

# 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 (Ejemplo de aplicación en Ciudad Verde)**

Plataforma de indicadores  
Herramienta de integración

5

## **Caso de estudio: 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

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

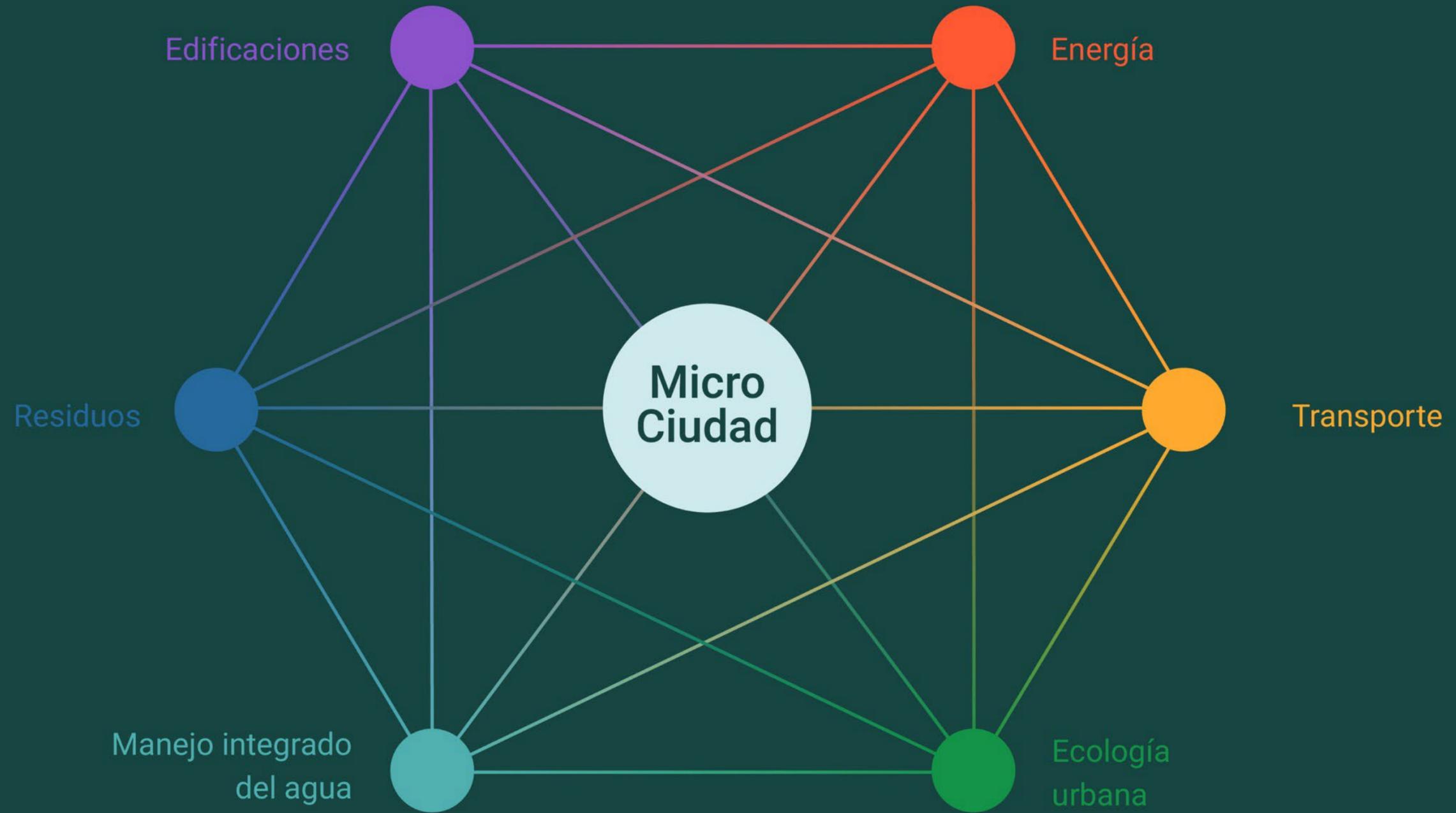
Luis Ángel Guzmán  
Daniel Oviedo  
Ricardo Smith  
Mónica Espinosa  
Charly Cepeda  
María Alejandra Rincón

## Edificaciones

Hernando Vargas  
Clemencia Escallón  
José Guevara  
Angélica Ospina  
Lorena Pupo  
John Escorcía  
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 ODS<sup>1</sup>).

# 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

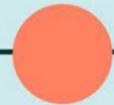
(inicialmente Ciudad Norte, ahora Lagos de Torca)

# Actividades

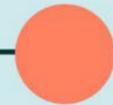
Definición del marco  
de análisis y  
modelación



Definición de  
indicadores y modelos  
sectoriales



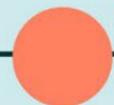
Selección de  
casos de estudio  
(CE)



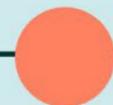
Definición del marco  
de análisis y  
modelación



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

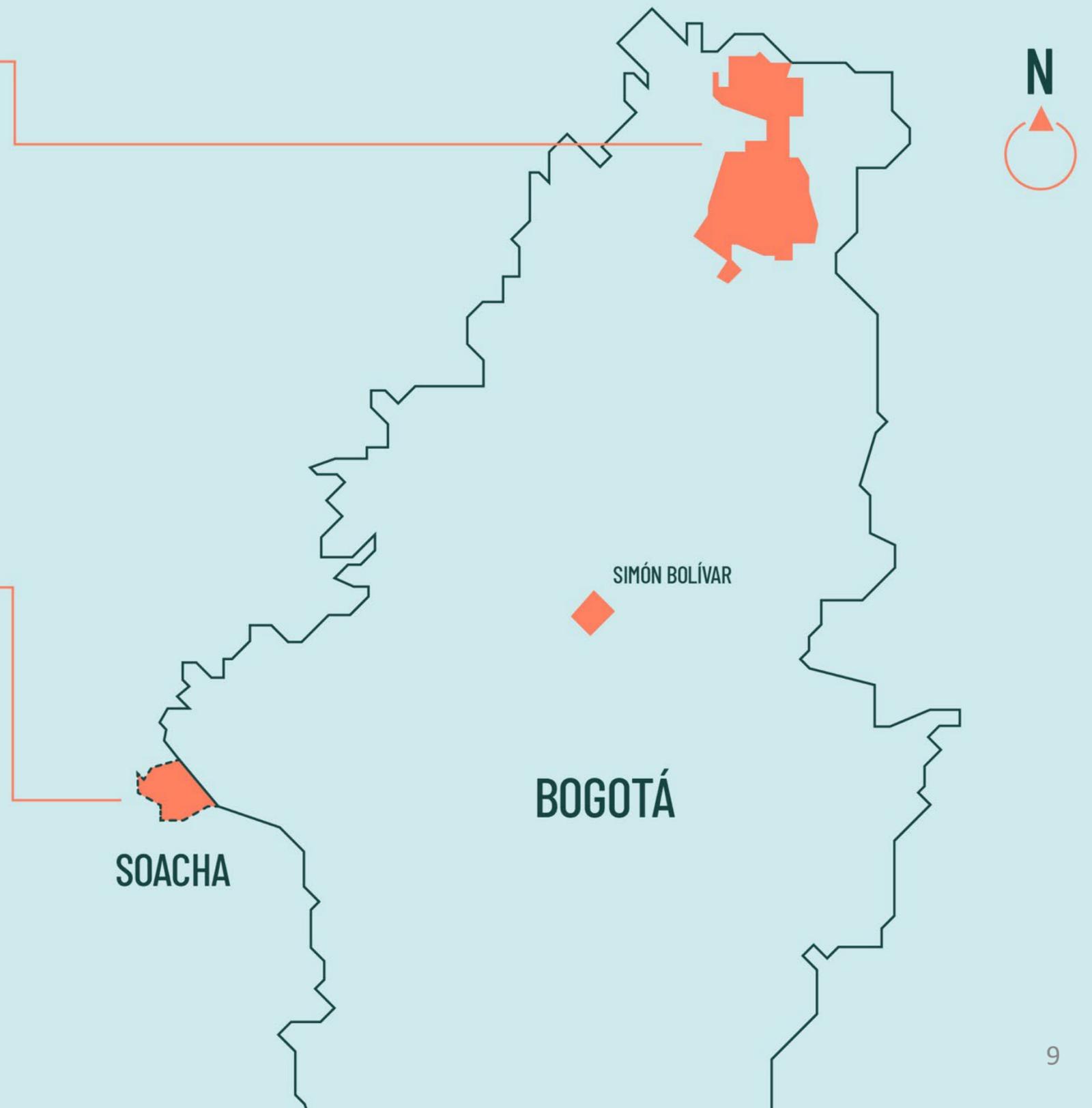
Proyecto en Etapa de Operación

319.46 Hectáreas

51,616 Unidades residenciales

159,686 Habitantes proyectados

3.17 Parque Simón Bolívar



# Ciudad Verde

## Encuesta

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

## CARACTERÍSTICAS

OCTUBRE 2019 - ENERO 2020

**43** EN LINEA    **318** 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%** HOMBRES    **52%** 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

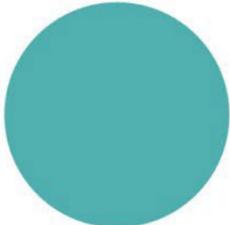
### Ejes de soporte

Ecología urbana	Manejo integrado del agua	Energía	Residuos	Transporte	Edificaciones
Ecosistemas naturales	Preservación del ciclo hidrológico	Infraestructura resiliente	No disposición final. Preferiblemente aprovechamiento	Mezcla equilibrada de usos / actividades	Forma urbana y entorno construido
Corredores verdes azules	Provisión de servicios ecosistémicos mediante SUDS	Recursos energéticos distribuidos		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

