapa de diseño** del proyecto

- Análisis de requerimientos habitacionales, de movilidad y **equipamientos**.
- Análisis de ciclo de vida para el inventario y medición de emisiones.



Considerar **soluciones basadas en la naturaleza** para:

- Promover la **captura de carbono**.
- Mejorar las condiciones paisajísticas y ambientales.



Considerar **nuevas prácticas** para el manejo y uso de agua, energía y residuo

- Enmarcadas en el concepto de **economía circular**.
- Seguimiento para **reducción de pérdidas** en el suministro y distribución (agua y energía).
- **Manejo de la demanda** para el ahorro de los recursos.



En los sistemas estructurales y arquitectónicos (materiales, envoltentes, sistemas interiores):

- Diseño de portafolios para reducir la huella ambiental.
- Considerar **adaptaciones** por el aumento en los **requerimientos** de **confort** y cambios en las unidades de vivienda.



Promover **sistemas descentralizados y digitalizados** con menor huella de carbono para prestación de servicios

- **Generación distribuida** de recursos energéticos, medición inteligente, distritos térmicos.
- **Aprovechamiento** de agua lluvia y agua gris, **tratamiento descentralizado** de aguas residuales e implementación de **SUDS**.
- Transporte y aprovechamiento de residuos. Recolección diferenciada de residuos.



Capacitar y vincular a la comunidad para lograr compromisos en:

- El manejo de sistemas de **abastecimiento y tratamiento de agua**.
- El suministro de **energía descentralizada**
- La **gestión de residuos** y su posible **aprovechamiento**.
- La **movilidad sostenible**.



Reconocer opciones de **mejora en la movilidad** y el **transporte público**

- Identificando requerimientos de conectividad y alternativas para reducir tiempos y costos de viaje
- Tarifas integradas y mejores estándares ambientales de la flota.
- Identificando cambios en los patrones de desplazamiento.

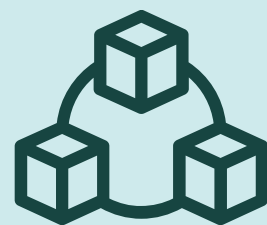


Generar **políticas y regulaciones** que fomenten el uso de **nuevas tecnologías** por parte de los **diseñadores, constructores y habitantes**.



Incluir la **naturaleza como factor estructurante** de las ciudades para:

- Ofrecer mayor **diversidad** urbana y paisajística.
- Mejorar la **calidad de vida** de los habitantes.
- Incrementar la **adaptabilidad y resiliencia** a los efectos de la variabilidad climática (islas de calor, inundaciones, eventos hidrológicos extremos)
- Incrementar y fortalecer la **conectividad ecológica** de áreas urbanas protegidas.



Incrementar la **modularidad de la infraestructura** para el uso de los recursos urbanos (agua, energía, otros) promoviendo opciones de **abastecimiento, almacenamiento, transporte y tratamiento**.



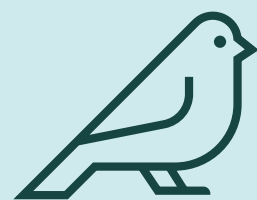
Reconocer que las **áreas verdes urbanas** deben:

- Permitir el **distanciamiento social** mínimo, acorde con la densidad poblacional.
- Destinarse a parques urbanos con **masas de árboles significativas**.
- Coordinarse y articularse en propuestas (ubicación, forma, función, especies) que promuevan la **continuidad de la funcionalidad social y paisajística**.



Proveer **servicios regenerativos** con:

- El **reabastecimiento** de cuerpos de agua
- La reducción del consumo de agua y energía por medio del **reúso, recuperación y reciclaje**.



Reconsiderar el concepto (indicador) **“Área verde efectiva”**:

- Porque privilegia la funcionalidad social (intensidad de uso, recreación activa, circulación peatonal) sobre la funcionalidad ecológica (oferta de biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados).
- Necesita complementarse o definirse un nuevo indicador que reconozca la **funcionalidad ecológica**.



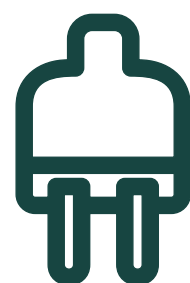
Revisar y desarrollar **marcos regulatorios** para:

- **Eliminar las barreras**, generar **incentivos** y garantizar el manejo integrado de los recursos urbanos y la gestión eficiente de residuos.
- Adoptar incentivos destinados a la preservación y restauración paisajística y ecológica de áreas verdes privadas.

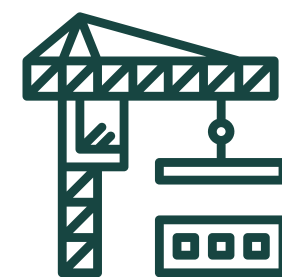


En la configuración urbana:

- Análisis de efectos de **interacción entre edificios**. Configurar **espacios abiertos** para su integración social y funcional.
- Conectar y promover desarrollos habitacionales con sistemas de **servicios comunitarios, comercio y empleo**.
- Diseñar conjuntos residenciales y planificar **infraestructura** para la **recolección diferenciada** desde la fuente y el **aprovechamiento descentralizado** de residuos.

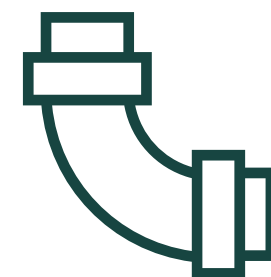


Revisar la **asequibilidad** de los servicios públicos en su conjunto: plantea dificultades para los habitantes de los deciles de ingreso más bajos.



En la configuración arquitectónica:

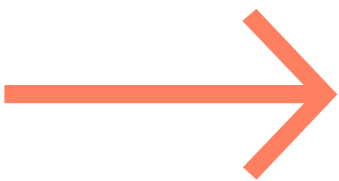
- Considerar la forma y distribución de los espacios internos para la **habitabilidad y el confort** (térmico, lumínico, sonoro).
- Ofrecer **flexibilidad y diversidad en la oferta** de espacios para distintos segmentos de grupos y tipos de pobladores y etapas de desarrollo y transformación.
- Considerar la **materialidad de envoltentes** (cubiertas y fachadas) para mejorar la habitabilidad y el confort.
- Adaptar **áreas comunes** mediante la **actualización tecnológica** y la consideración de la sostenibilidad.



Asegurar conexión entre la gestión del agua residual y la planeación del desarrollo urbano.

1

ENFOQUE DEL ESTUDIO



RECONOCER QUE LOS PROYECTOS URBANOS SON **DINÁMICOS** Y DEBEN AVANZAR HACIA LA DESCARBONIZACIÓN MEDIANTE



- Buen uso del suelo
- Maximización de servicios ecosistémicos
- Gestión eficiente de recursos y residuos
- Oferta de bienes públicos
- Movilidad e infraestructuras sostenibles

2

EL PLANTEAMIENTO DE ETAPAS CON INDICADORES PARA CADA UNA Y LA EVALUACIÓN DE OPCIONES DE **MITIGACIÓN, ADAPTACIÓN Y DE MEJORA** REQUIEREN



- Ser consideradas desde el inicio
- Seguimiento de su implementación
- Compromiso de gestión



PARA LOGRAR **LA SOSTENIBILIDAD** DE LOS DESARROLLOS URBANOS

- MENOR HUELLA DE CARBONO
- MAYOR RESILIENCIA
- MEJORES CONDICIONES DE HABITABILIDAD

GRACIAS

