# 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

- Propuesta metodológica para el planeamiento urbano de ciudades y proyectos
- Toolbox desarrollada (Ejemplo de aplicación en Ciudad Verde)

Plataforma de indicadores

Herramienta de integración

- Caso de estudio: Lagos de Torca
- 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







_		
		urbana
	Wula	uivana
	1091a	aibaila

Juana Mariño
Eliana Ortiz
Flavio Suárez
Germán Andrade

## Manejo integrado del agua

Juan Pablo Rodríguez
Susanne Charlesworth
Carlos Giraldo
Mónica Giraldo
Sara Jiménez
Natalia Bernal

#### Energía

Nicanor Quijano
Guillermo Jiménez
Dimitri Zaninovich
Luis Gabriel Marín
Oscar Iván Torres

#### Residuos

Manuel Rodríguez Natalia A. Montoya

#### Transporte

Luis Ángel Guzmán

Daniel Oviedo

Ricardo Smith

Mónica Espinosa

Charly Cepeda

María Alejandra Rincón

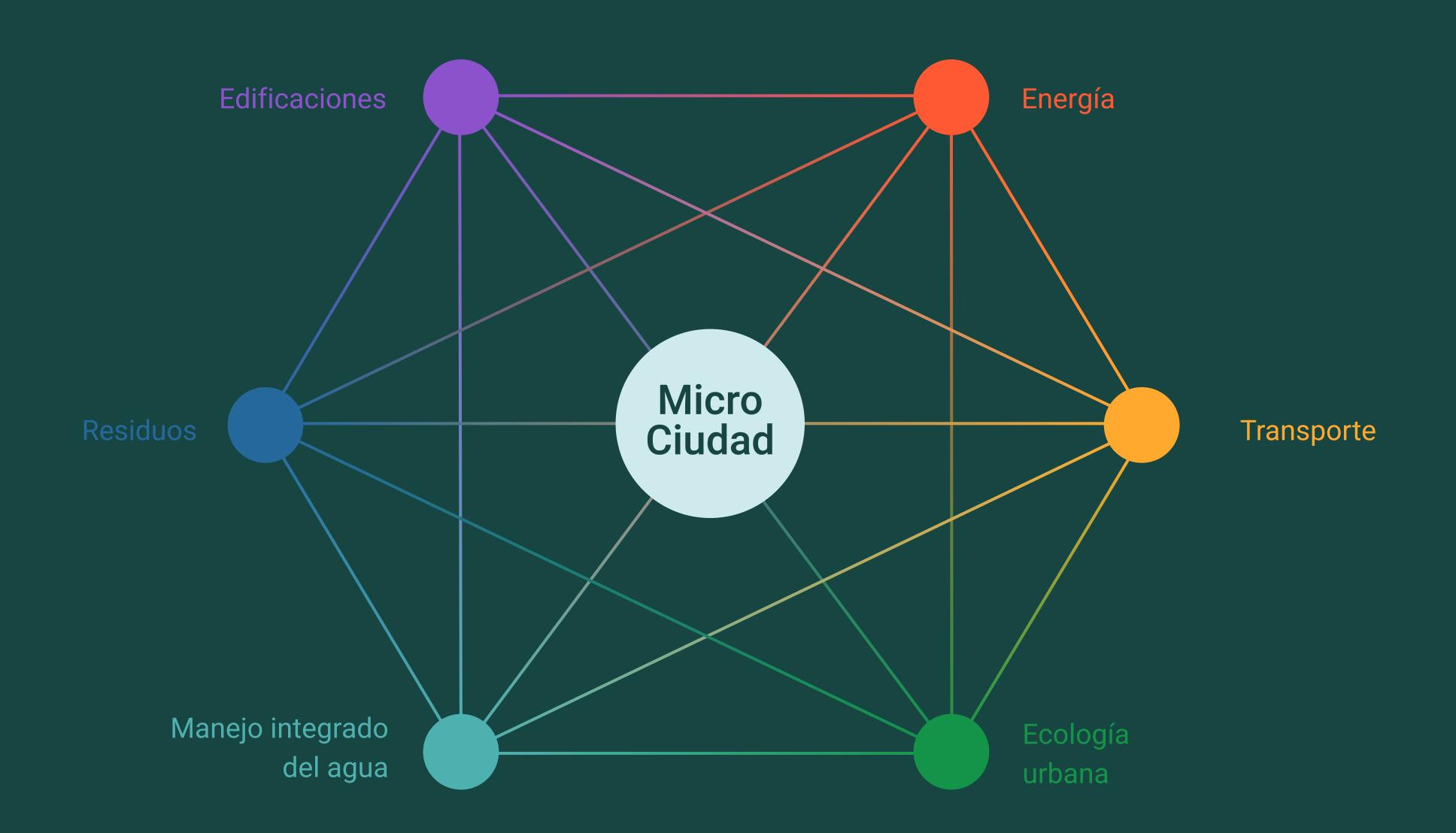
#### Edificaciones

Hernando Vargas
Clemencia Escallón
José Guevara
Angélica Ospina
Lorena Pupo
John Escorcia
Felipe Rivera
Álvaro Garay
Sarah Arboleda

Nicanor Quijano, Ángela Cadena Julio Dávila, Hernando Vargas Luis Ignacio Betancur

Todos los miembros de los comités







## 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

Definición del marco de análisis y modelación

Definición de indicadores y modelos sectoriales

Selección de casos de estudio (CE)

Definición del marco de análisis y modelación

Libro blanco y recomendaciones de política

Reportes y talleres

Desarrollo de la caja de herramientas (Toolbox)

(indicadores, modelos y escenarios)



## 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

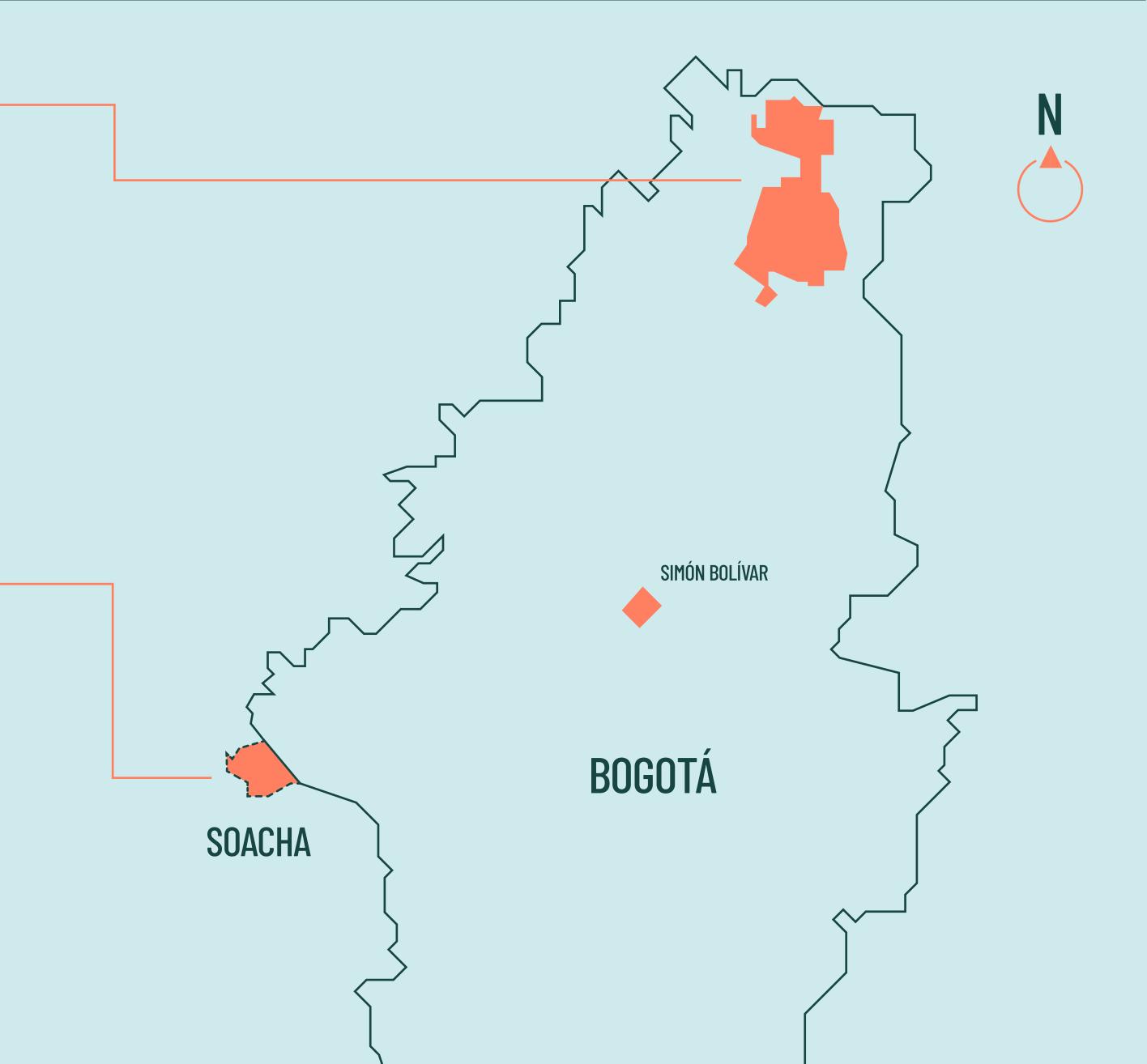
Proyecto en Etapa de Operación

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**

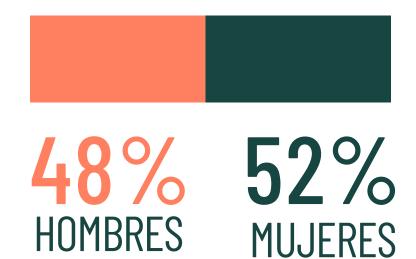
- → CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN
- → LÍNEA BASE DE INDICADORES
- → CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE MEJORA

#### Grupos focales

4 GRUPOS FOCALES

ENTRE SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 2019

31
PARTICIPANTES
EN TOTAL



#### **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**

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

Ejes de soporte

Ecología urbana	Manejo integrado del agua	Energía	Residuos	Transporte	Edificaciones
Ecosistemas naturales	Preservación del ciclo hidrológico	Infraestructura resiliente	No disposición final.	Mezcla equilibrada de usos / actividades	Forma urbana y entorno construido
Corredores verdes azules	Provisión de servicios ecosistémicos mediante SUDS	Recursos energéticos distribuidos  Preferiblemente aprovechamiento		Reducción de la contaminación	Reducción de la huella de carbono
Provisión, regulación, cultural y soporte	Gestión de la demanda y recuperación de recursos	Relación entre el costo y el ingreso	Economía circular + análisis de ciclo de vida	Asequibilidad transporte	Relación entre el costo y el ingreso
Áreas verdes útiles y accesibles	Servicios del agua confiables y asequibles	Servicios de energía confiables	Gestión racional de residuos	Transporte público de calidad/accesible	Vivienda, equipamientos, espacio público
Sumideros de carbono	Gestión descentralizada	Energías limpias y movilidad eléctrica	Manejo descentralizado de residuos	Reducción tiempos y costos de viaje	Diseño, construcción y operación

**SALIDAS** 

#### MITIGACIÓN, ADAPTACIÓN Y HABITABILIDAD



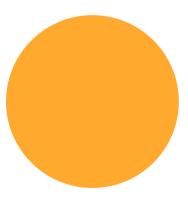






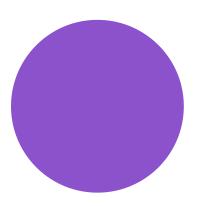




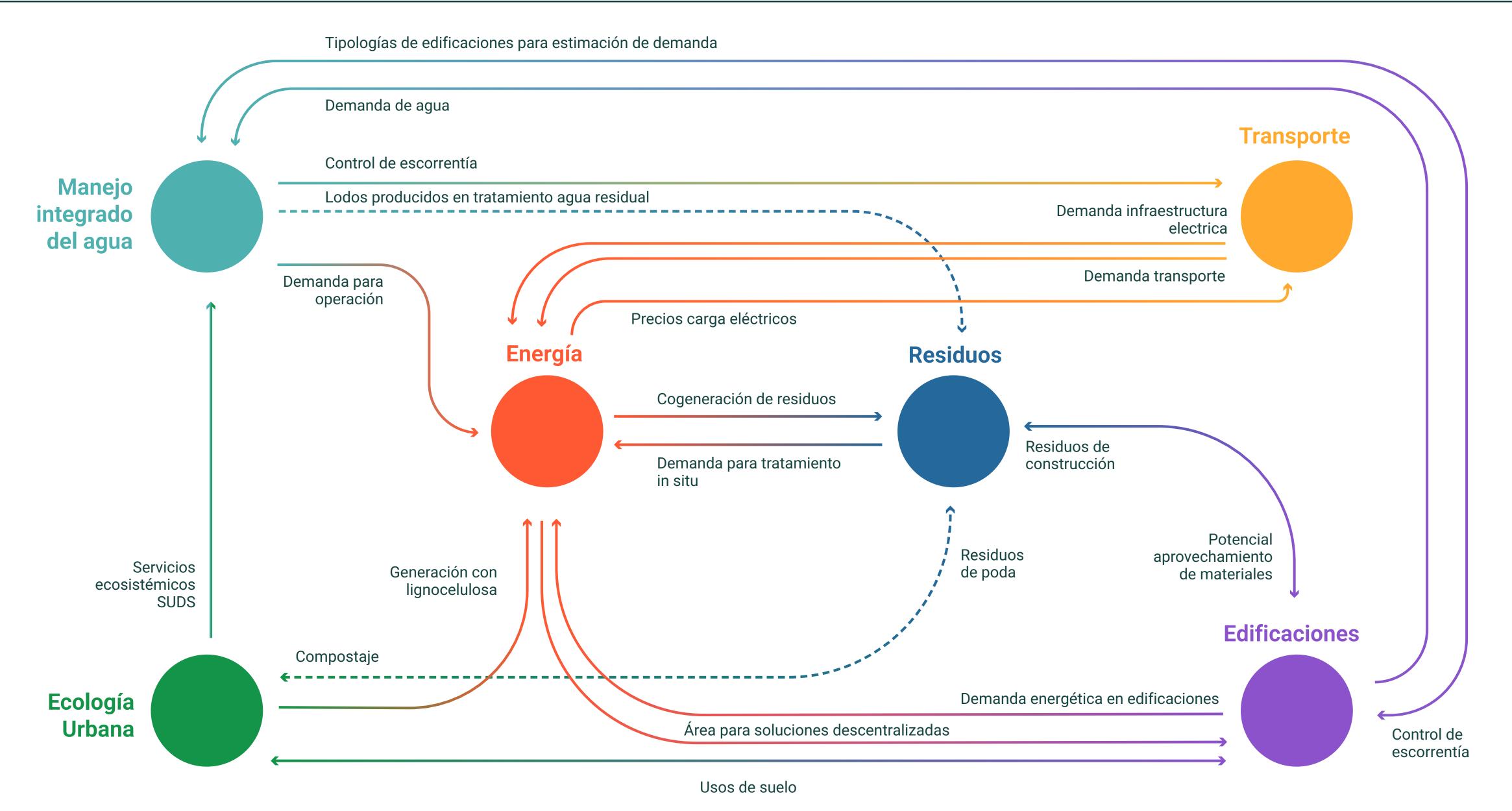














### Toolbox

#### SECTORIALES/ ETAPAS **PROPÓSITO INSTRUMENTOS** • Evaluar el estado inicial de un proyecto urbano CONJUNTO DE INDICADORES 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 Construir las líneas base CONJUNTO DE MODELOS Analizar y definir acciones de mejora Y PLATAFORMA DE • Evaluar opciones de mitigación, reducción de la vulnerabilidad y mejora de la habitabilidad INTEGRACIÓN 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



## 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.

#### CIUDAD SENSIBLE / INDICADORES



INDICADORES ACUMULATIVOS



Etapa...

Etapa 2

Etapa 1

4



Indicador ... Indicador ...

Indicador ...
Indicador ...

Indicador ... Indicador ...