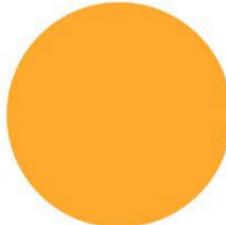
## SALIDAS

MITIGACIÓN, ADAPTACIÓN Y HABITABILIDAD

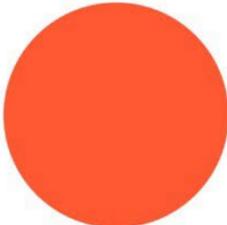
Manejo  
integrado  
del agua



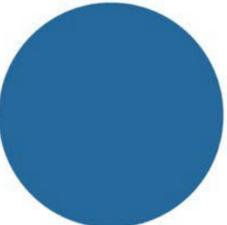
Transporte



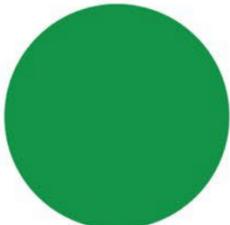
Energía



Residuos

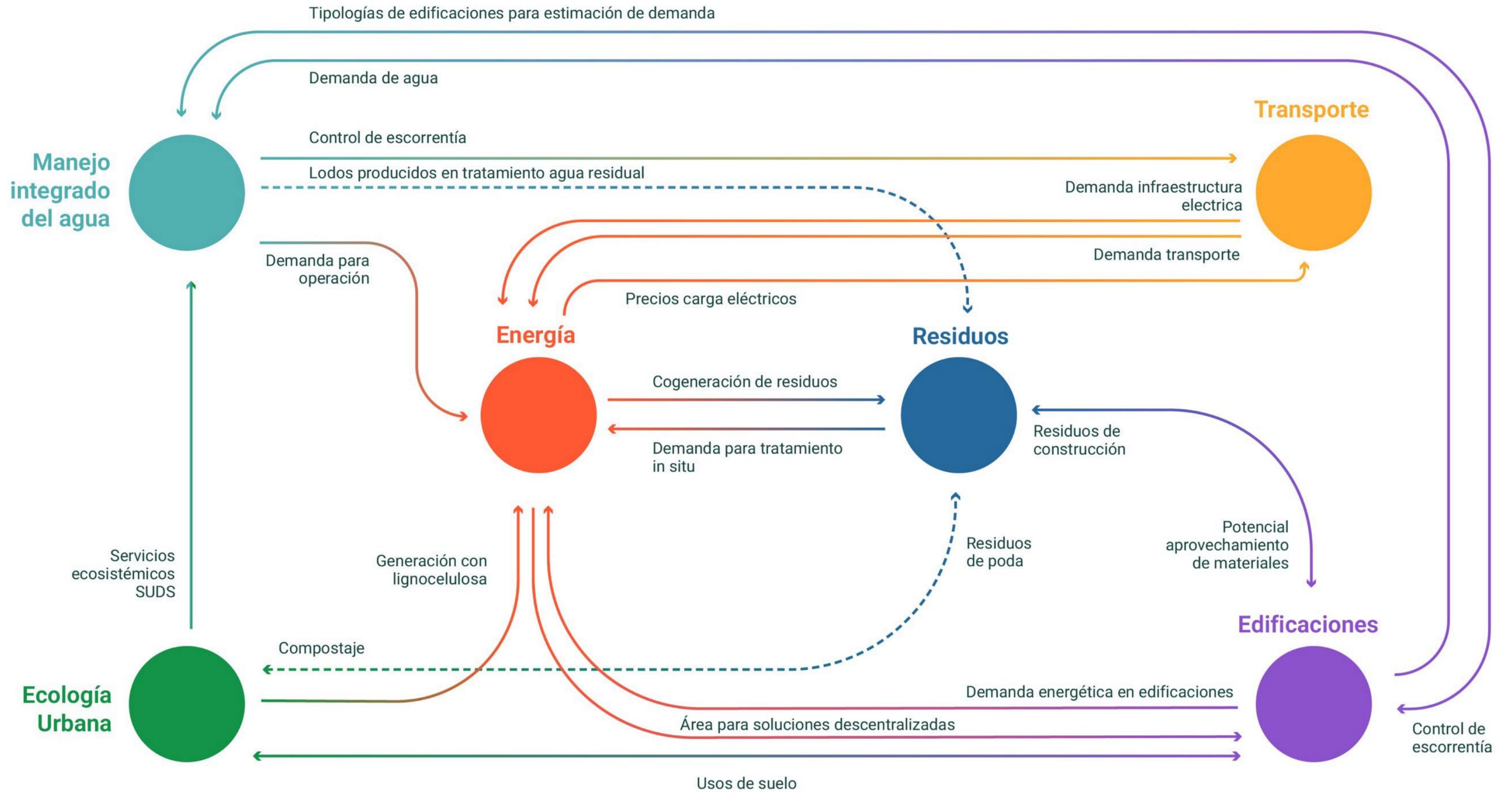


Ecología  
Urbana



Edificaciones





# 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**

# 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.

## ETAPAS

Etapa n

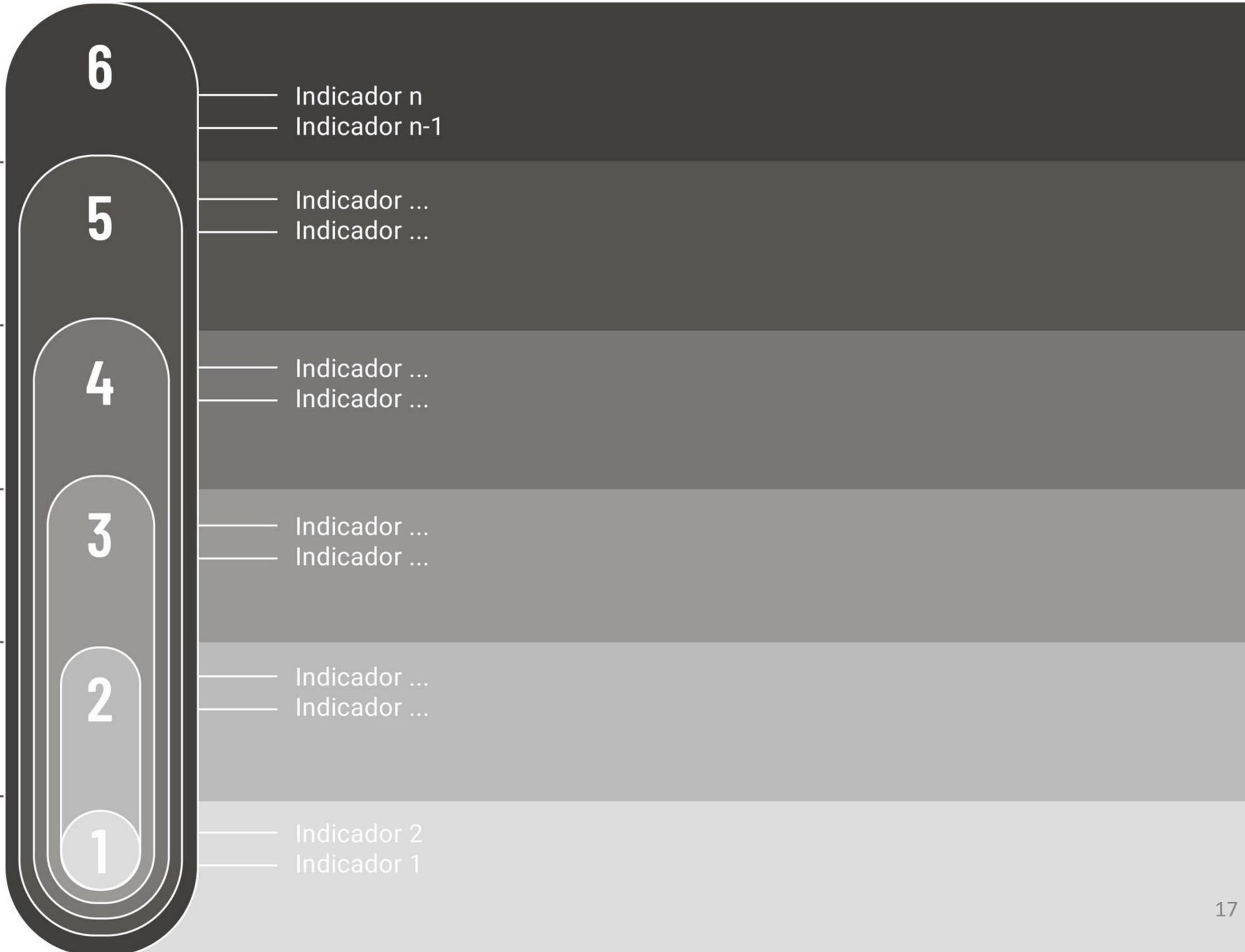
Etapa n-1

Etapa ...

Etapa...

Etapa 2

Etapa 1



↑  
VISIÓN DINÁMICA Y EVOLUTIVA

# 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

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

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**.