Indicador 2
Indicador 1

Más información: Informe Final Capítulo 4 Sección 4.4

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



Captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> Regulación del clima local

Accesibilidad social Conectividad ecológica Neutralidad (cobertura vegetales/BD)

Área espacios públicos infraestructura verde por habitante Área espacios verdes privados

Área verde protegida (EEP)

Área verde pública por habitante

Área espacio público por habitante

**INDICADORES ACUMULATIVOS** 

#### **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 Conciencia pública
Uso multifuncional de la infraestructura para el manejo del agua pluvial

Escorrentía descargada
 Consumo promedio de agua potable
 Agua aprovechada y reutilizada a nivel residencial
 Emisiones de CO<sub>2-eq</sub> por gestión del agua
 Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento

Calidad del cuerpo de agua receptor Agua residual tratada al nivel de calidad requerido

Cobertura del servicio de alcantarillado pluvial Confiabilidad del sistema de drenaje

Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario

Asequibilidad al servicio de agua potable y alcantarillado Cumplimiento de la calidad requerida del agua

1

#### **ETAPAS**

Ciudad con suministro limpio, eficiente y confiable

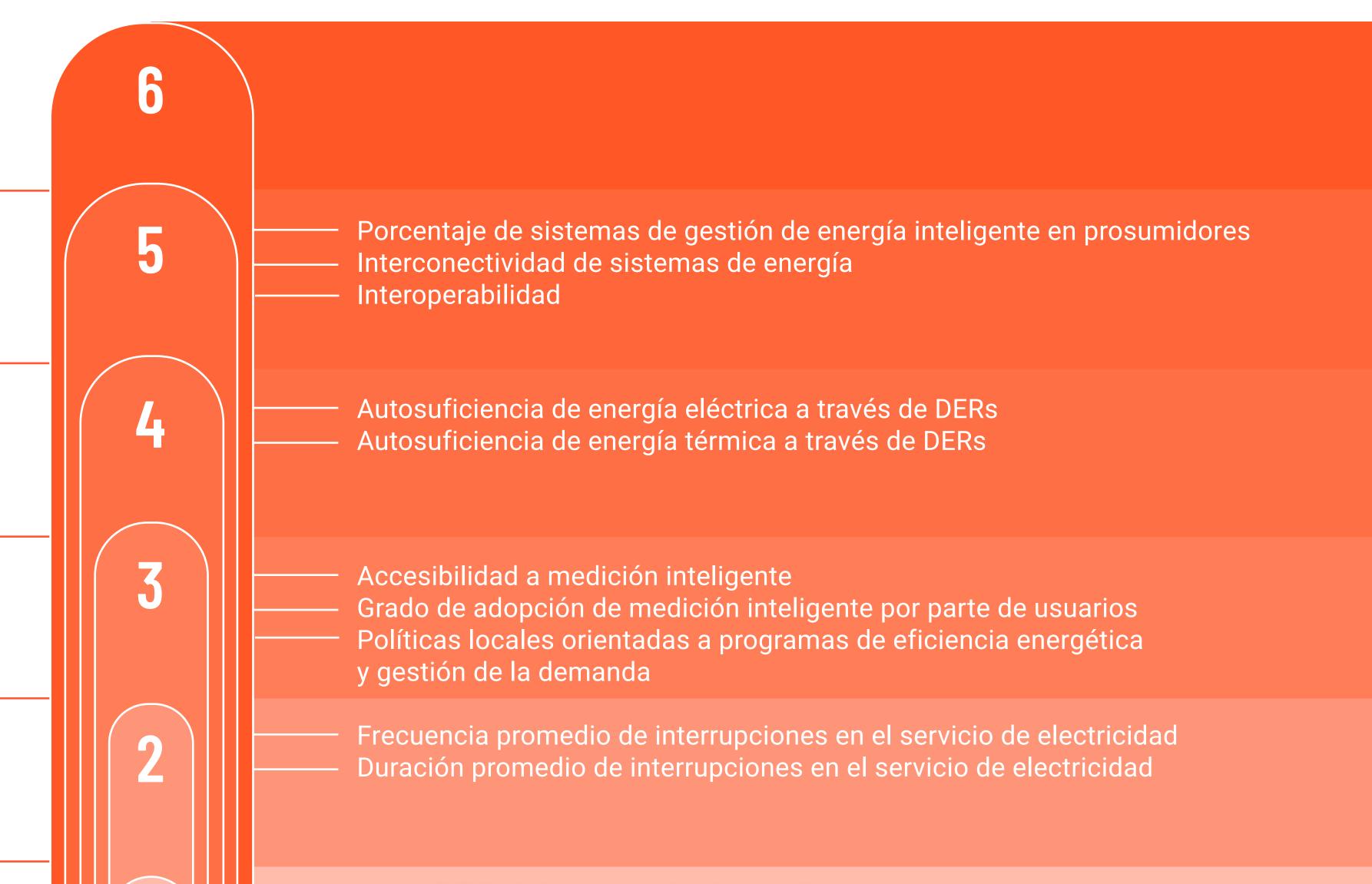
Ciudad con DERs y distritos energéticos

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

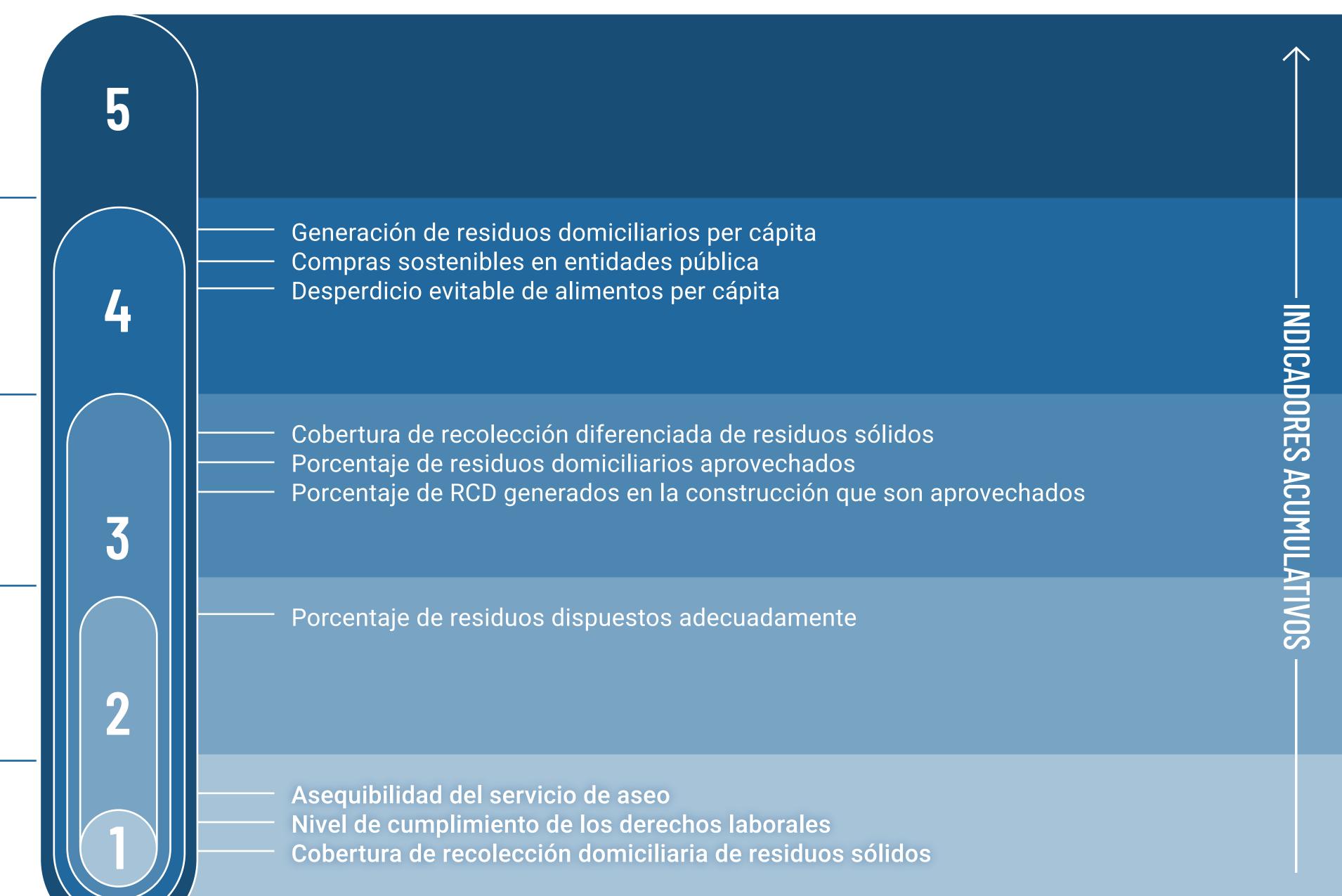


Accesibilidad al servicio de electricidad Accesibilidad al servicio de gas natural Asequibilidad de energía Emisiones de CO, por consumo de energía Ciudad que minimiza su generación de residuos y promueve el reúso o aprovechamiento desde el diseño de los productos

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



\*Discriminado por género

#### **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



#### **ETAPAS**

Ciudad con entornos construidos sostenibles

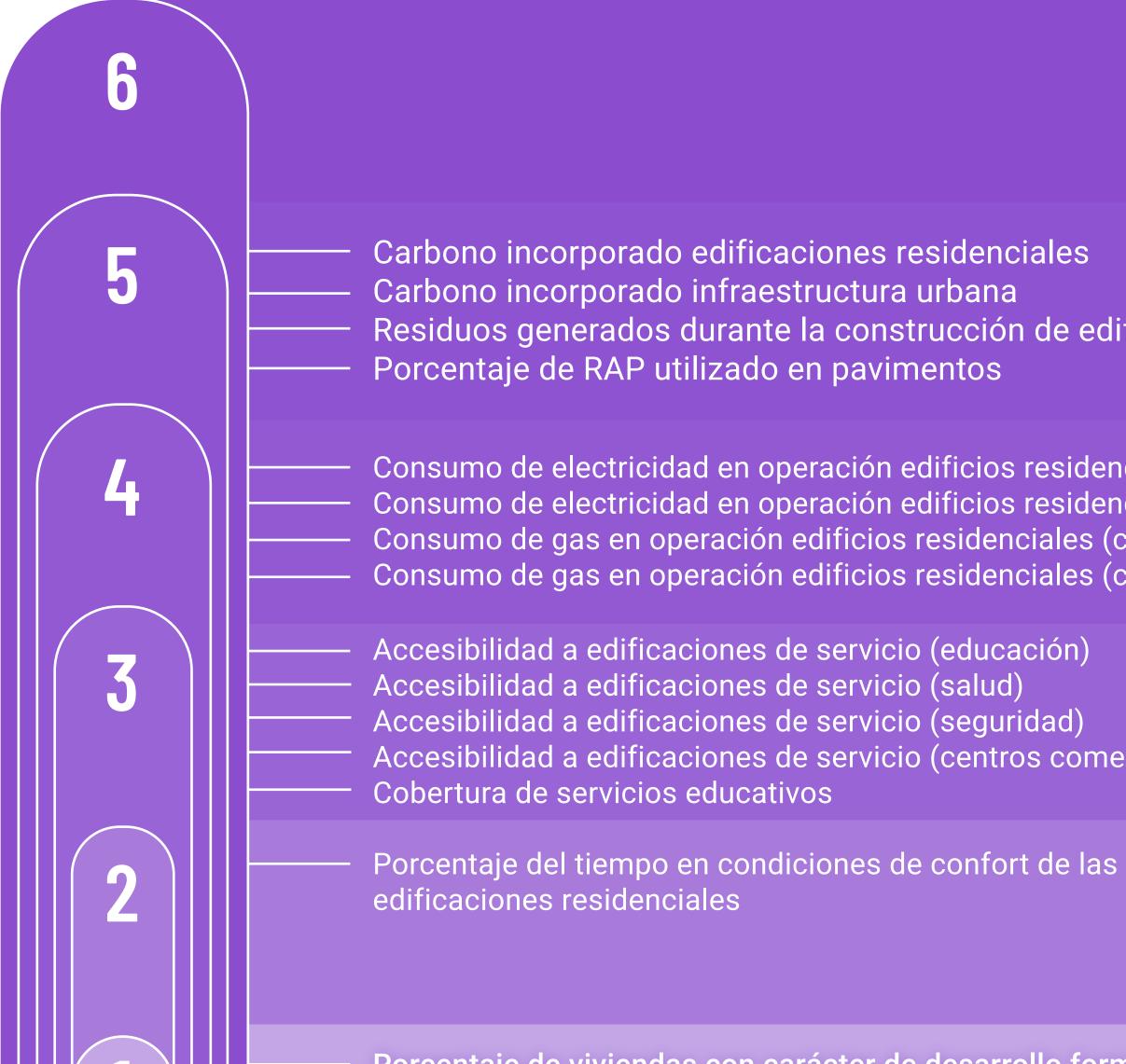
Ciudad con uso consiente de recursos naturales

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 de viviendas con carácter de desarrollo formal



## 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

Objetividad y claridad

Facilidad de recopilación

Representatividad



# 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.

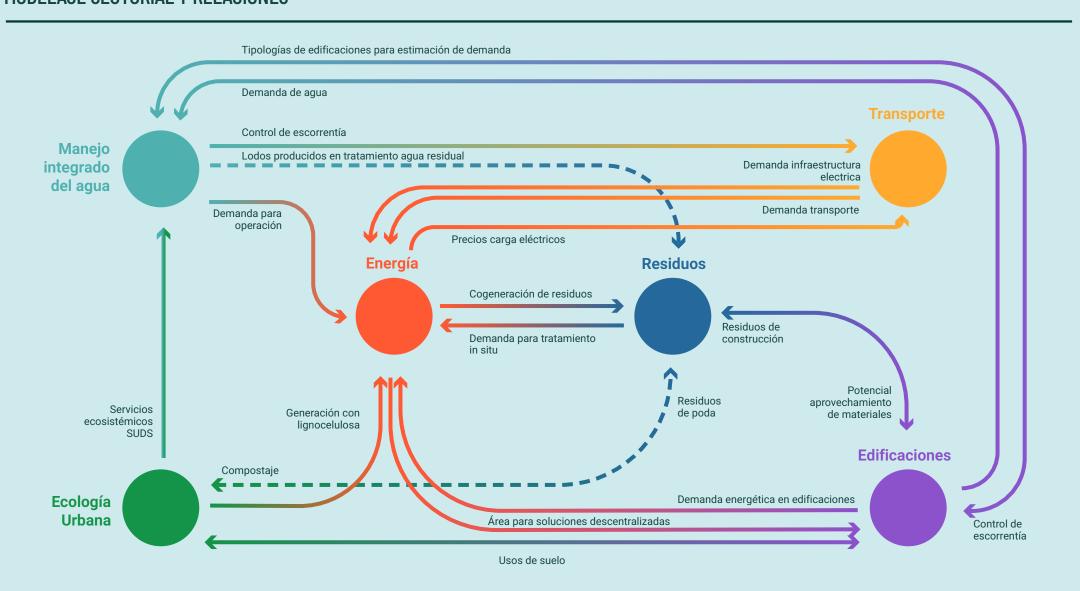


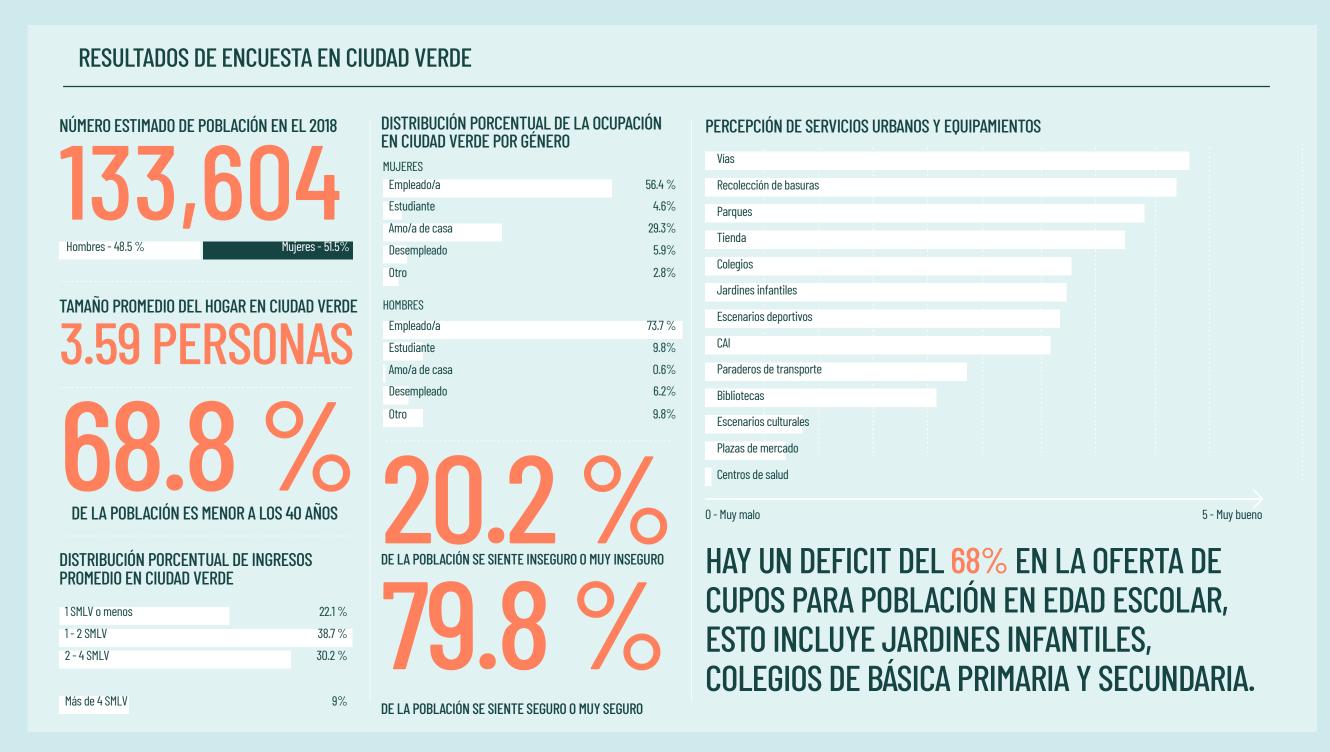
#### Enfoque propuesta para la evaluación de indicadores