# 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.

# 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.

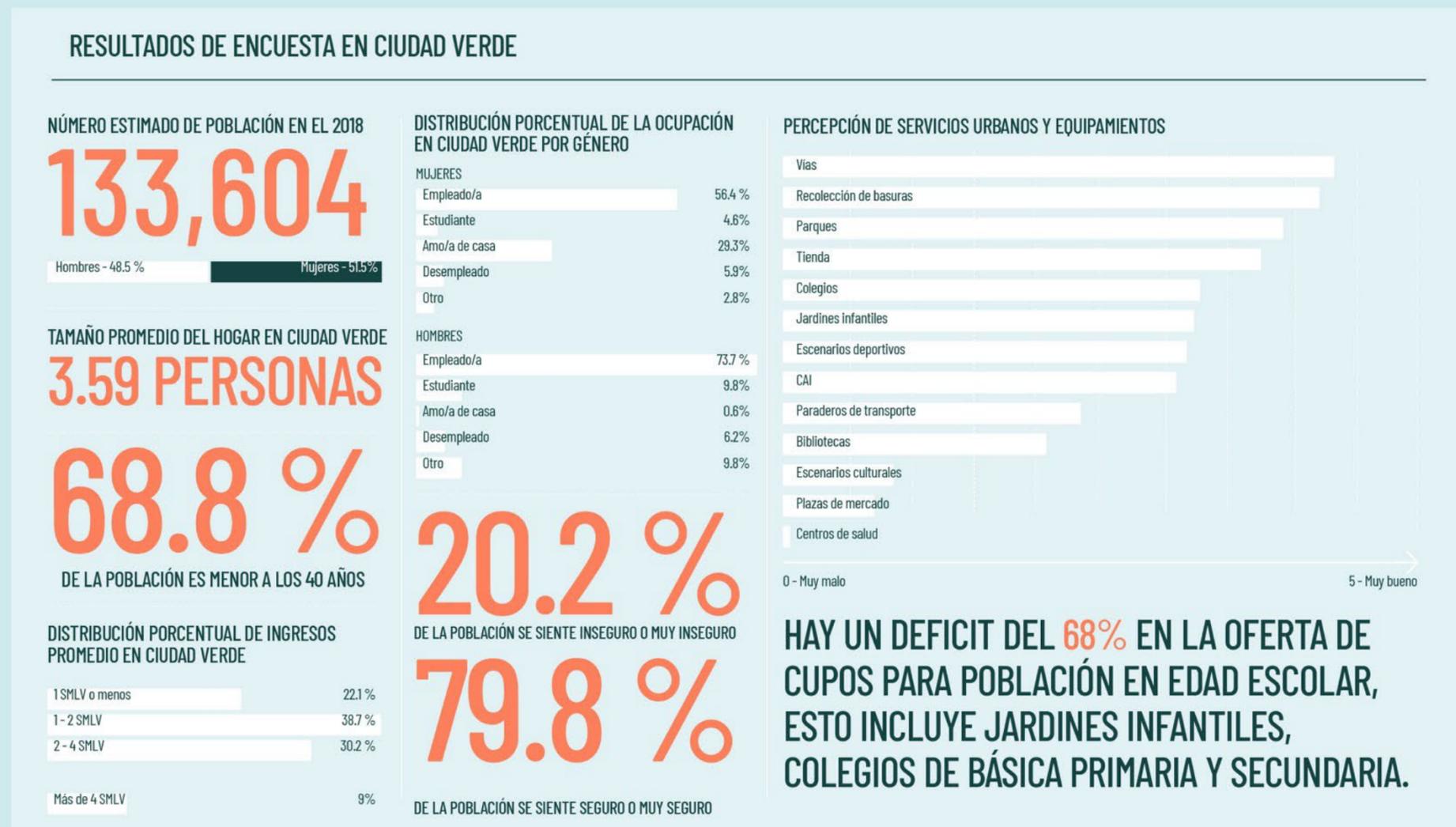
## 3

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

## 1 Estimación de indicadores

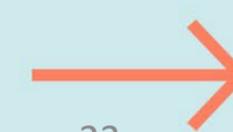