Estimación de indicadores

Modelos y otras fuentes

#### MODELAJE SECTORIAL Y RELACIONES





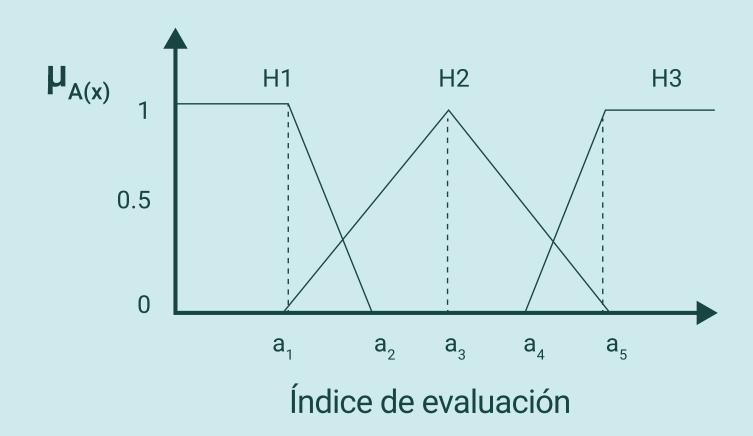


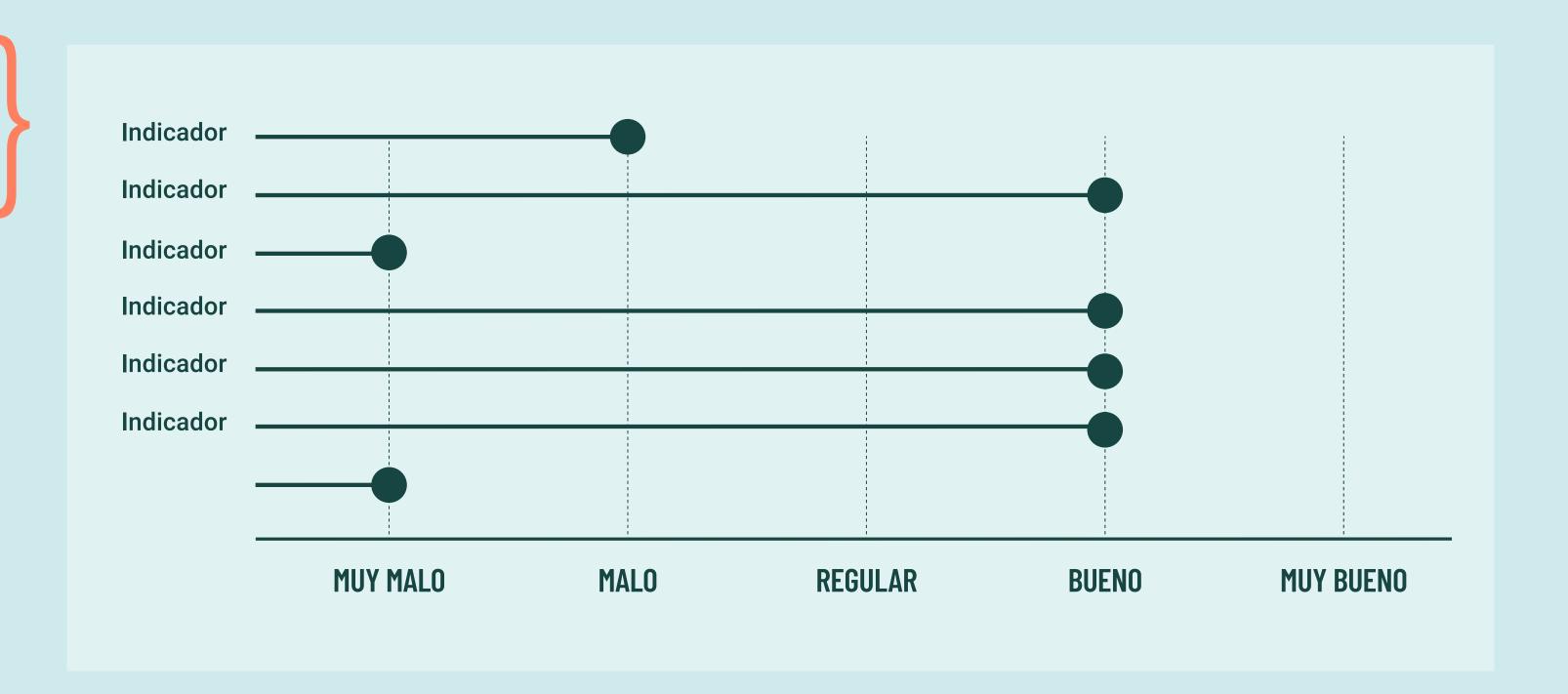


#### Enfoque propuesta para la evaluación de indicadores

# 2 Evaluación difusa de indicadores

Funciones de pertenencia difusas



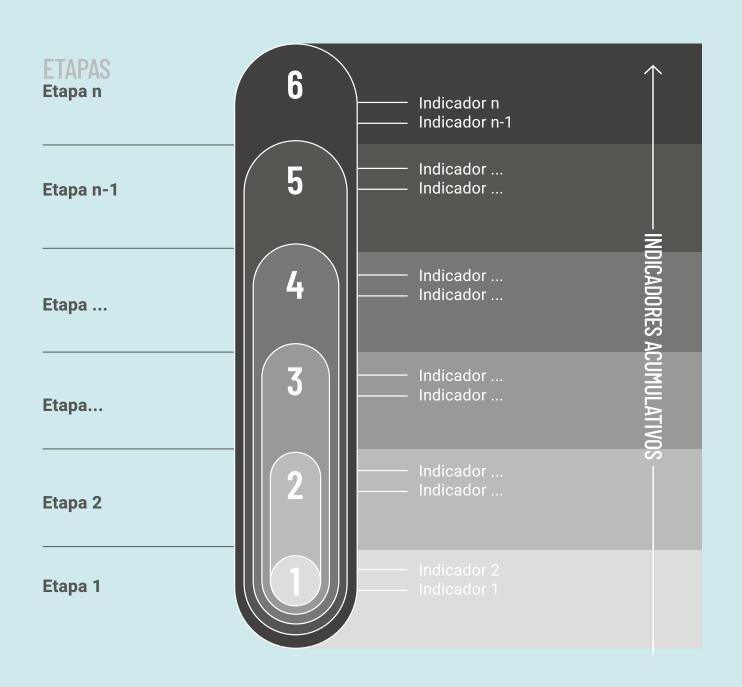


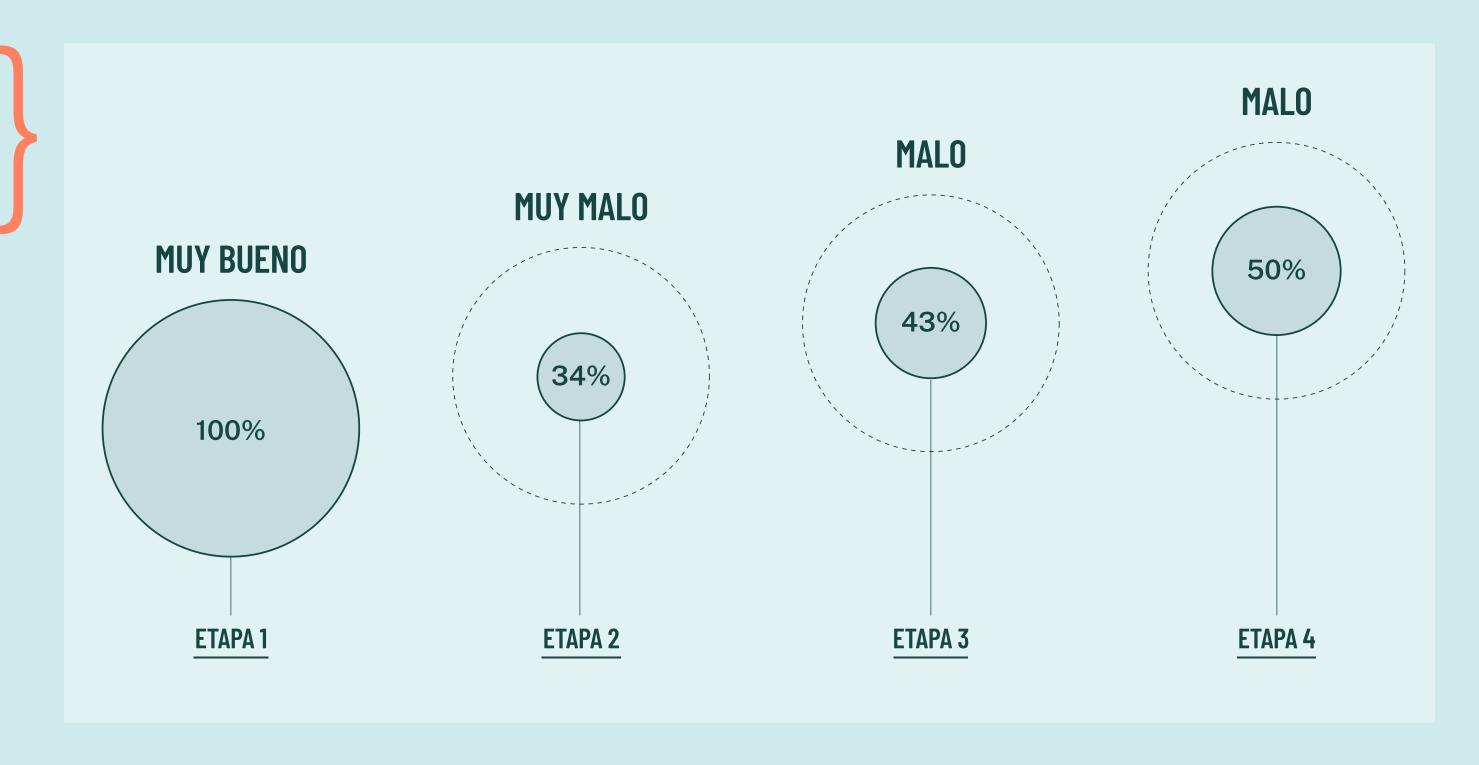




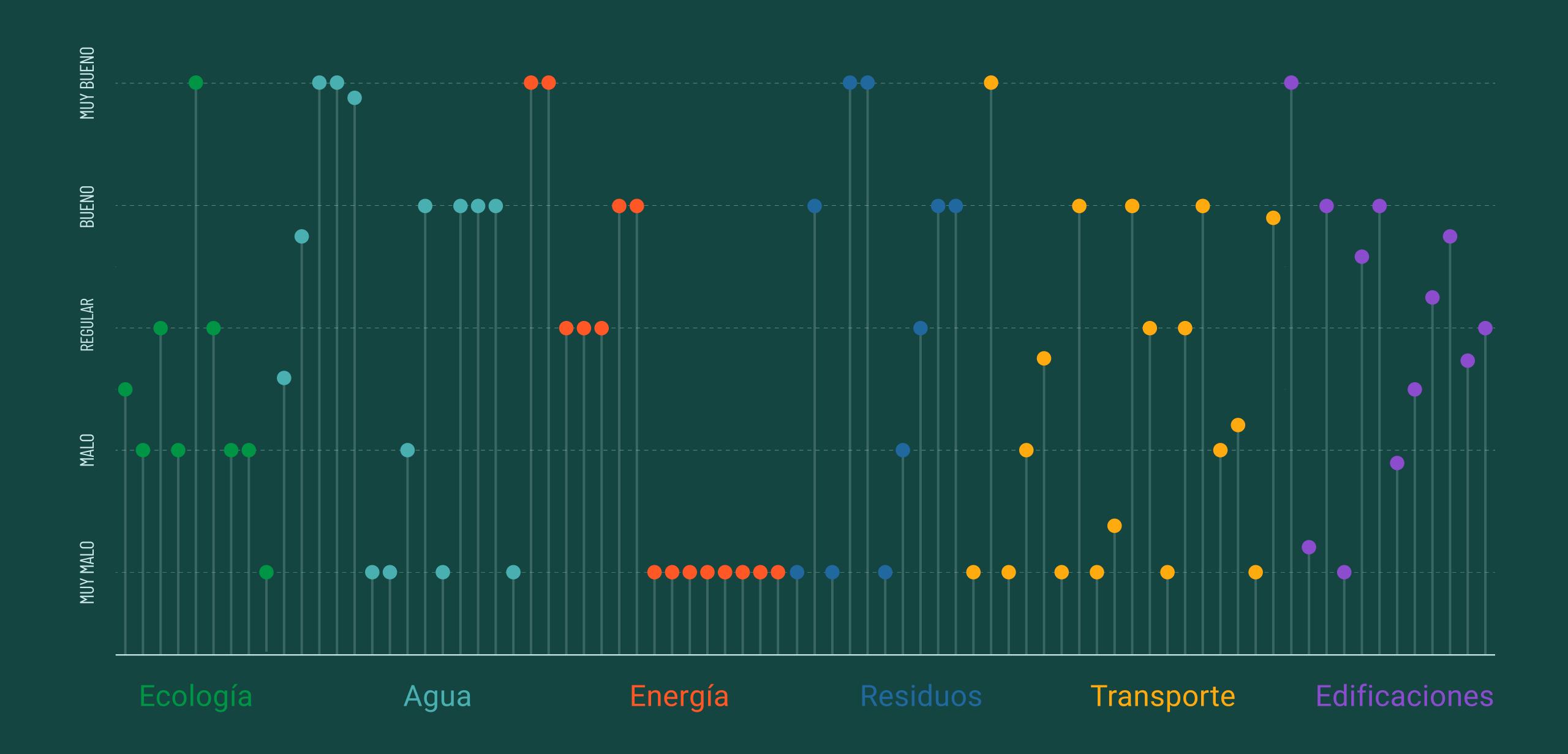
#### Enfoque propuesta para la evaluación de indicadores

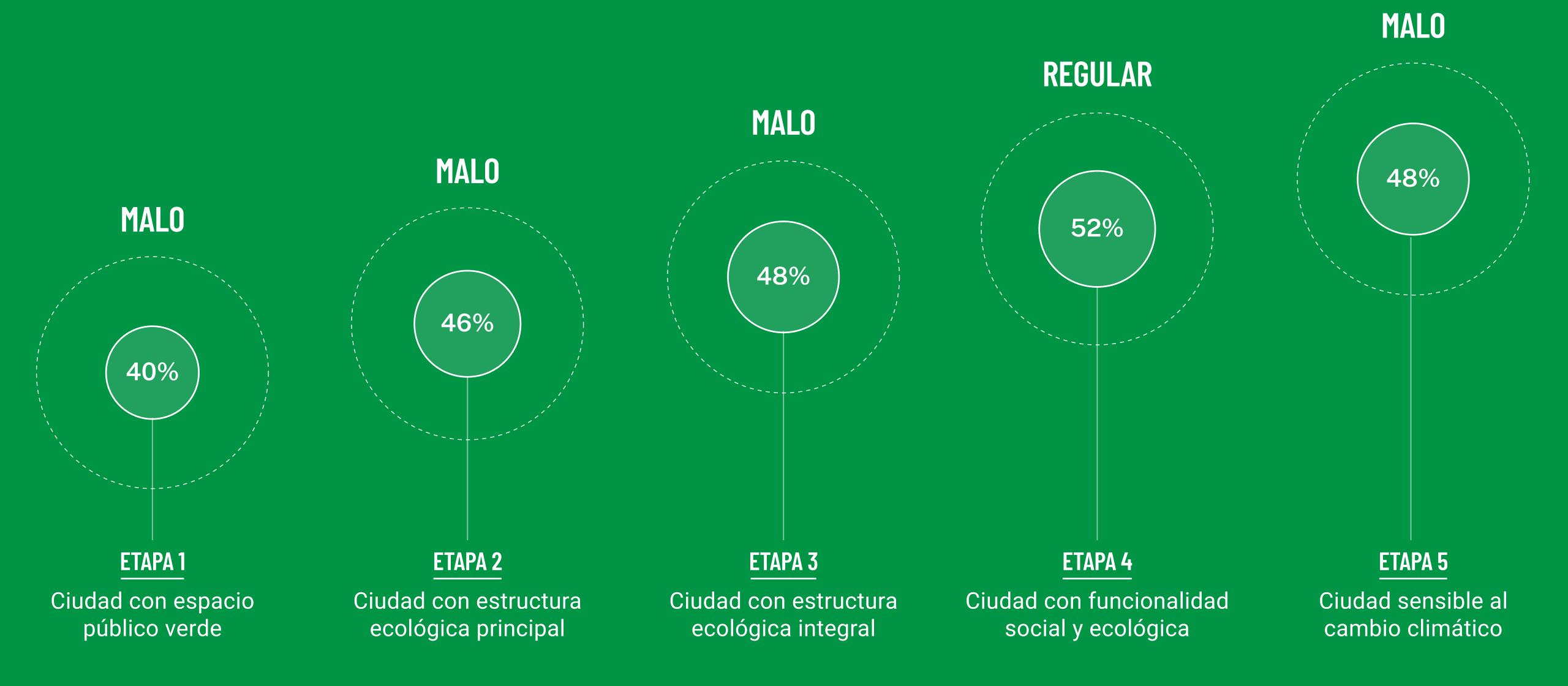
Método de evaluación comprensiva difusa

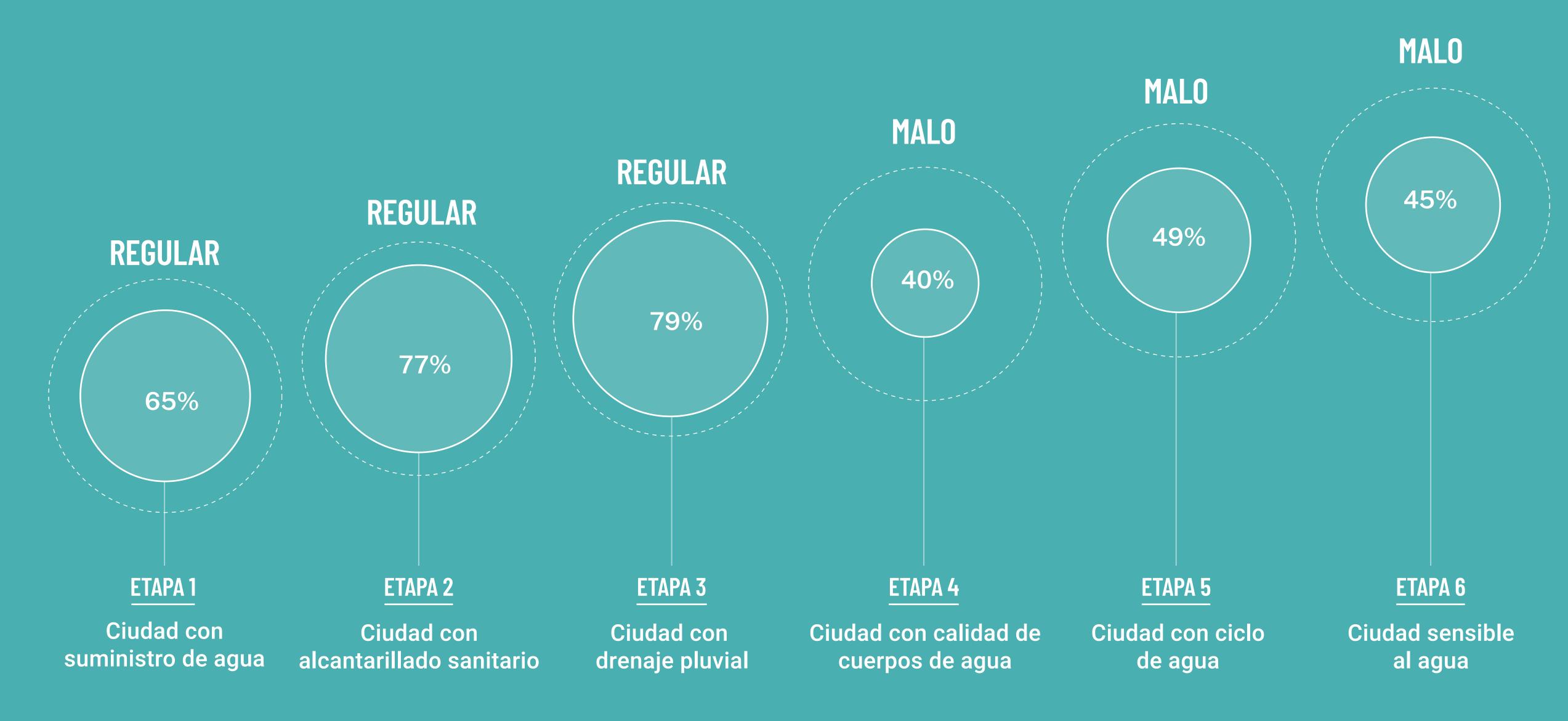


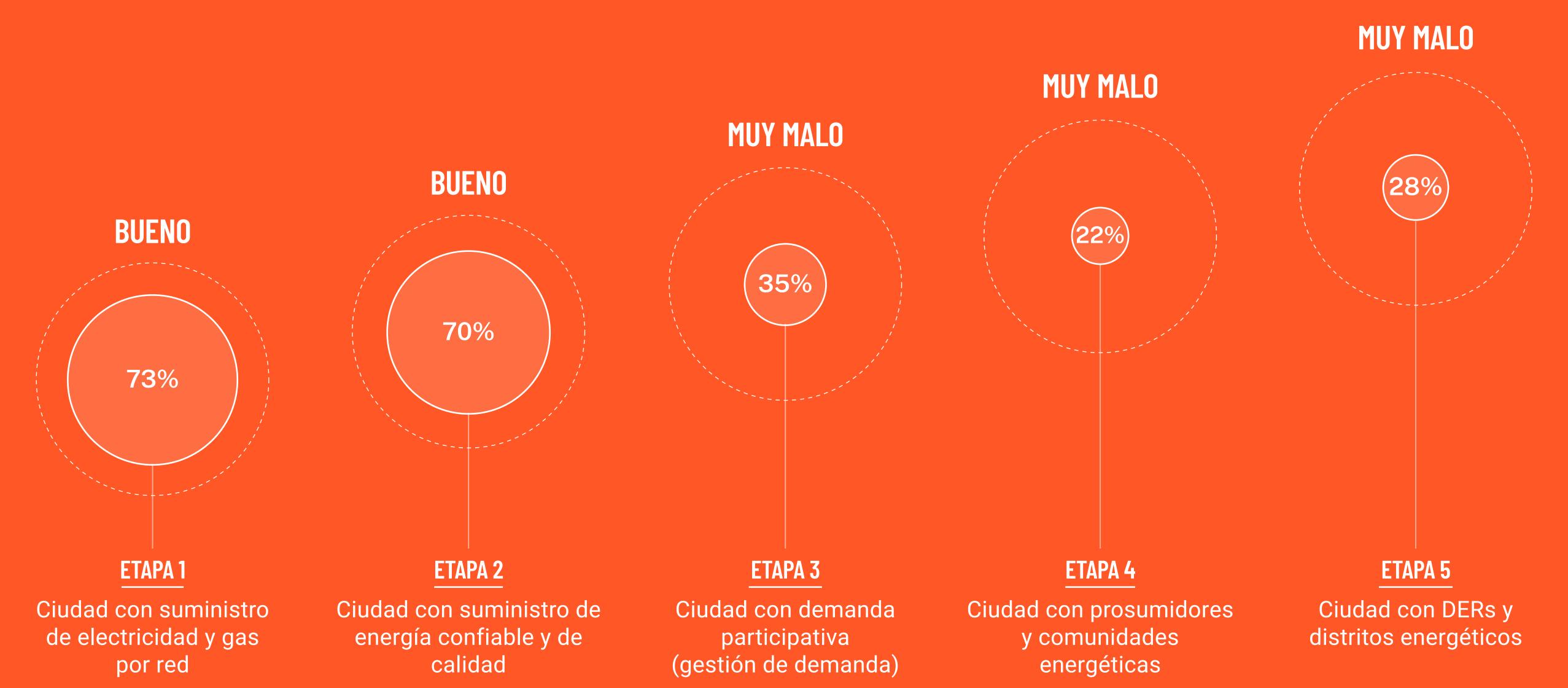




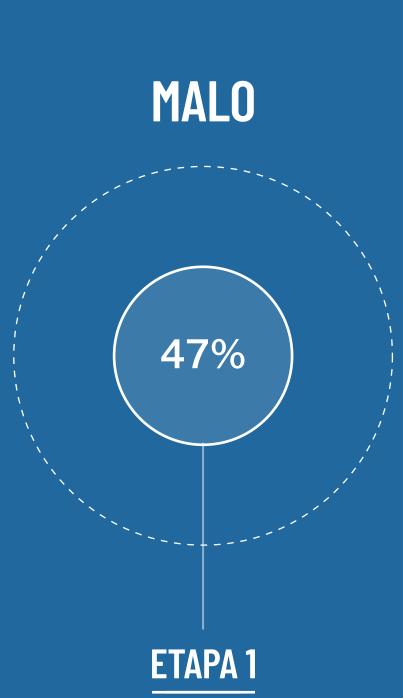




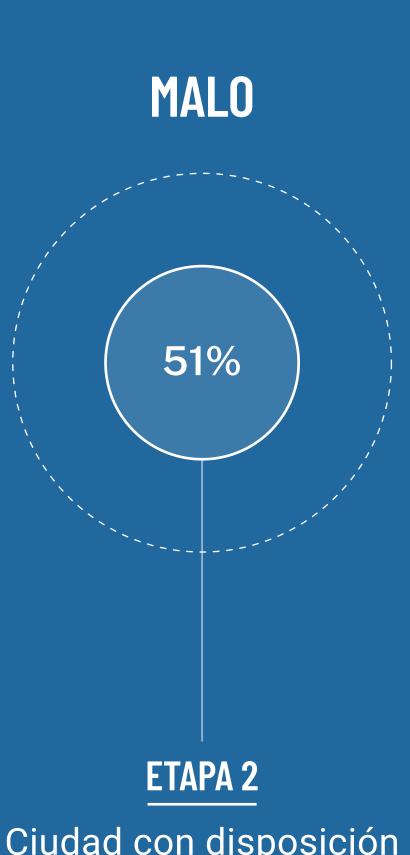




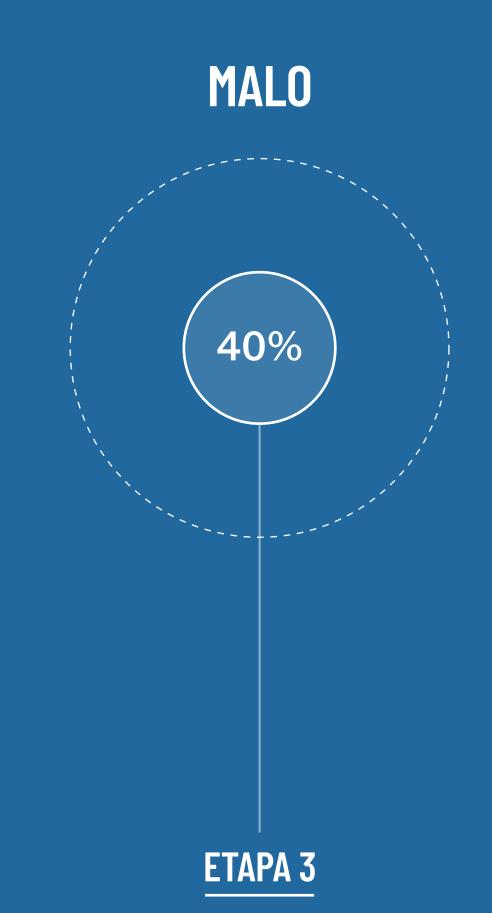
#### Resultados por etapa



Ciudad con cobertura total de recolección de residuos

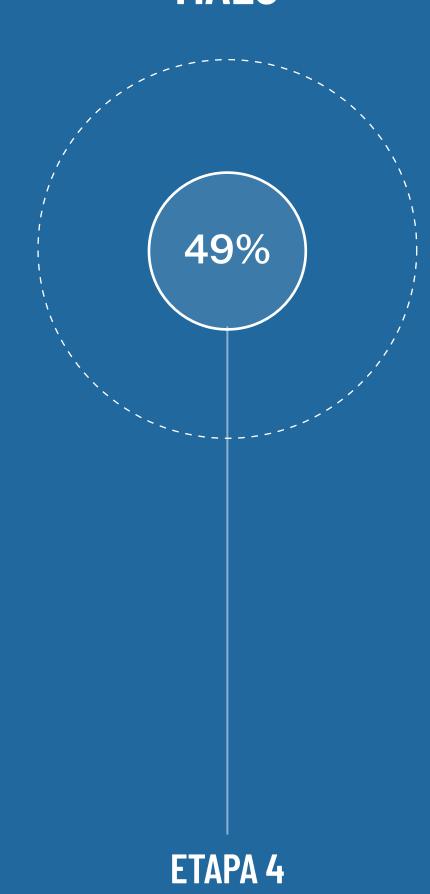


Ciudad con disposición final adecuada

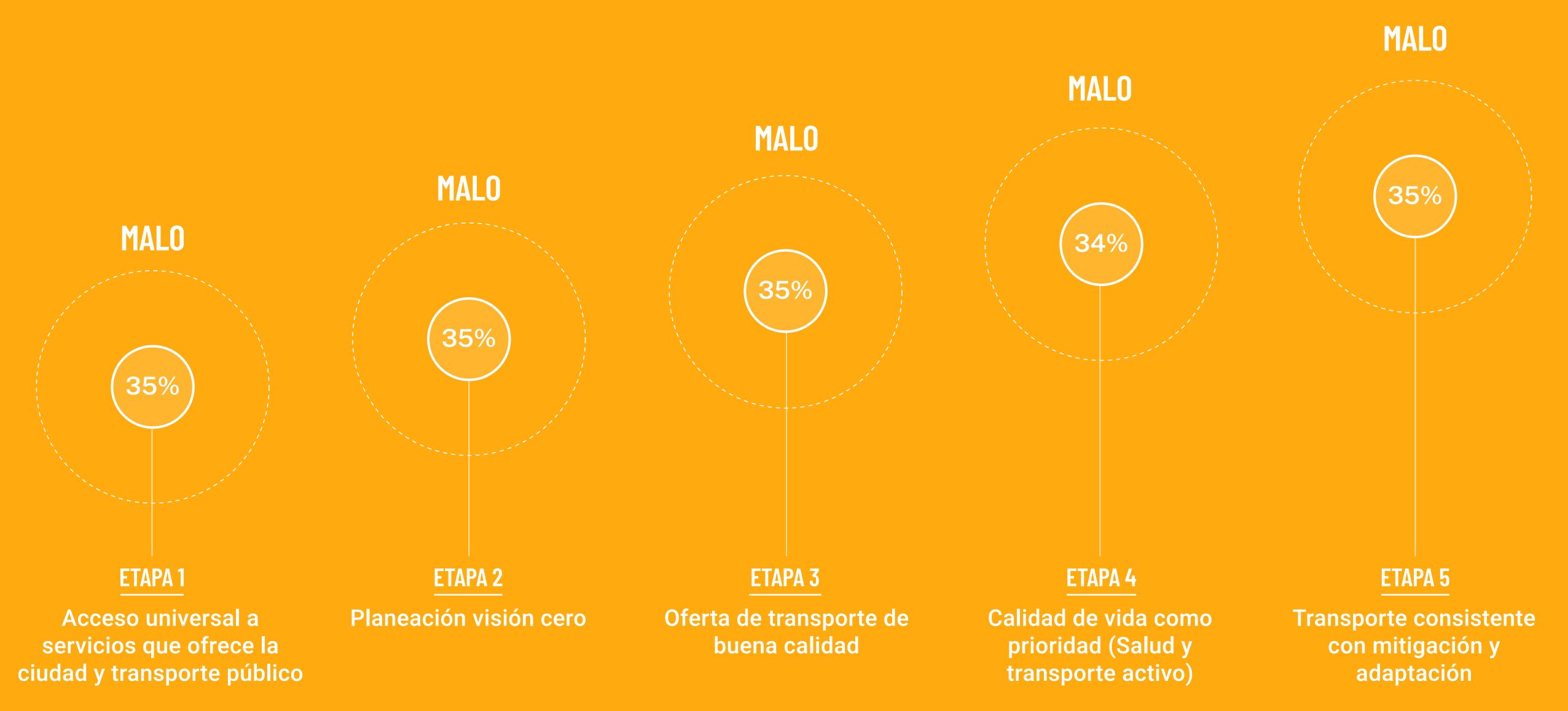


Ciudad con correcta separación en la fuente y recolección diferenciada de residuos - Ciudad con reúso, aprovechamiento material y energético de sus residuos