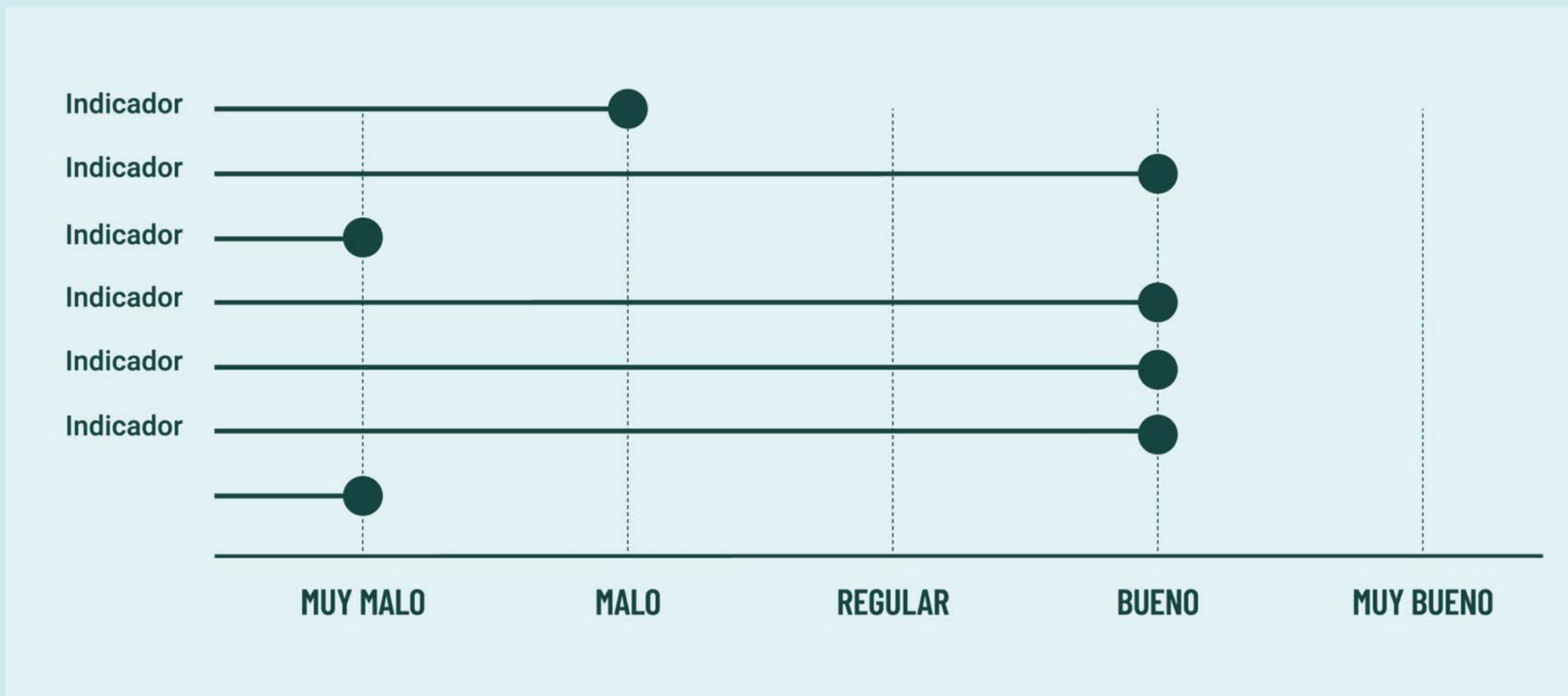
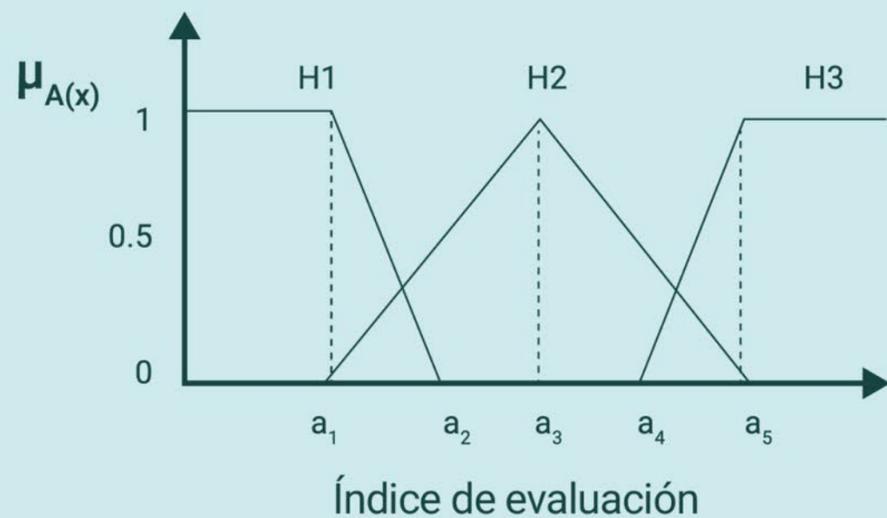
Modelos y otras fuentes



# Enfoque propuesto para la evaluación de indicadores

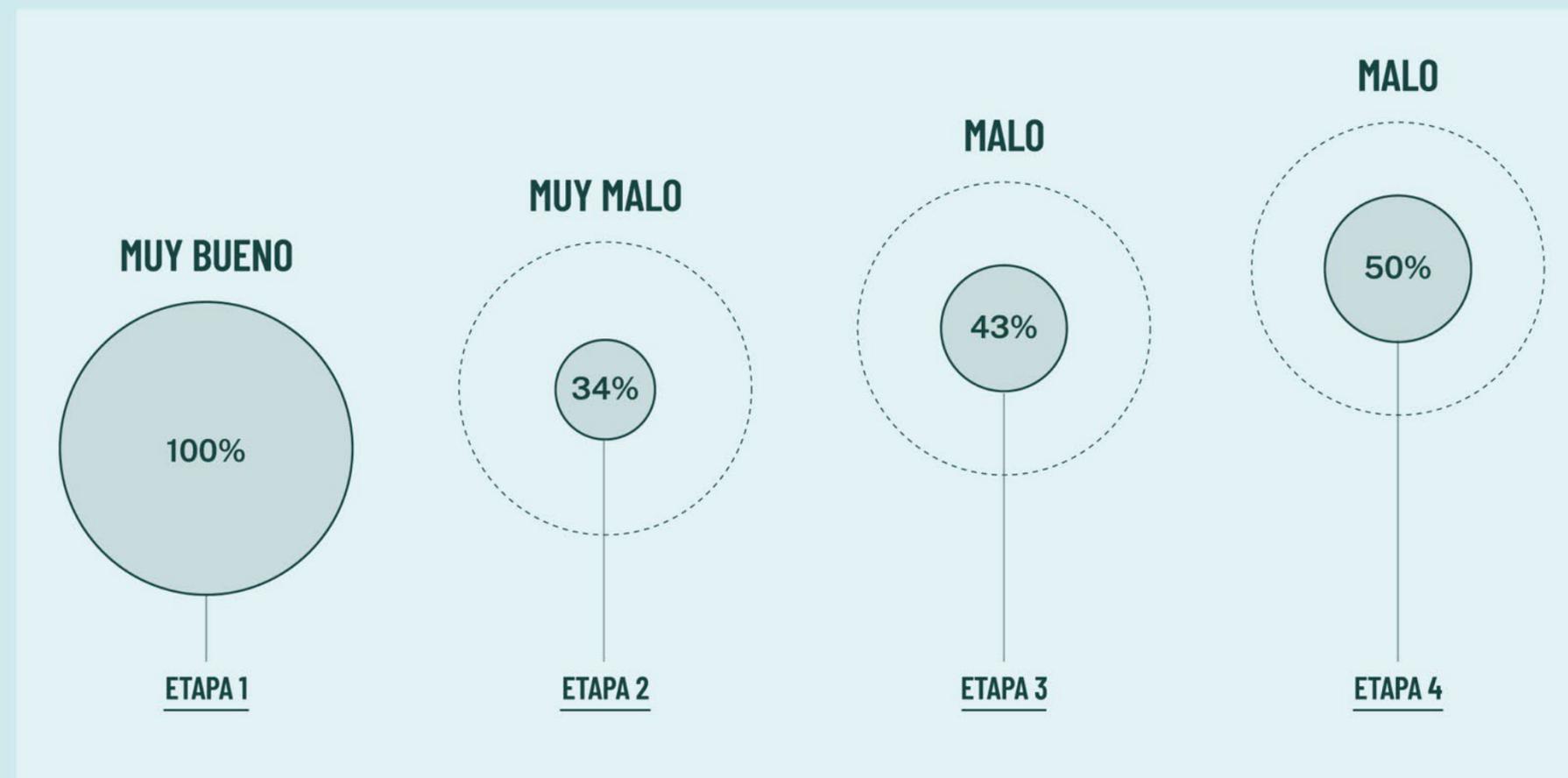
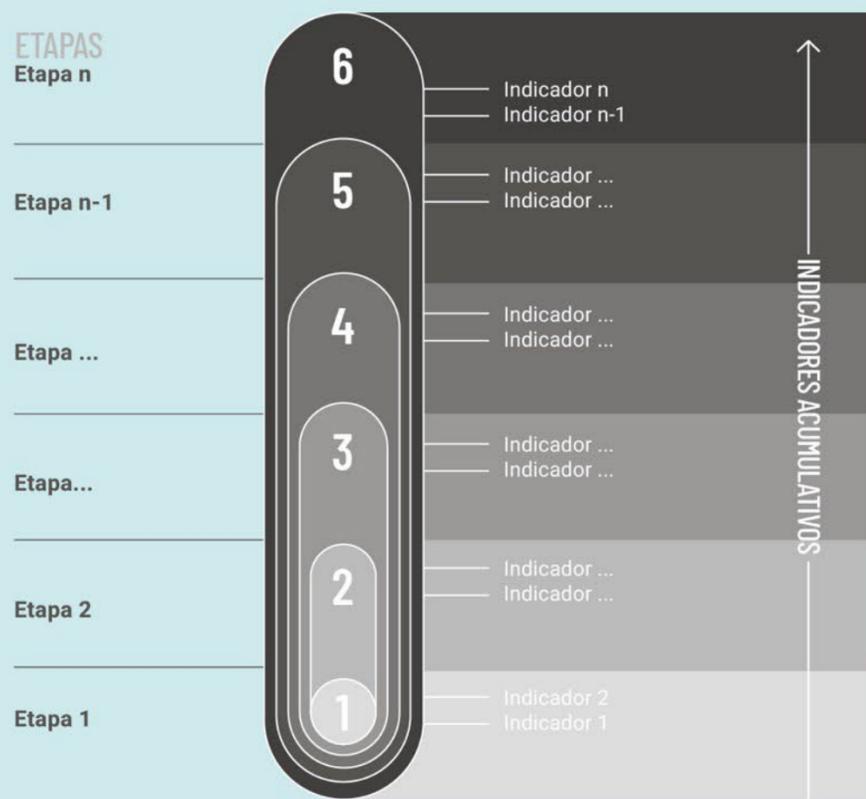
## 2 Evaluación difusa de indicadores