#### MALO

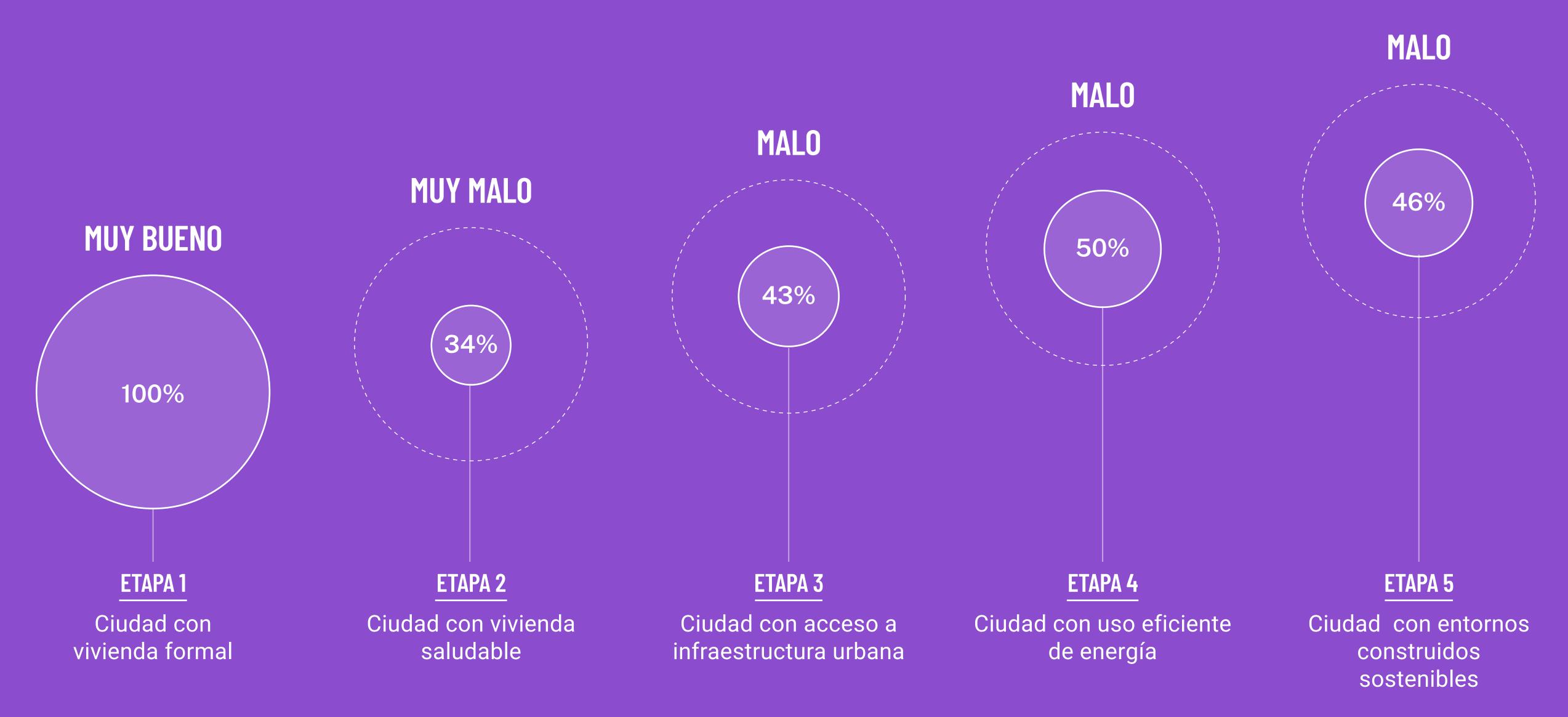


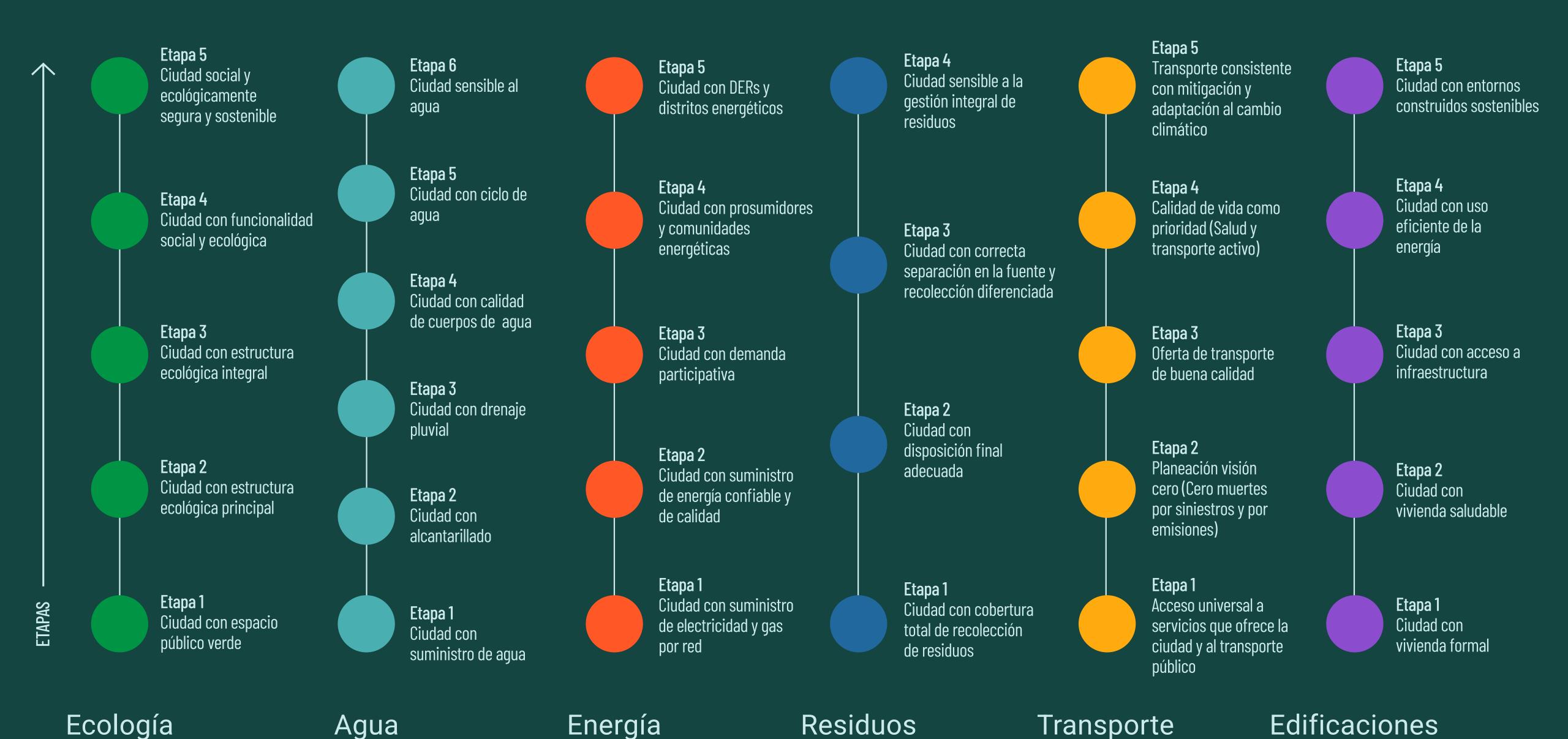
Ciudad que minimiza su generación de residuos y promueve el reúso

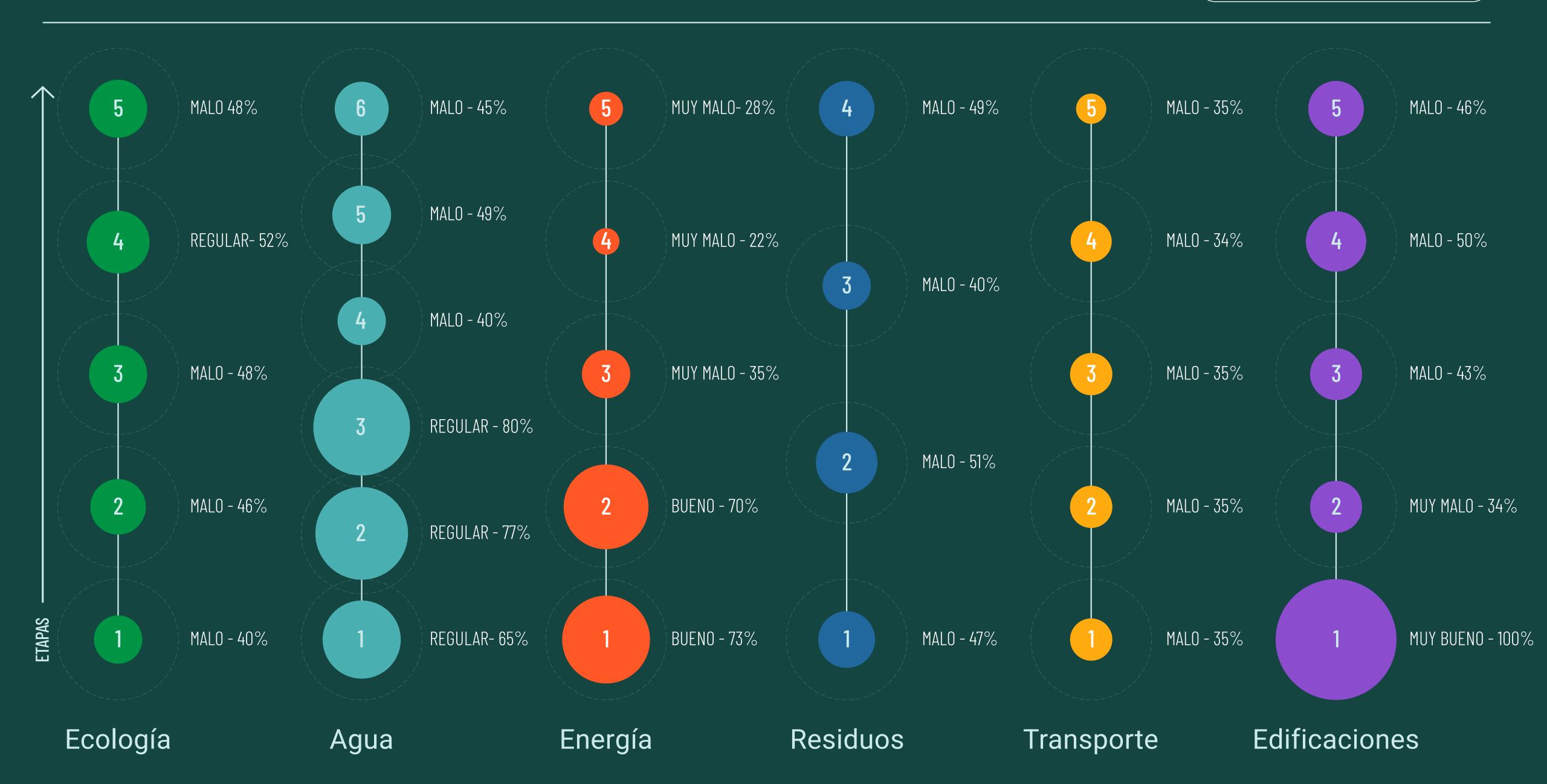


Más información: Informe Final Capítulo 6 Sección 6.1.6

#### Resultados por etapa









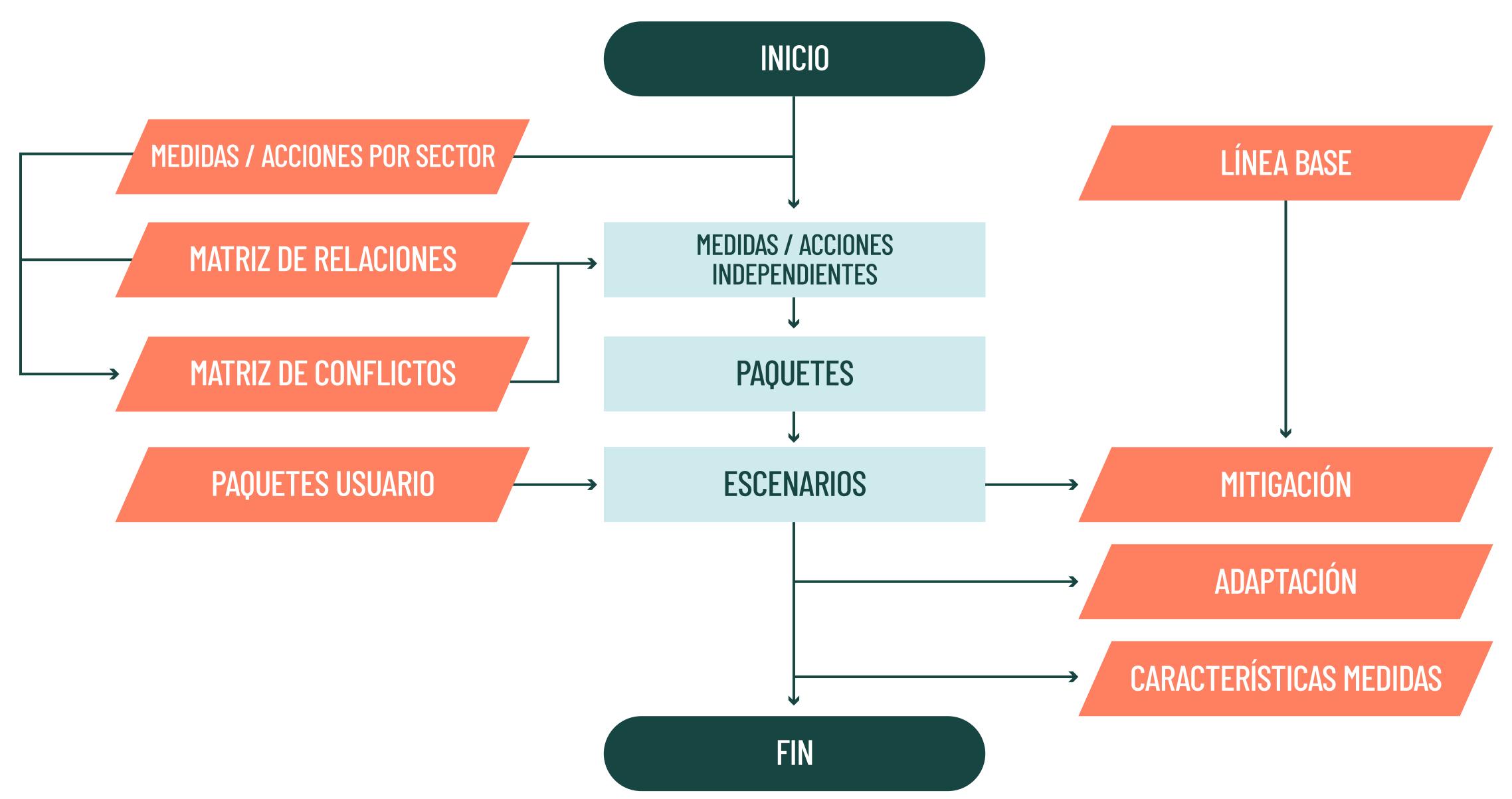
### Objetivos

- 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	
	Manejo escorrentía	
Agua	Suministro de agua	
	Manejo aguas residuales	
Ecología urbana	Cobertura del suelo	
Energía	Generación de energía	
Dagiduag	Gestión de residuos	
Residuos	Consumo de energía	
	Uso del suelo	
Movilidad	Consumo de energía	
	Consumo de agua	
Infraestructura urbana	Consumo de energía	
	Procesos costructivos	

#### Clasificación alternativa

Sector	Subsector	
Fu a vo é	Producción de energia	
Energía	Demanda de energía	
IPPU	IPPU	
AFOLU	AFOLU	
Daridaaa	Residuos sólidos	
Residuos	Agua residual	

Más información: Informe Final Capítulo 3 Sección 3.3



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
		Línea base
Ir a hoja	Ingreso de datos	Medidas / acciones
		Paquetes de medidas

Generalidades

Desempeño
Interacciones

Cobeneficios / Otros beneficios

Costos y beneficios



LÍNEA BASE

INGRESO DE DATOS MEDIDAS/ACCIONES
Y PAQUETES PROPUESTOS

RESULTADOS (TABLAS)

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

Escenarios	Escenarios adaptación
Potenciales mitigación	Otros beneficios
Escenarios sectoriales	Tipo de medida (mitigación y/o adaptación)
Mitigación adicional (CA)	Incertidumbre
Costos escenarios	Factibilidad



DATOS Y PASOS PRELIMINARES LÍNEA BASE INGRESO DE DATOS MEDIDAS/ACCIONES Y PAQUETES PROPUESTOS RESULTADOS (TABLAS) RESULTADOS (GRÁFICAS)

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

Emisiones línea base	VPN escenarios
Escenarios de mitigación	Otros beneficios
Participación emisiones línea base	Incertidumbre
Escenarios sectoriales	Tipo de medida (mitigación y/o adaptación)
Escenarios adaptación	Factibilidad

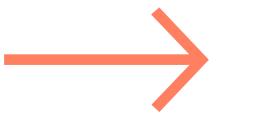
Mitigación adicional





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

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

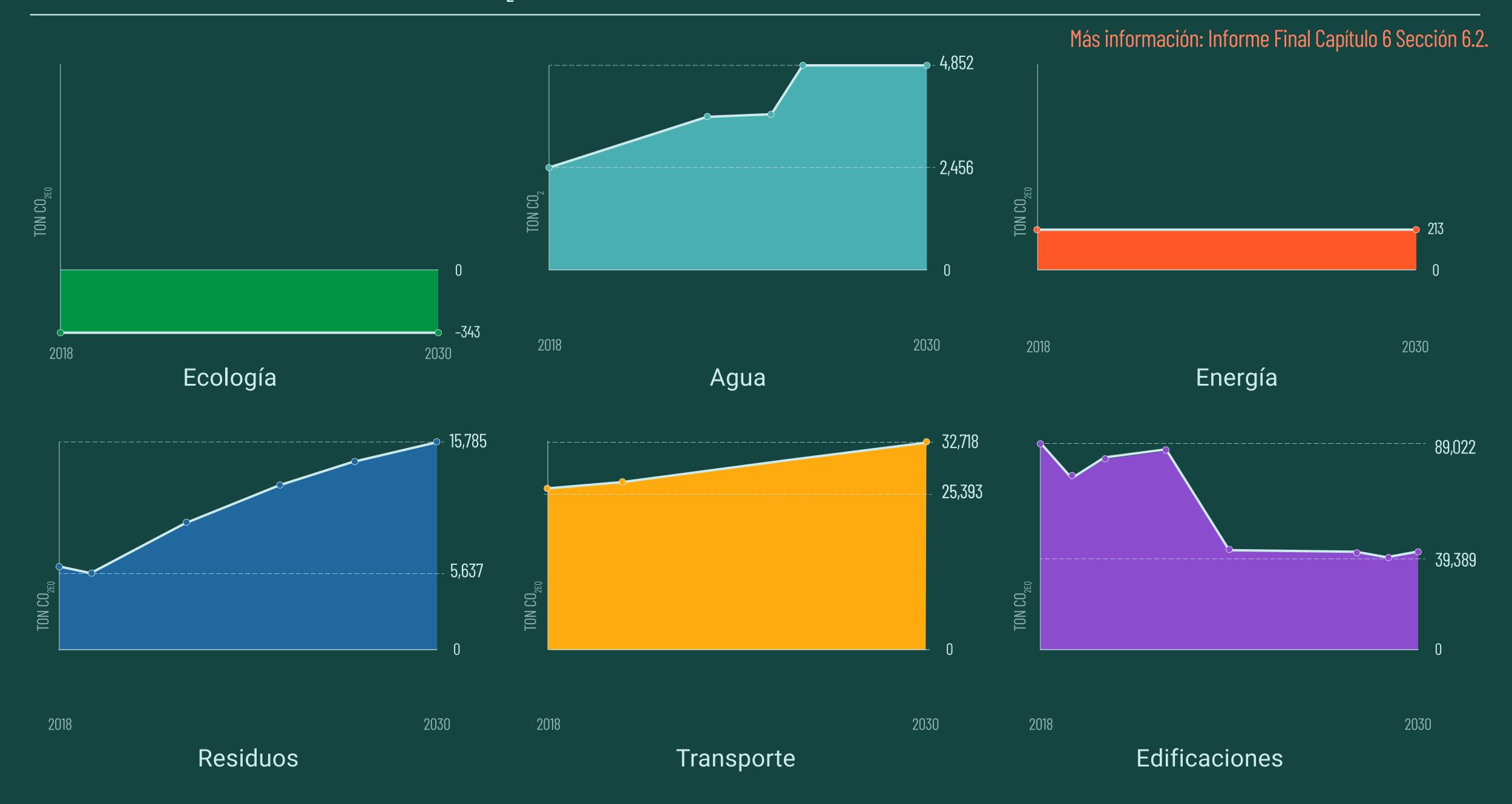


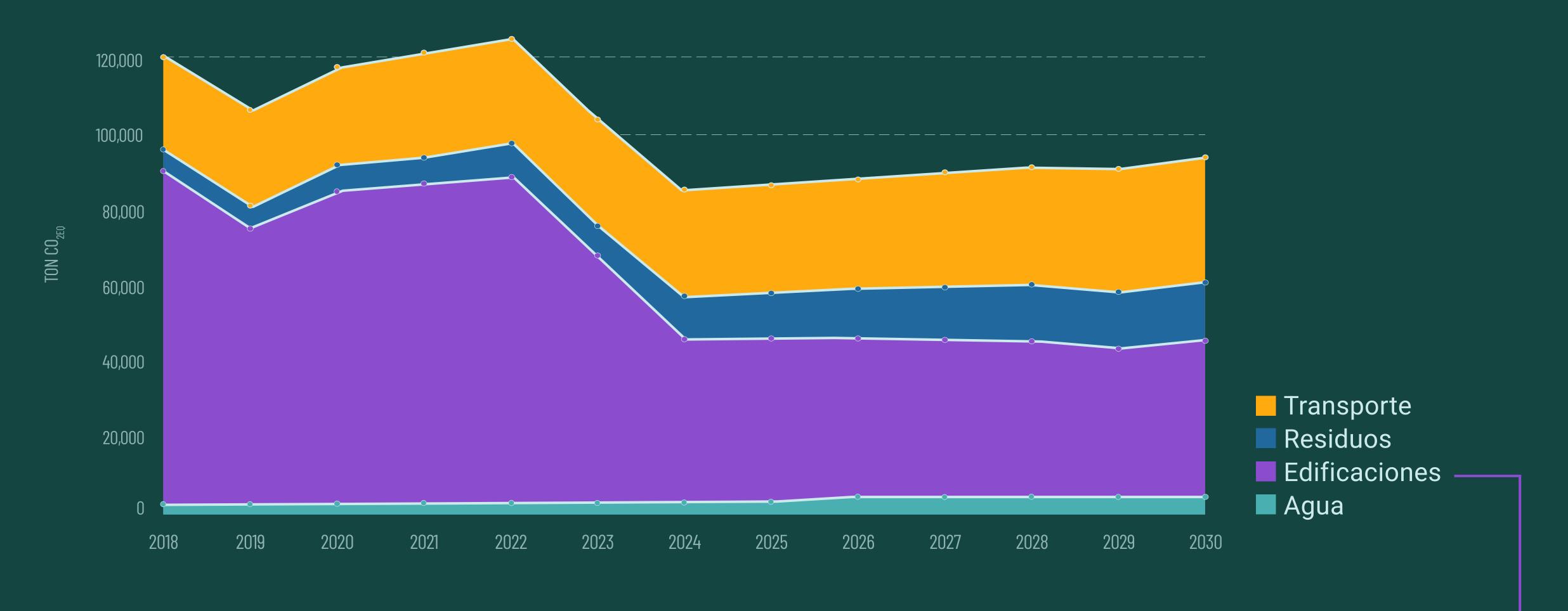
**Factibilidad** 

Incertidumbre

Interacciones

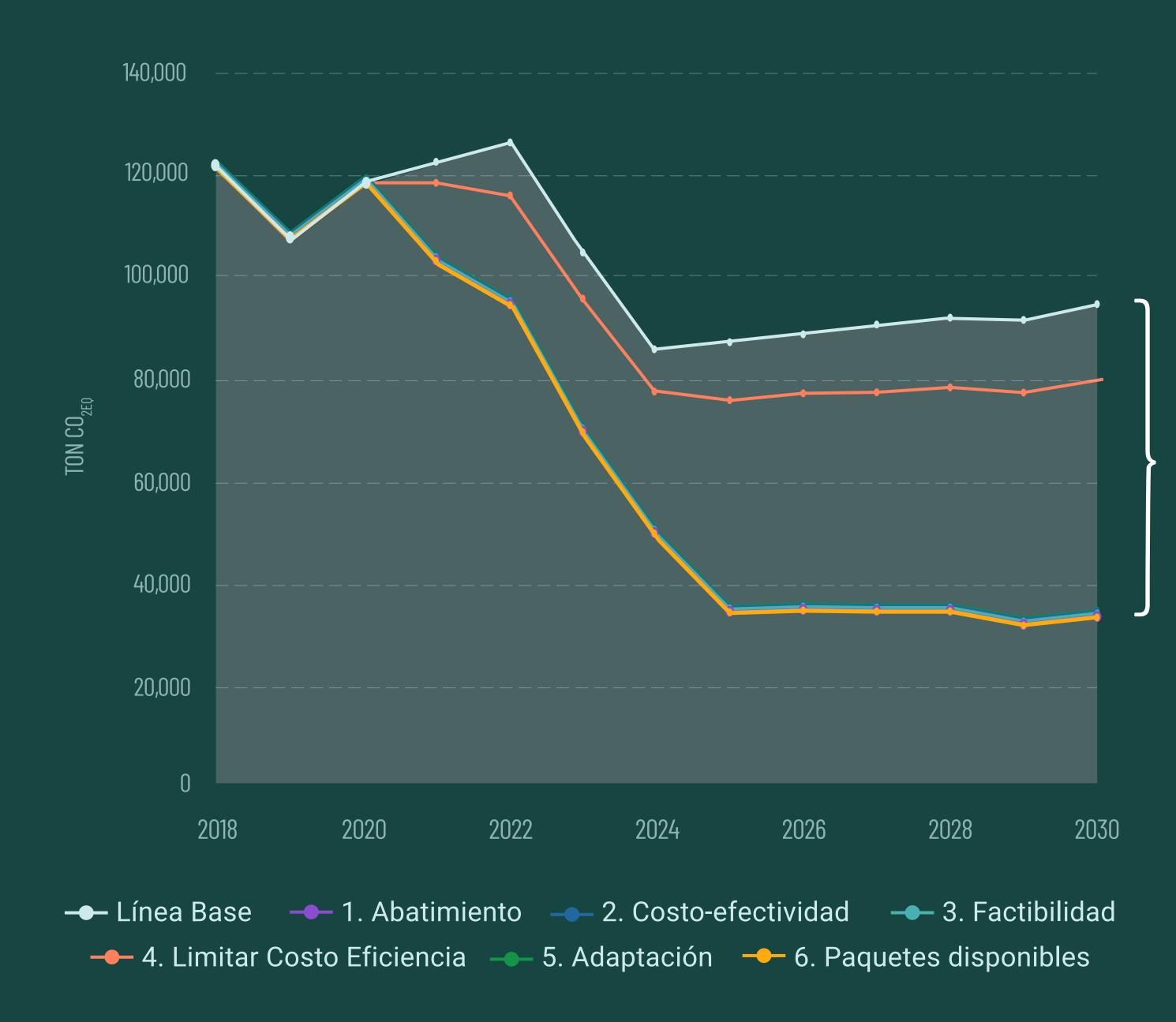
Conflictos





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

	Tipo de Medida			
Sectores	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/ $TCO_{2-E0}$ 

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



#### ÁREA VERDE PÚBLICA TOTAL POR HABITANTE

Marco de referencia		10-15 m <sup>2</sup>
Lagos de Torca		10.67 m <sup>2</sup>
El Bosque		4.57 m <sup>2</sup>
Tibabita		4.11 m <sup>2</sup>

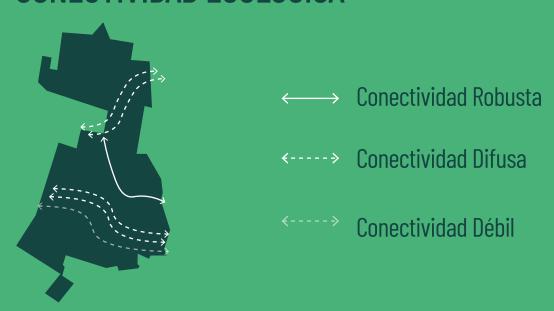
#### ÁREA VERDE PROTEGIDA

Marco de referencia N/A			
Lagos de Torca			38 %
El Bosque			28%
Tibabita			28%

#### ÁREA ESPACIOS PÚBLICOS INFRAESTRUCTURA VERDE POR HABITANTE

Marco de referencia	4-10 m <sup>2</sup>
Lagos de Torca	10.67 m <sup>2</sup>
El Bosque	4.57 m <sup>2</sup>
Tibabita	4.11 m <sup>2</sup>

#### **CONECTIVIDAD ECOLÓGICA**



#### ACCESIBILIDAD SOCIAL: PARQUES ZONALES

Marco de referencia	Menor a 300 m
Lagos de Torca	23.8%
El Bosque	97.6%
Tibabita	100%

#### ACCESIBILIDAD SOCIAL: PARQUES METROPOLITANOS:

Marco de referencia	Menor a 2 km
Lagos de Torca	79.3%
El Bosque	100%
Tibabita	100%