Funciones de pertenencia difusas



# Enfoque propuesta para la evaluación de indicadores

## 3 Método de evaluación comprensiva difusa

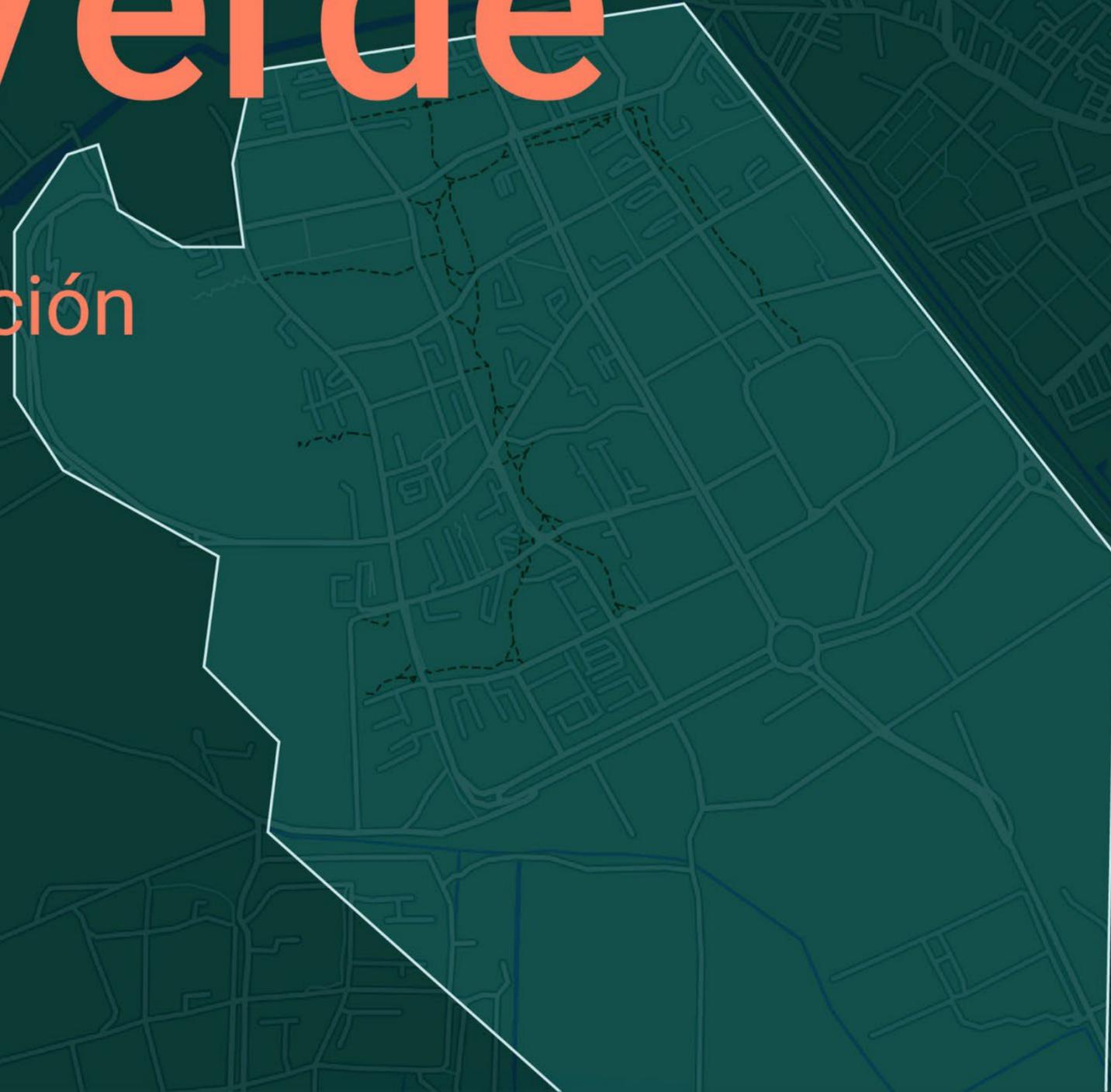


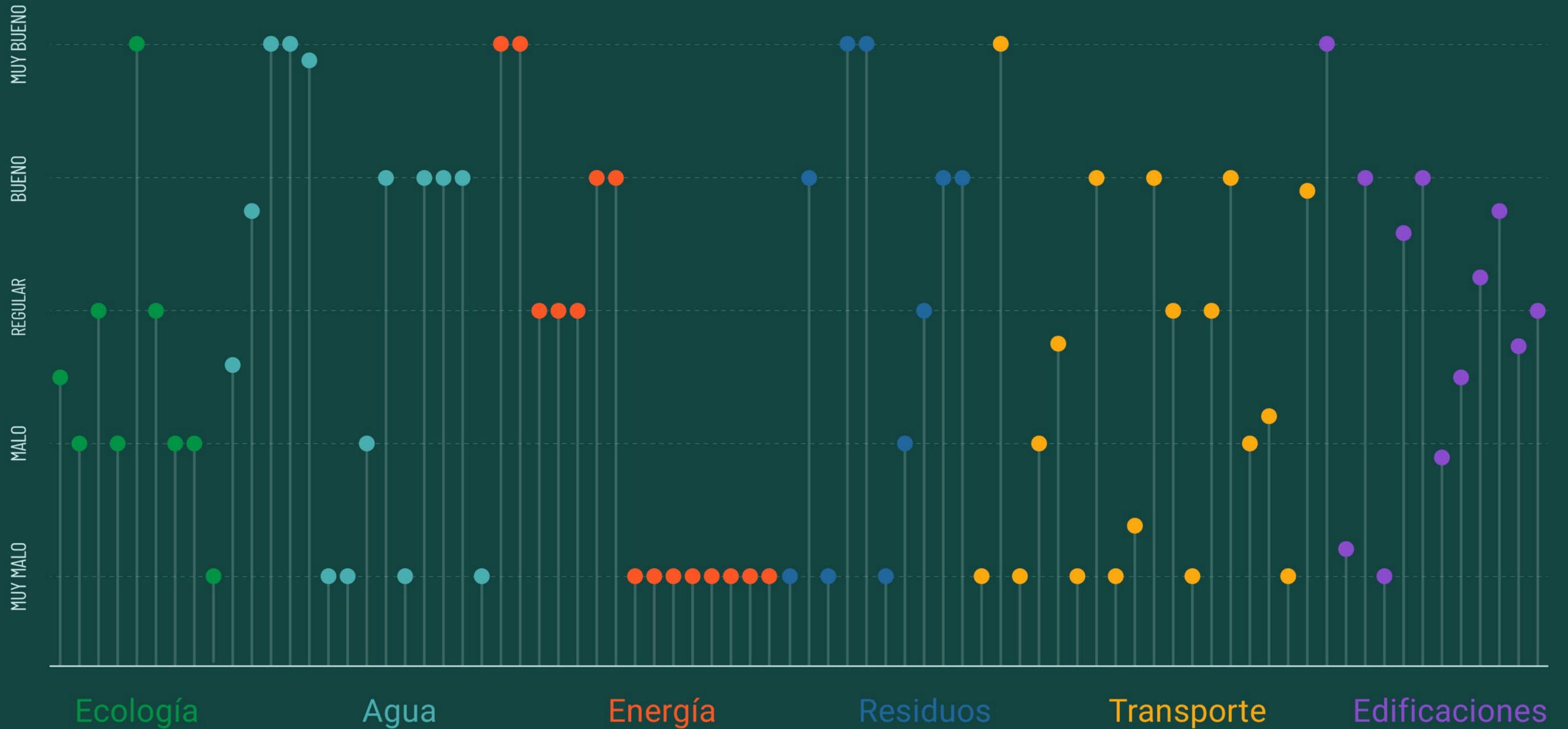
Ejemplo de resultados

# Ciudad Verde

Soacha - Cundinamarca

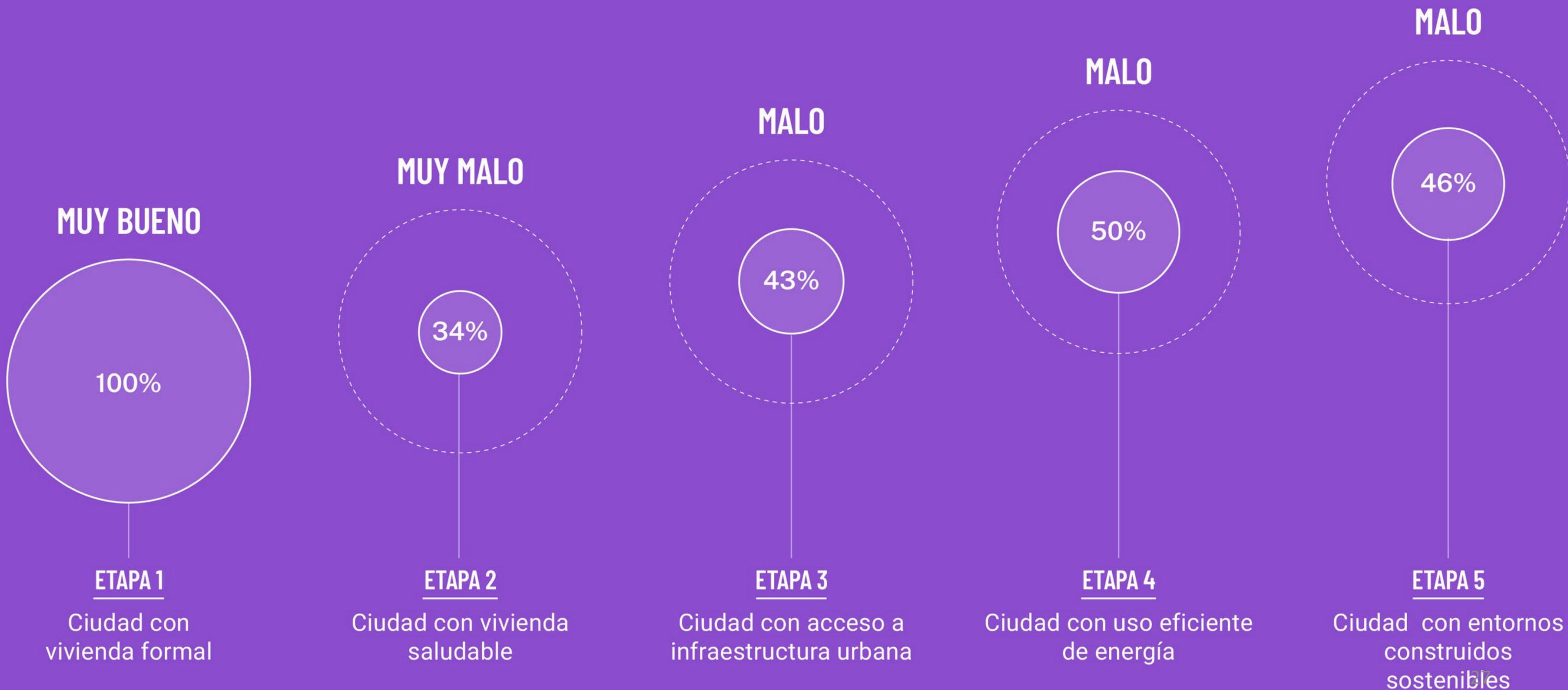
Proyecto en etapa de operación

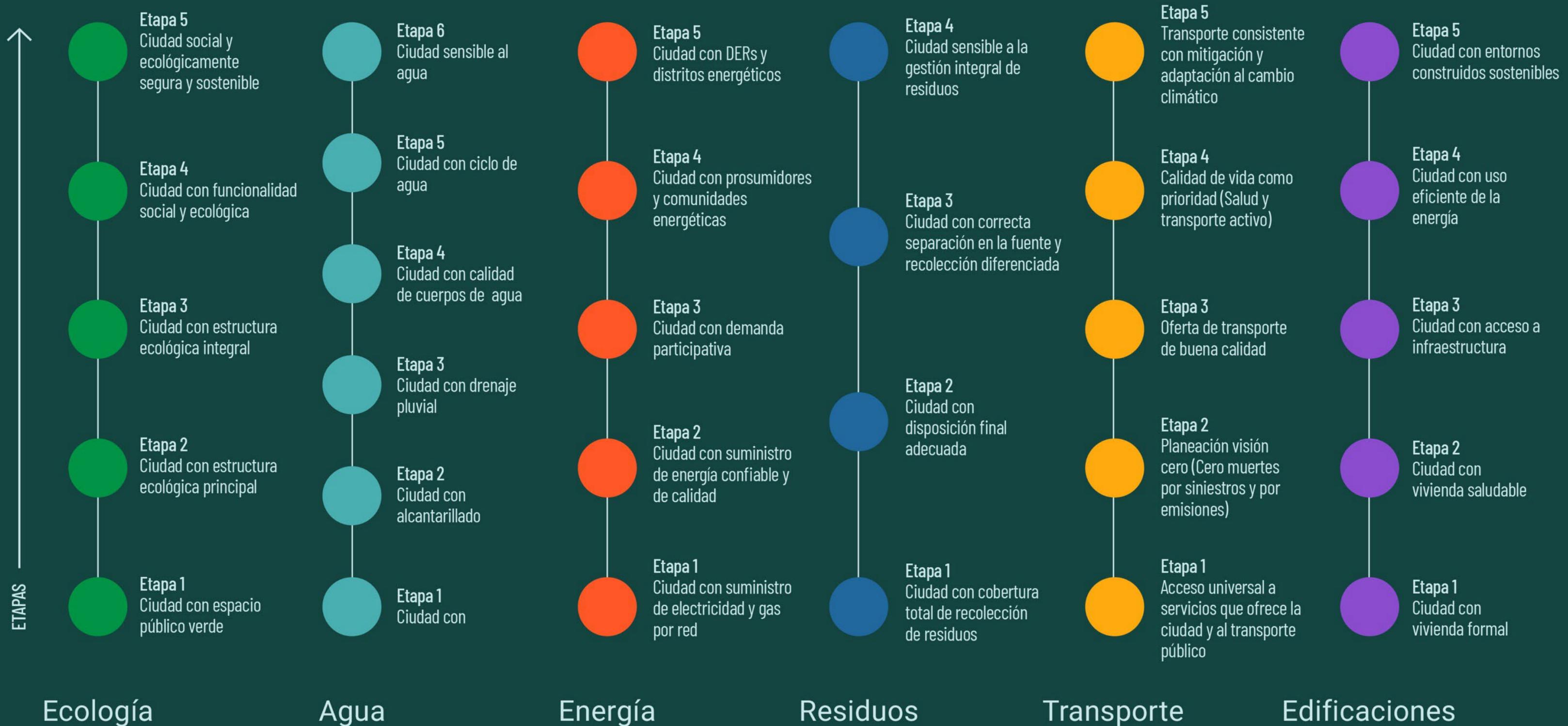