#### ÁREA ESPACIOS VERDES PRIVADOS

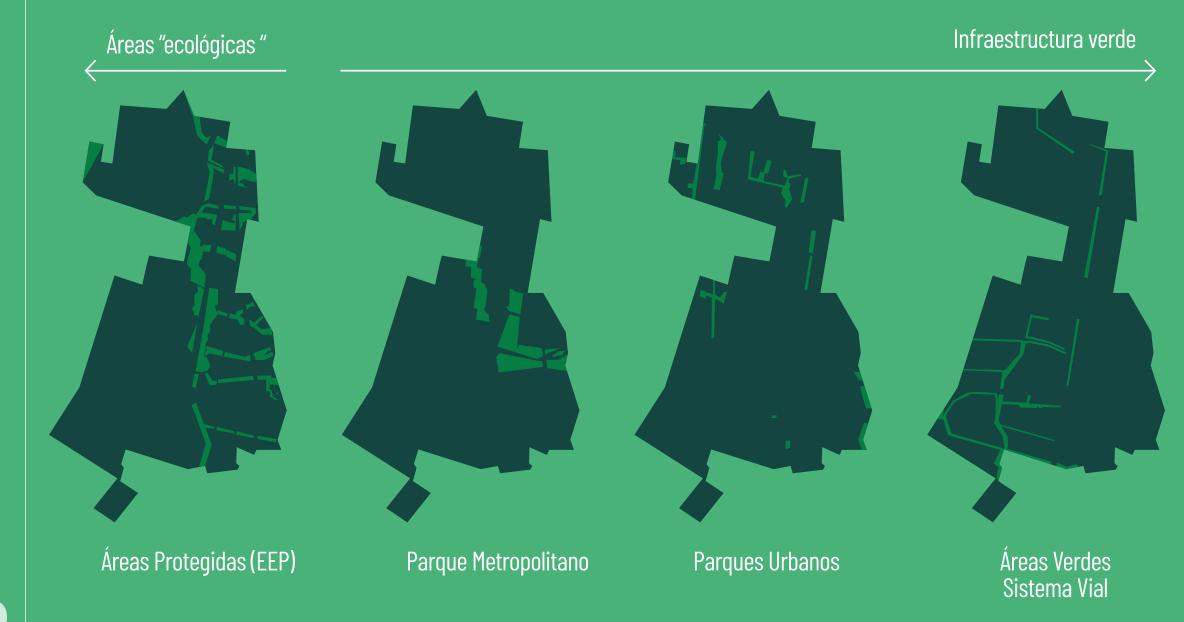
4,315,341 M<sup>2</sup>

Marco de referencia N/A

#### NATURALIDAD

Marco de referencia	80%
Lagos de Torca	85.9%
El Bosque	82.2%
Tibabita	79.5%

#### ÁREAS VERDES PÚBLICAS





ÁREAS VERDES PÚBLICAS



ÁREAS VERDES PÚBLICAS Y PRIVADAS

## LÍNEA BASE INCLUYENDO:

→ CO<sub>2</sub> 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%

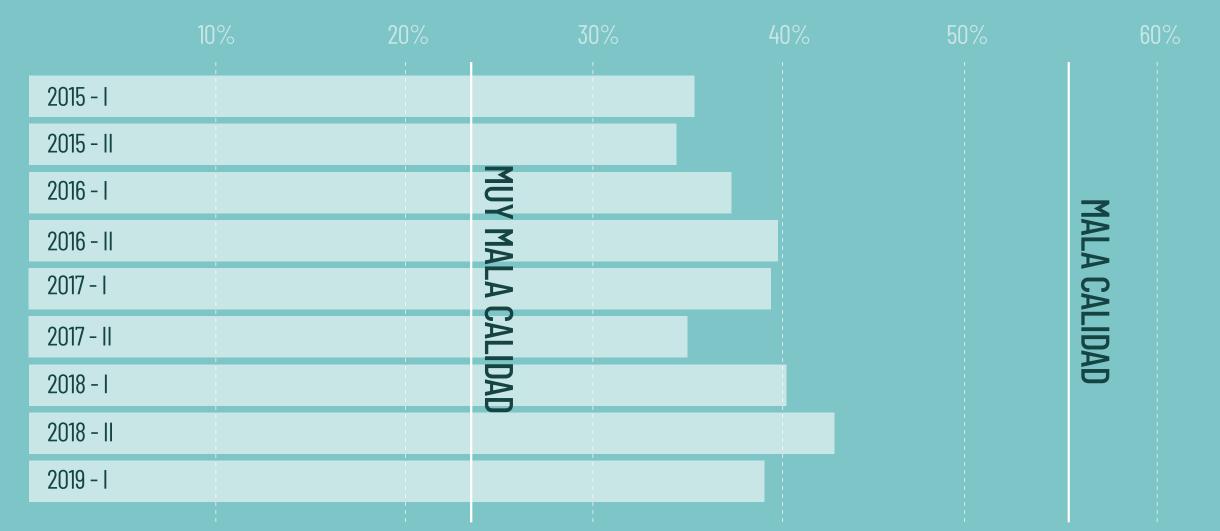
Tratamiento en la PTAR Salitre | Capacidad de tratamiento = 7 m<sup>3</sup>/s

100%

#### CALIDAD DEL CUERPO DE AGUA RECEPTOR

Marco de referencia: 100%





INDICADORES ESCALA PLAN PARCIAL

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

B EL BOSQUE

189 TIBABITA

#### EMISIONES DE CO<sub>2-E0</sub> POR GESTIÓN DEL AGUA

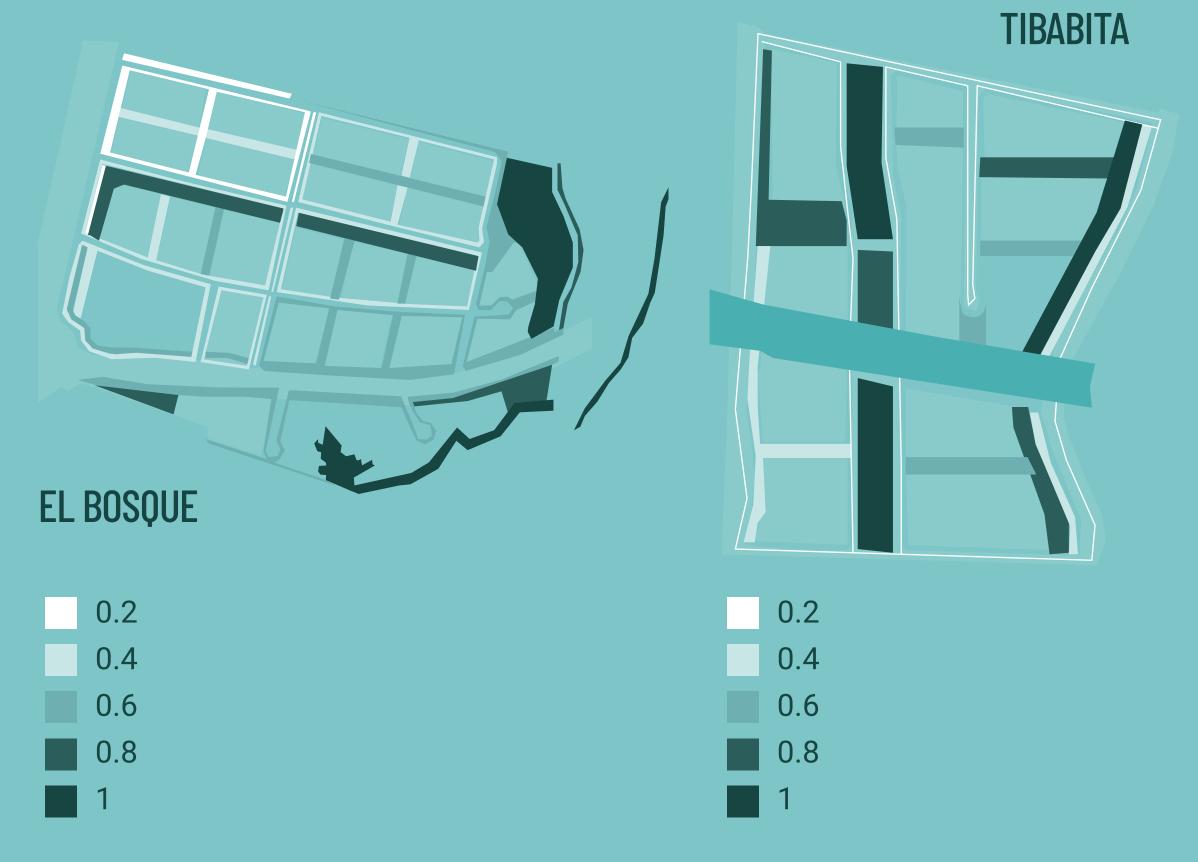
Toneladas de CO<sub>2-eq</sub> por m<sup>3</sup>

1.9 habitantes por hogar	
El Bosque	0.00253
Tibabita	0.00251
2.6 habitantes por hogar	
El Bosque	0.00254
Tibabita	0.00252
3.2 habitantes por hogar	
El Bosque	0.00254
Tibabita	0.00252
Toneladas de CO <sub>2-eq</sub> por habitante	
1.9 habitantes por hogar	
El Bosque	0.1506
Tibabita	0.1557
2.6 habitantes por hogar	
El Bosque	0.1476
Tibabita	0.1514
3.2 habitantes por hogar	
El Bosque el company de la com	0.1458
Tibabita Tibabita	0.1490

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

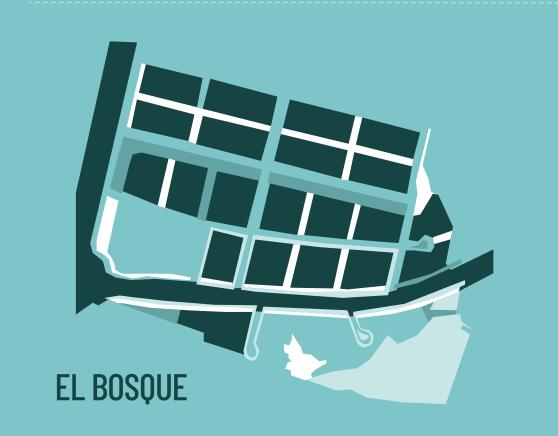
#### MODELO DE OPTIMIZACIÓN

#### → 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



El Bosque

Cunetas verdes

Zonas de bioretención

Pondajes húmedos



Tibabita

Cuencas de infiltración

Pondajes húmedos

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

PERIODO DE ANÁLISIS: 2023-2050

**ESCENARIOS DE:** 

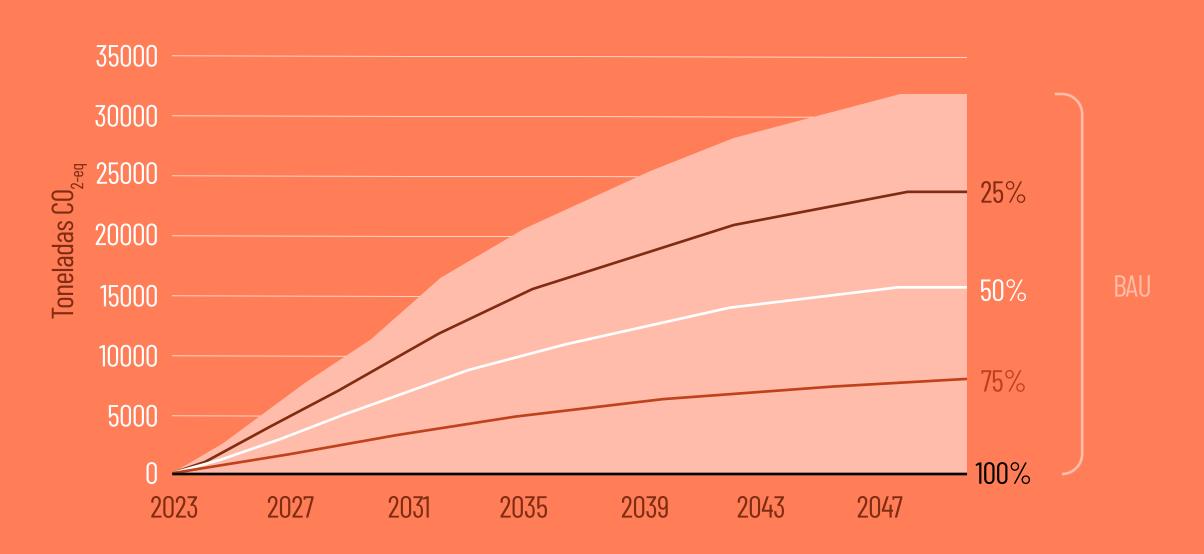
**AUTOSUFICIENCIA: 0-100%** 

PRECIOS DE VENTA DE ENERGÍA (CREG-030 DE 2016) CAPEX Y OPEX DE TECNOLOGÍAS

**ENERGÍA EXPORTABLE (CREG-030 DE 2016)** 

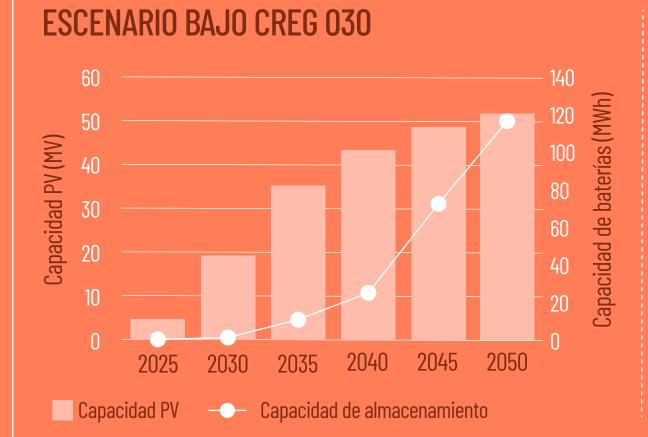
VIGENTE: 50% DE DEMANDA MÍNIMA RELAJACIÓN: 200% DE DEMANDA MÍNIMA

#### MITIGACIÓN DE EMISIONES EN OPERACIÓN BAJO ESCENARIOS DE AUTOSUFICIENCIA<sup>1</sup>



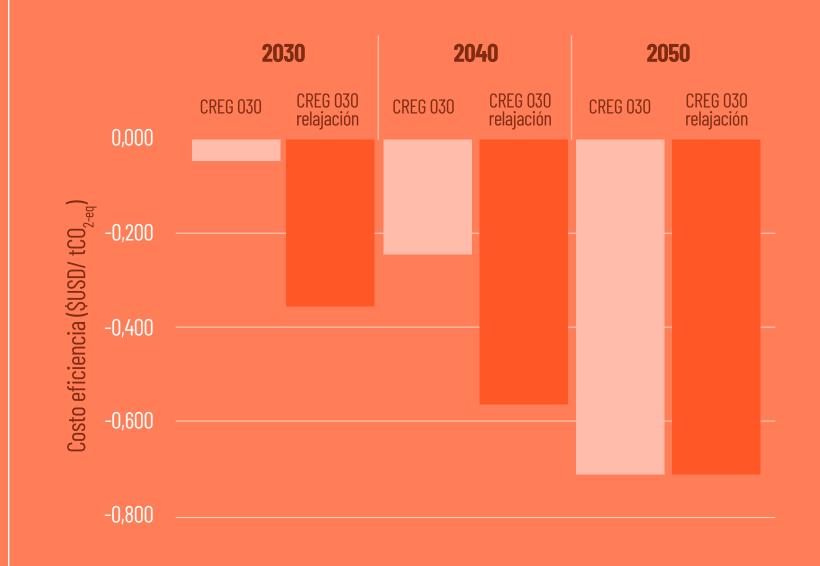
Más información: Informe Final Capítulo 7 Sección 7.3

#### DIMENSIONAMIENTO TÉCNICO DE TECNOLOGÍA 2





#### COSTO EFICIENCIA DE SISTEMA FOTOVOLTAICO CON ALMACENAMIENTO 2,3



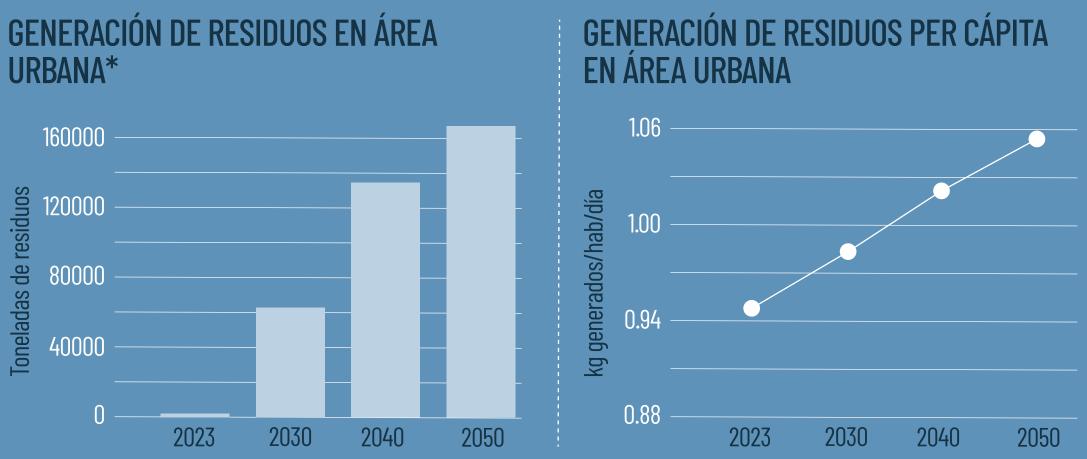
RESTRICCIÓN DE EXPORTACIÓN DE ENERGÍA PRODUCE CONSIDERACIÓN TEMPRANA DE ALMACENAMIENTO, AFECTANDO LA COSTO EFICIENCIA

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

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Escenario de energía exportable relajado / <sup>2</sup> Autosuficiencia del 50%

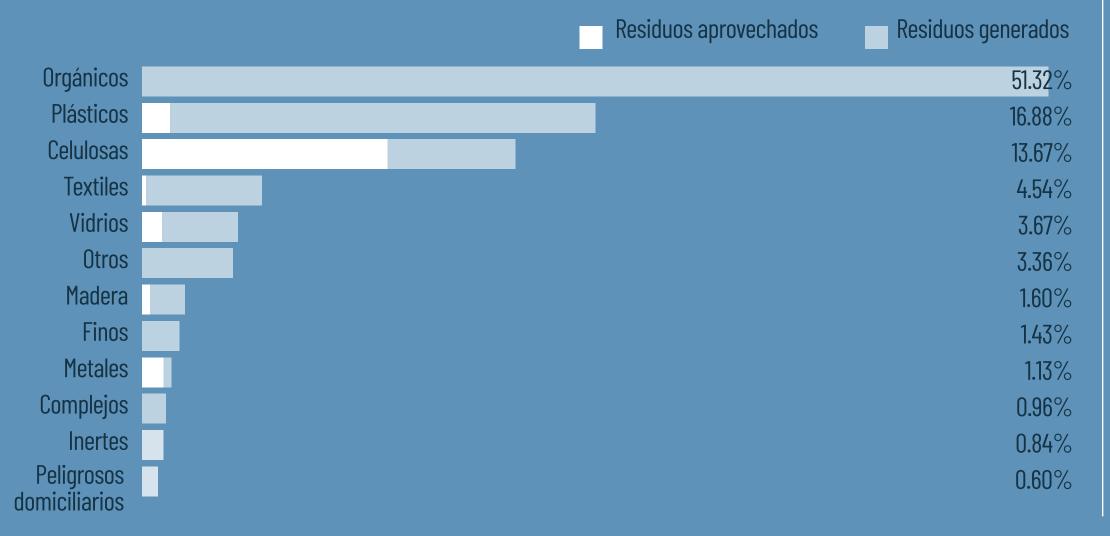
<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Costo eficiencia cálculada durante un periodo de operación de 20 años implementado en el año enunciado

### ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS, APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL



<sup>\*</sup>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.