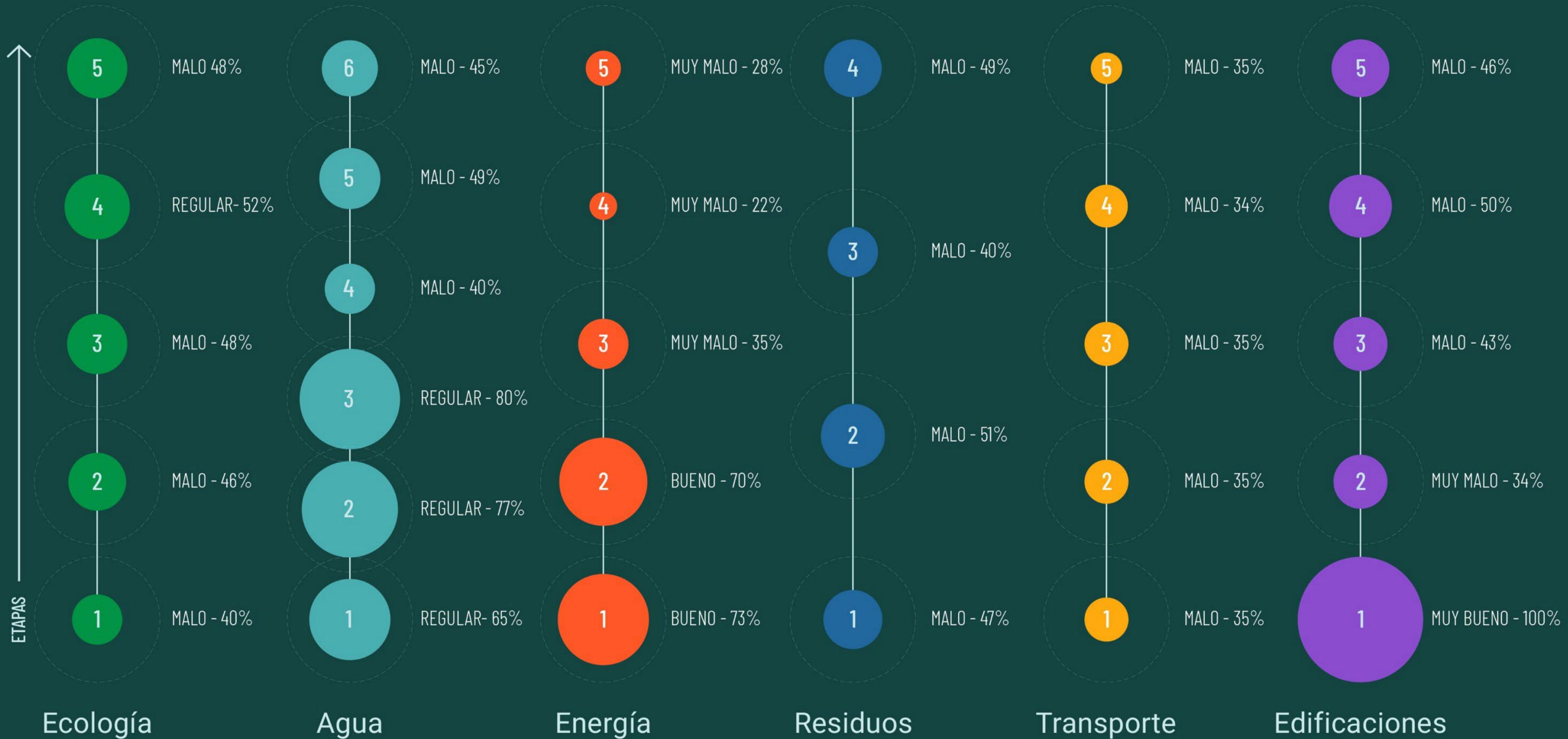


Más información: Informe Final Capítulo 6 Sección 6.1.6

# Resultados por etapa







## Objetivos

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

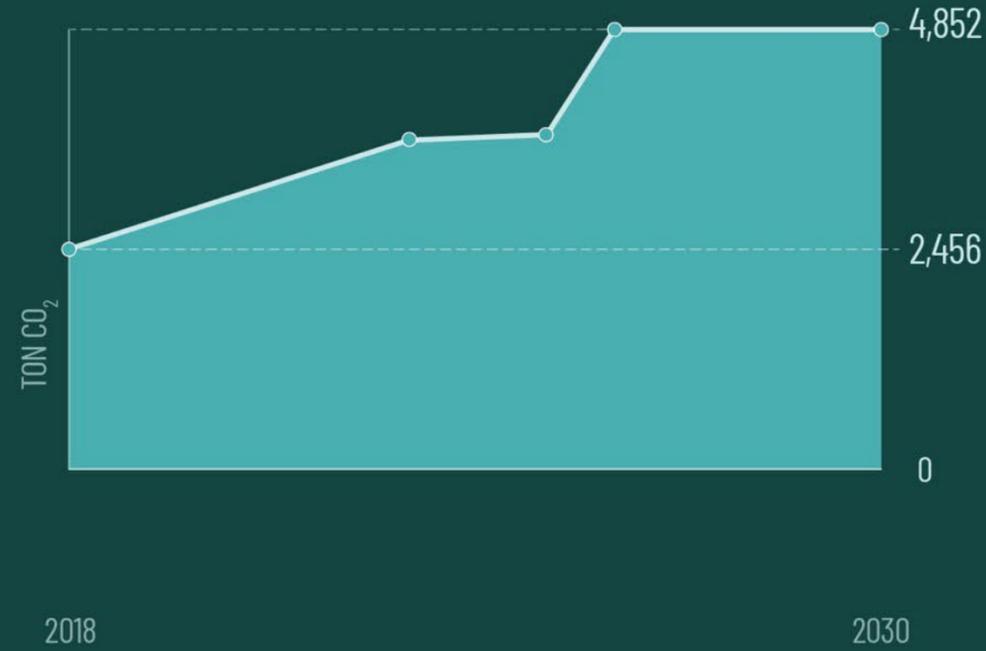
## Resultado de su implementación

- 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.

Más información: Informe Final Capítulo 6 Sección 6.2.