#### COMPOSICIÓN DE RESIDUOS GENERADOS Y PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO



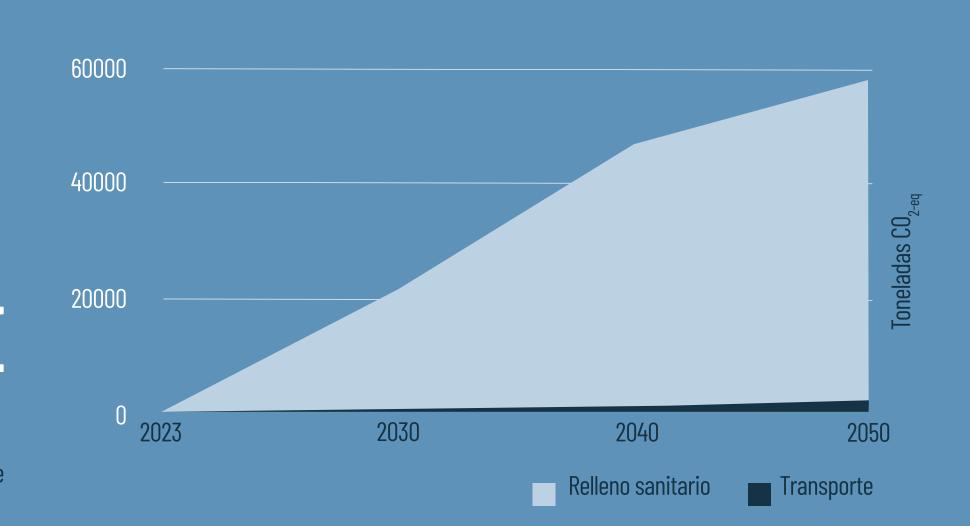
#### LÍNEA BASE DE EMISIONES

#### RELLENO SANITARIO

Fuentes de emisión: descomposición de residuos

## TRANSPORTE DE RESIDUOS

Fuentes de emisión: consumo de combustibl



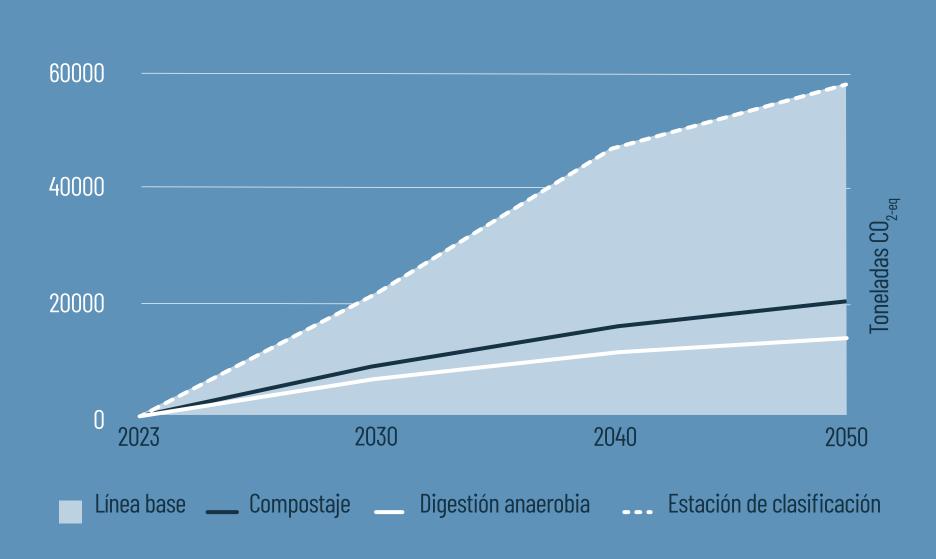
#### MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

#### 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

generación de viajes



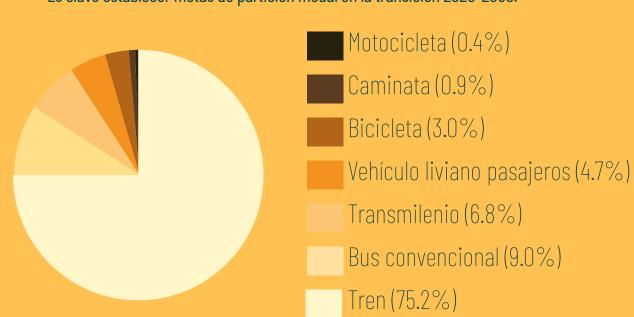
#### CRECIMIENTO DE HUELLA URBANA DE BOGOTÁ

Índice de dispersión 2050

Esc	Escenario 1. Tendencial		1.35	
Esc	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.



#### ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN Y VIAJES - 2050

POBLACIÓN

Estrato bajo	56,768
Estrato medio	61,179
Estrato alto	146,066
VIAJES	
Estrato ba <mark>jo</mark>	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
HARITANTES

368,194 VIA.IES

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. POR VIAJE

NIVEL DE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO FINO POR VIAJE

G PM<sub>2.5</sub> POR VIAJE

EXPOSICIÓN PERSONAL A MATERIAL PARTICULADO FINO EN TRANSPORTE

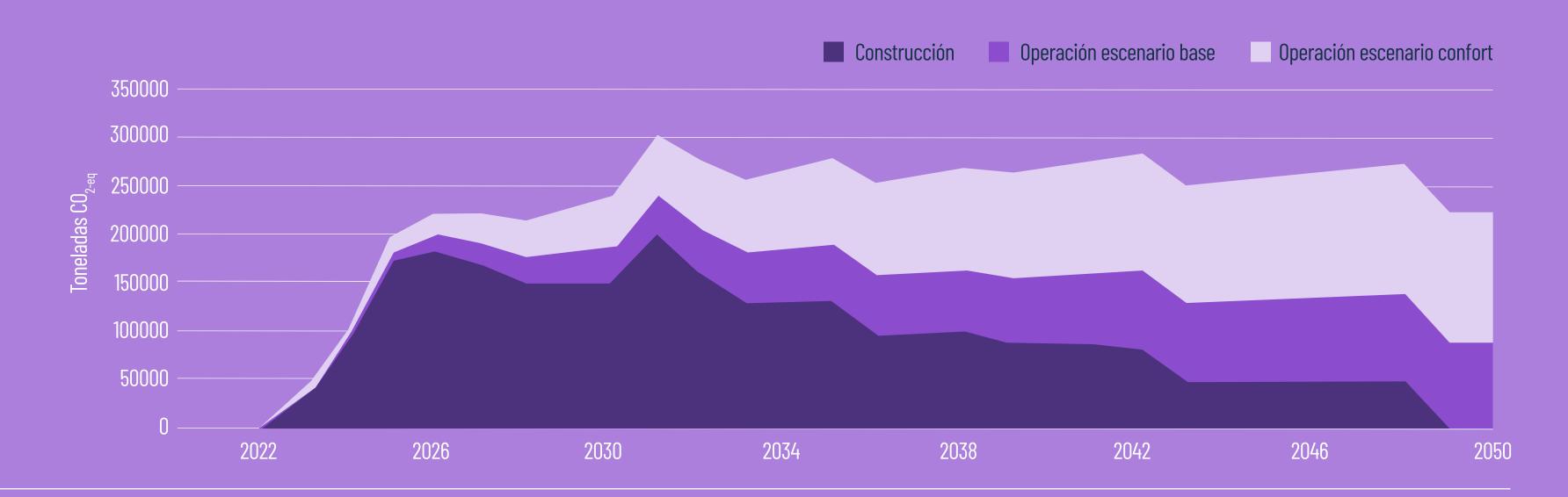
μG/M<sup>3</sup> PM<sub>2.5</sub>

Más información: Informe Final Capítulo 7 Sección 7.5

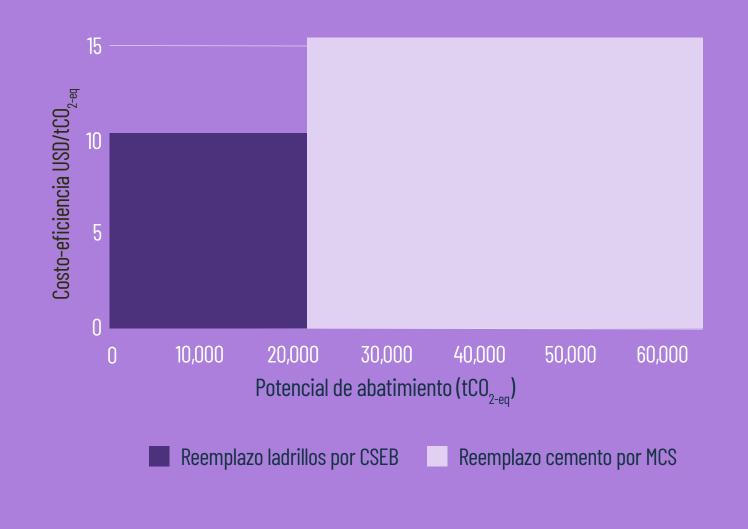
#### LÍNEA BASE DE EMISIONES INCLUYENDO

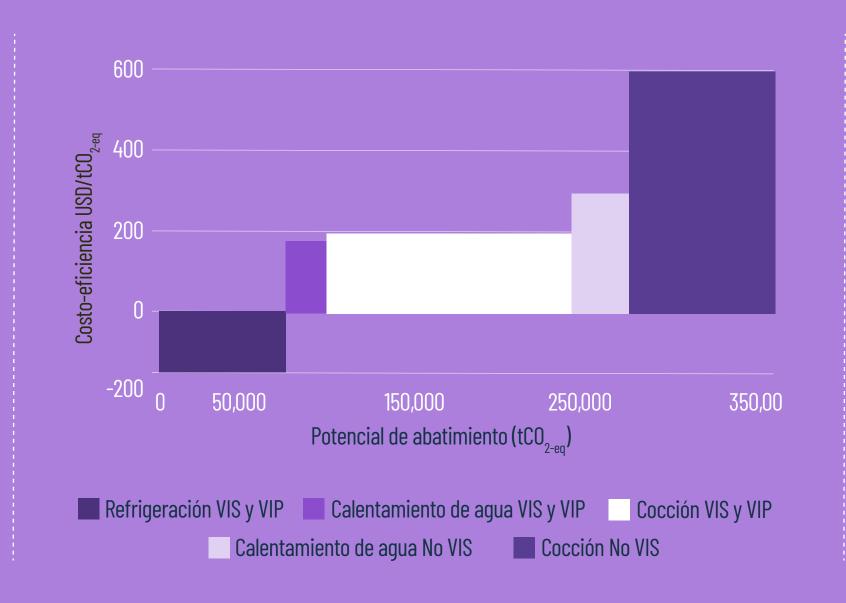
= EMISIONES INCORPORADAS

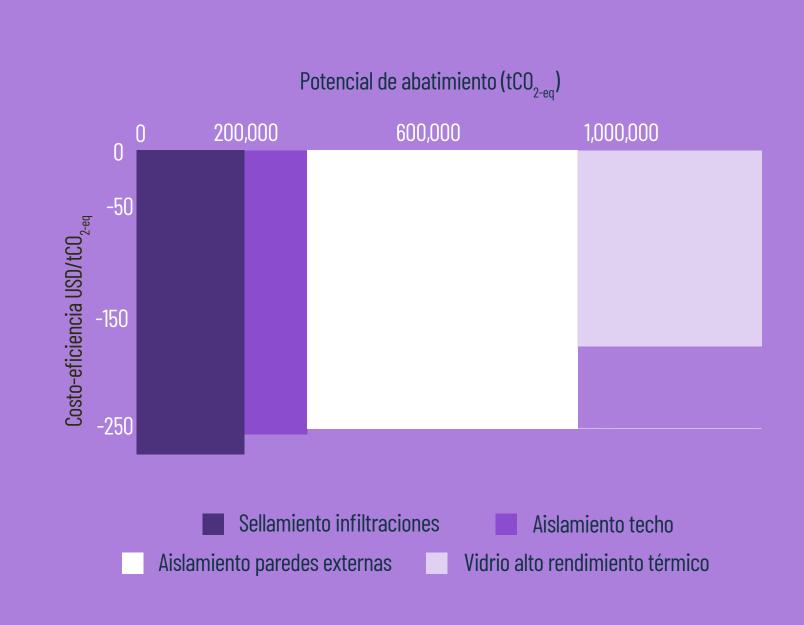
## → OPERACIÓN SECTOR RESIDENCIAL



#### MEDIDAS DE MITIGACIÓN EMISIONES INCORPORADAS Y OPERACIÓN







# Resultados y lecciones aprendidas



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



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

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

- Fase final de consolidación
- Macroproyecto de vivienda de interés social
- Social desarrollado en un plan único
- · Población en consolidación

#### Lagos de Torca en el Distrito Capital

- Desarrollo inicial dentro de un plan de largo plazo a 30 años
- Zona de transición entre varias zonas urbanas y ambientales
- Distintos escenarios poblacionales



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

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

- Fase final de consolidación
- Macroproyecto de vivienda de interés social
- Social desarrollado en un plan único
- Población en consolidación

#### Lagos de Torca en el Distrito Capital

- 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<sub>2-eq</sub>

- 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<sub>2-eq</sub>

Quema de biogás producido por descomposición de residuos

## 4 MEDIDAS

con costos entre 10 - 20 USD/t CO<sub>2-eq</sub>

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 <b>34%</b>
SECTOR	RESIDUOS	reducción de emisiones en promedio de <b>71%</b>
SECTOR	ENERGÍA	en promedio, se abaten <b>9,443.11 tCO</b> <sub>2-eq</sub>
SECTOR	TRANSPORTE	reducción de emisiones en promedio de <b>41%</b>
SECTOR	ECOLOGÍA URBANA	en promedio, se abaten <b>1,698.81 tCO</b> <sub>2-eq</sub>
SECTOR	MANEJO INTEGRADODEL AGUA	reducción de emisiones en promedio de <b>20%.</b> 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

- ahorros de aguapotable
- uso de fuentes alternativas de agua
- escorrentía regulada

- regulación de la temperatura
- 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, envolventes, 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 envolventes** (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.



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

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