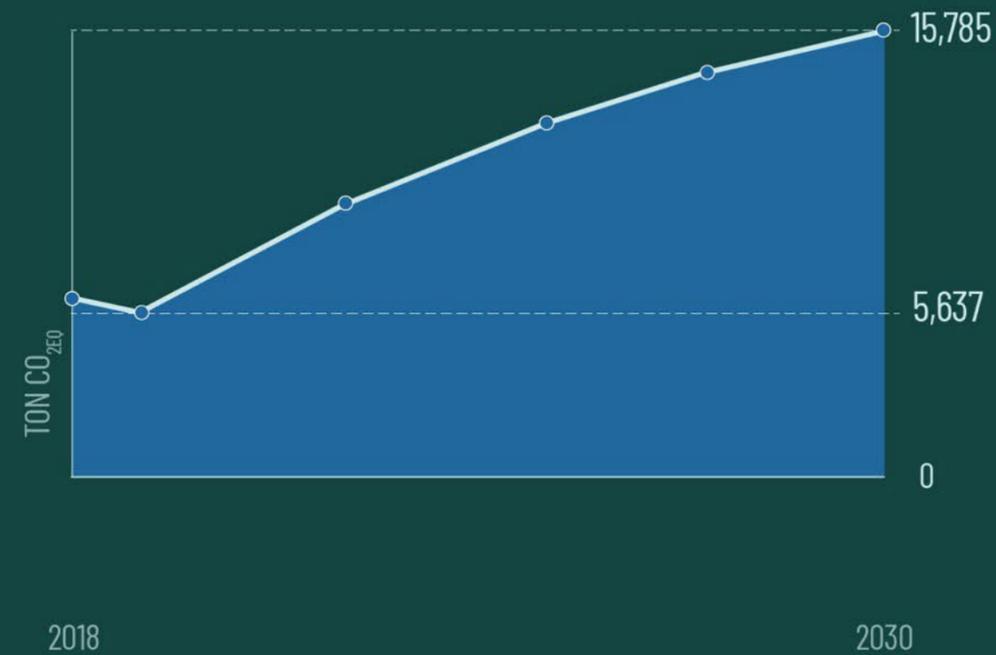
Ecología



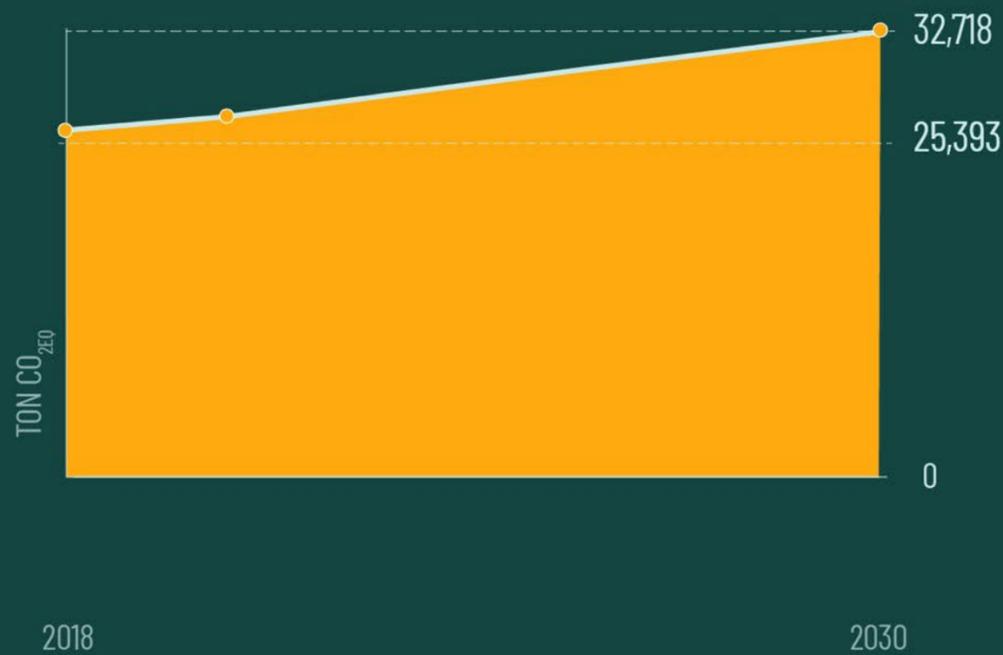
Agua



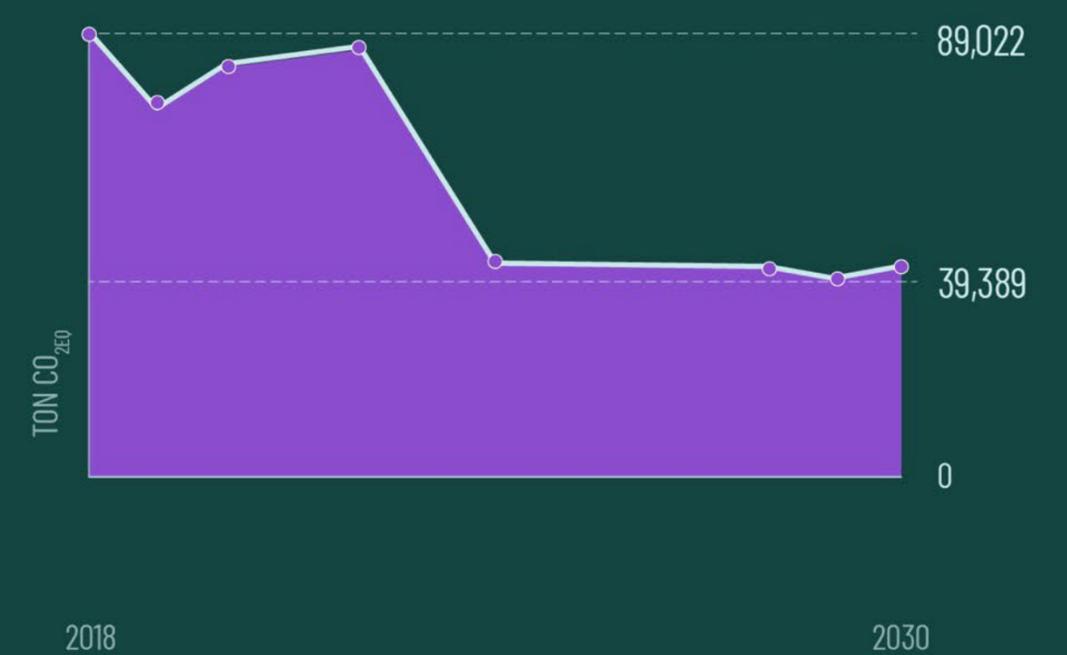
Energía



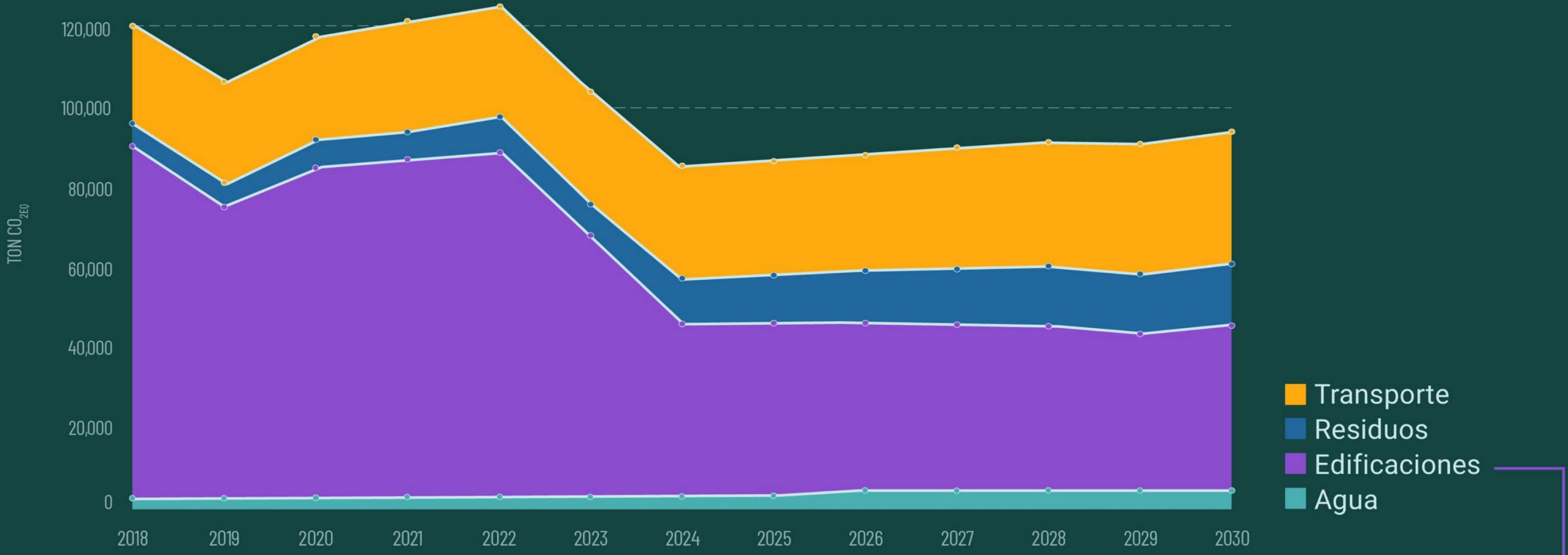
Residuos



Transporte

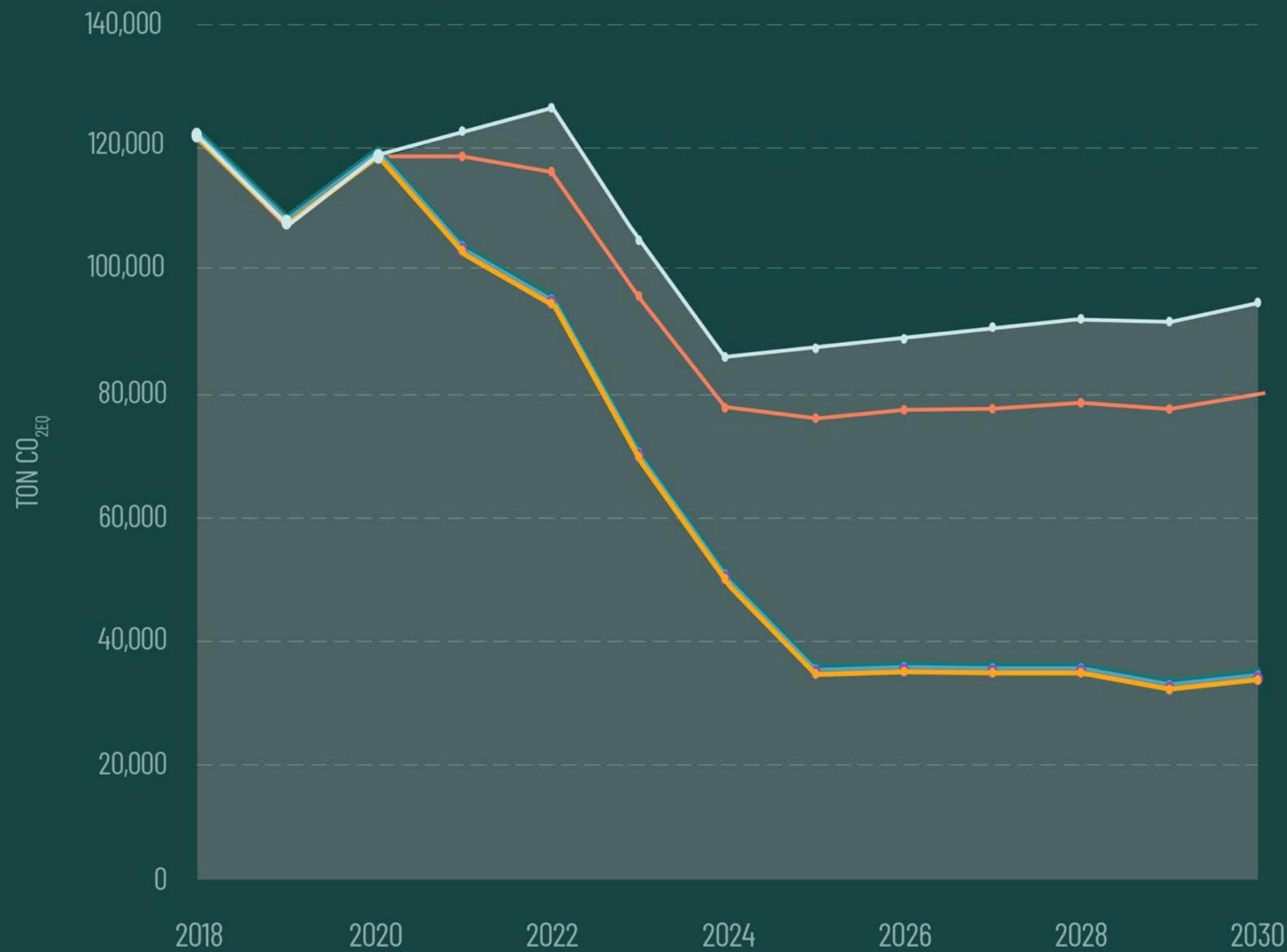


Edificaciones



**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.**

Sectores	Tipo de Medida		
	Mitigación y adaptación	Mitigación	Adaptación
Ecología urbana	2	-	-
Manejo integrado del agua	-	5	3
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<sub>2-EQ</sub>

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

# 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**

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**

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

**1.** ahorros de agua potable

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

**2.** uso de fuentes alternativas de agua

- 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.

**3.** esorrentía regulada

**4.** regulación de la temperatura

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

**5.** incremento en la evapotranspiración



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



Caso de Estudio

# Lagos de Torca

Bogotá

Proyecto en etapa de diseño

## 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



- ←→ Conectividad Robusta
- ←- - - -> Conectividad Difusa
- ←- - - -> Conectividad Débil

## 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

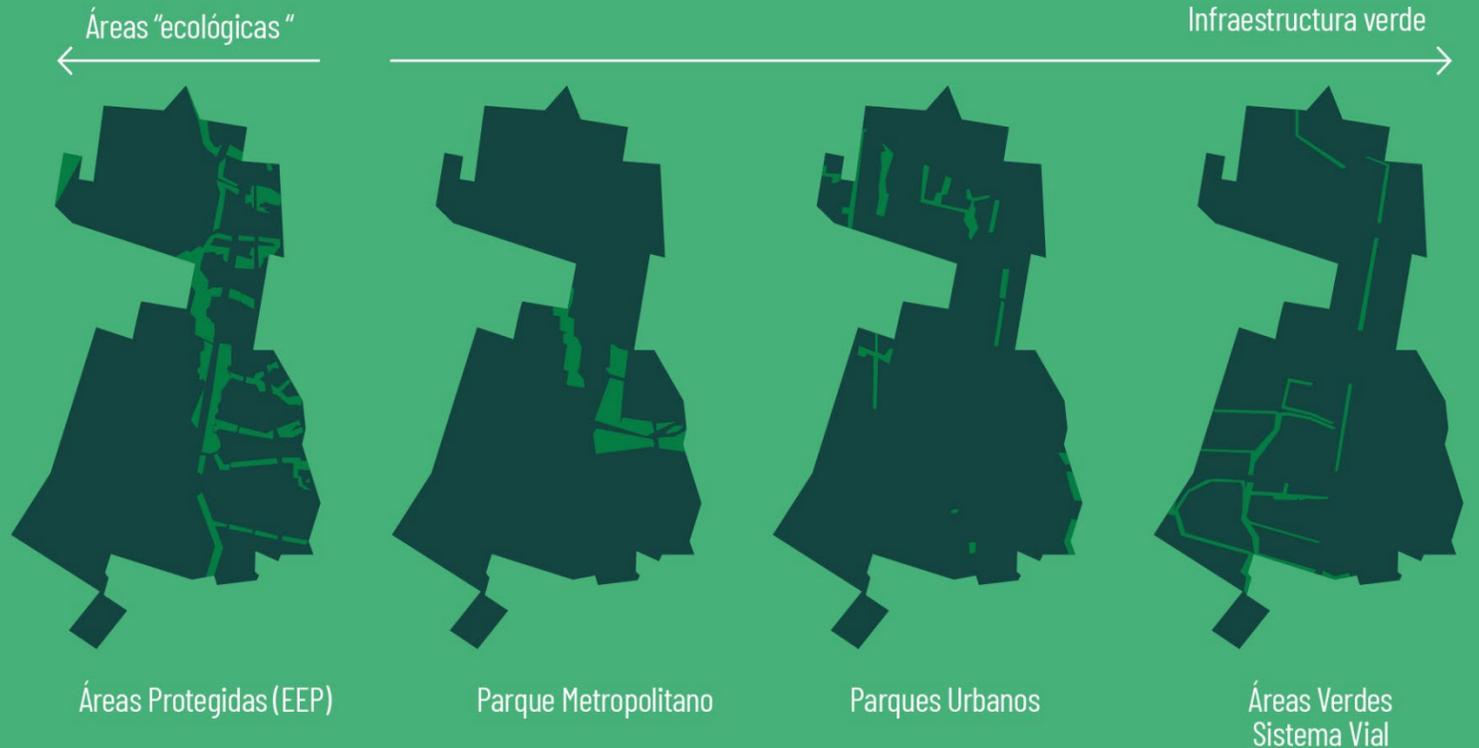
# 4,315,341 M<sup>2</sup>

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



## 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%

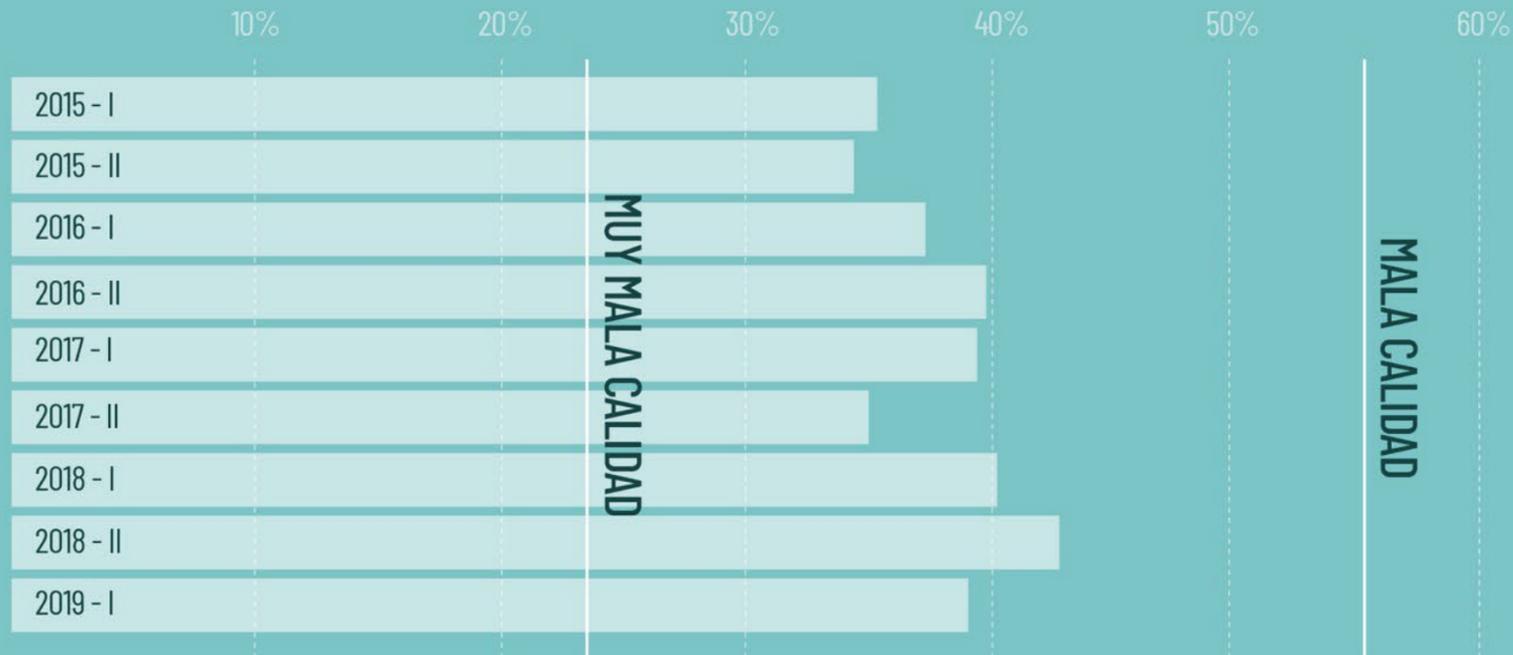
Tratamiento en la PTAR Salitre | Capacidad de tratamiento = 7 m<sup>3</sup>/s

# 100%

### CALIDAD DEL CUERPO DE AGUA RECEPTOR

Marco de referencia: 100%

# 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<sub>2-EQ</sub> POR GESTIÓN DEL AGUA

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



2.6 habitantes por hogar



3.2 habitantes por hogar



Toneladas de CO<sub>2-eq</sub> por habitante  
1.9 habitantes por hogar



2.6 habitantes por hogar



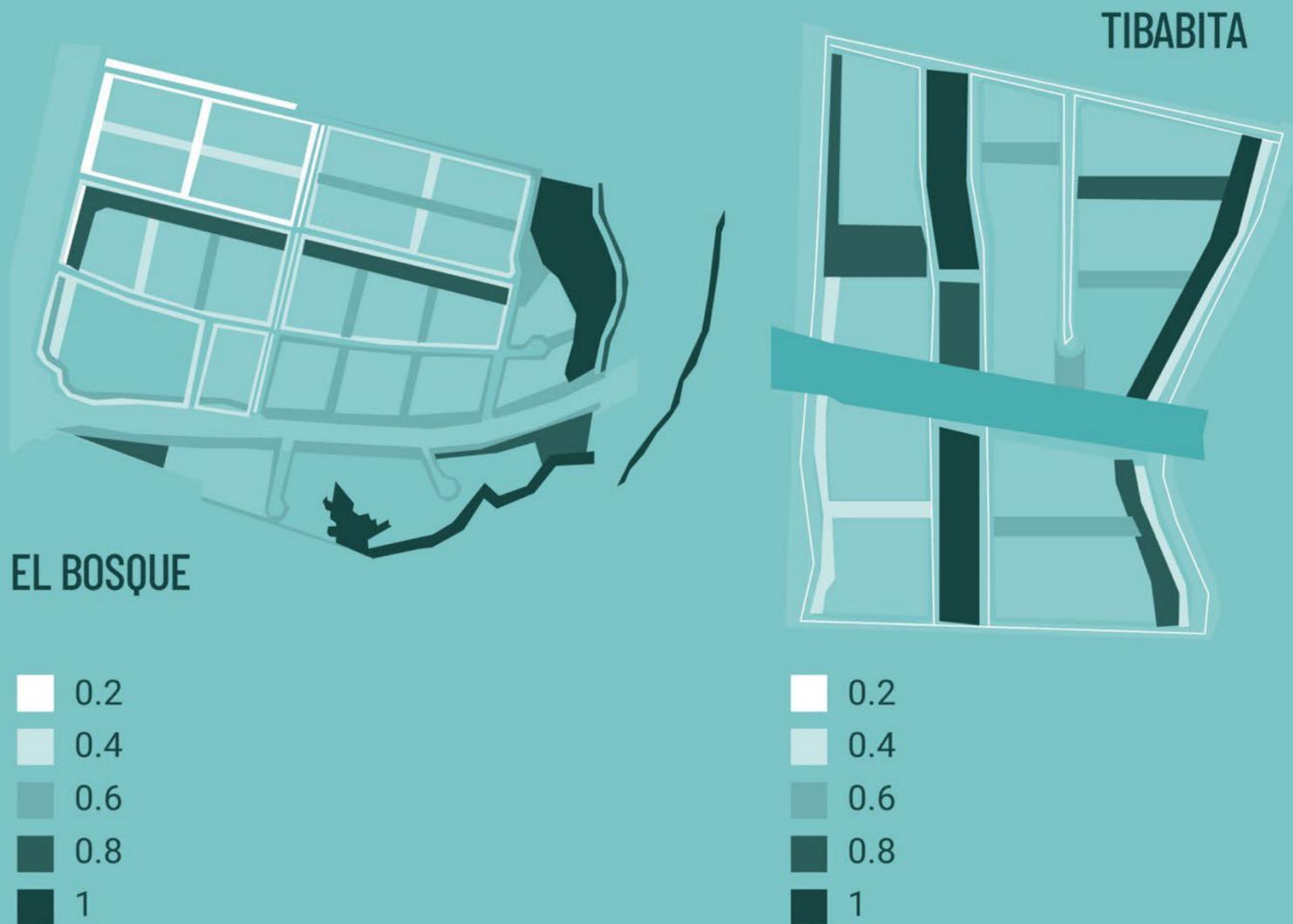
3.2 habitantes por hogar



## 1. ÁREAS PRIORITARIAS / JERARQUÍA ESPACIO PÚBLICO

### POTENCIAL DE LAS ZONAS PÚBLICAS PARA PROVEER SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

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

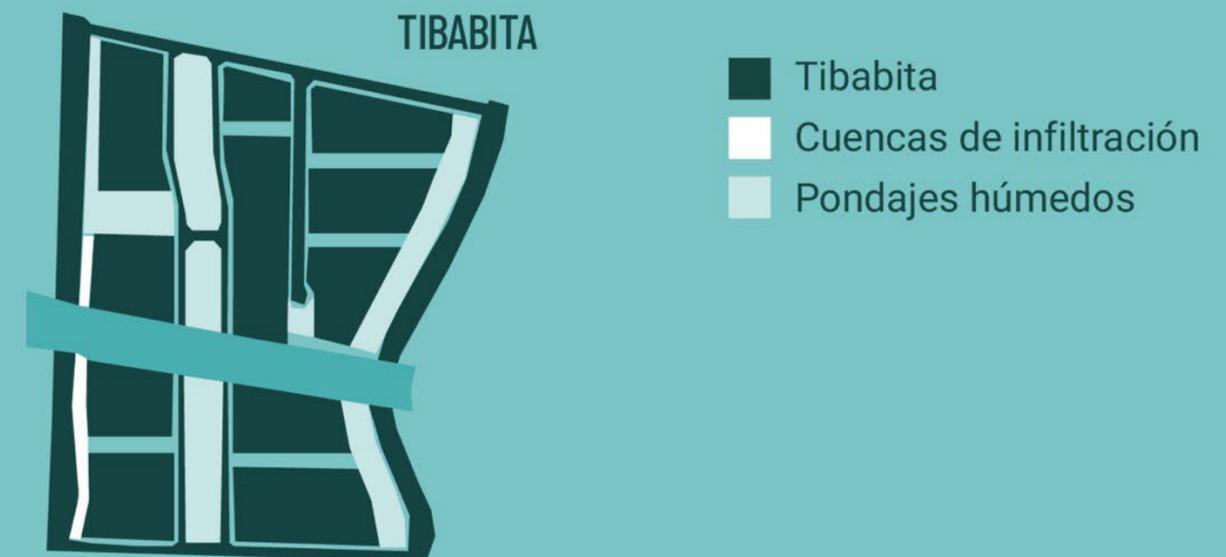


## 2. JERARQUÍA SUDS

### 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

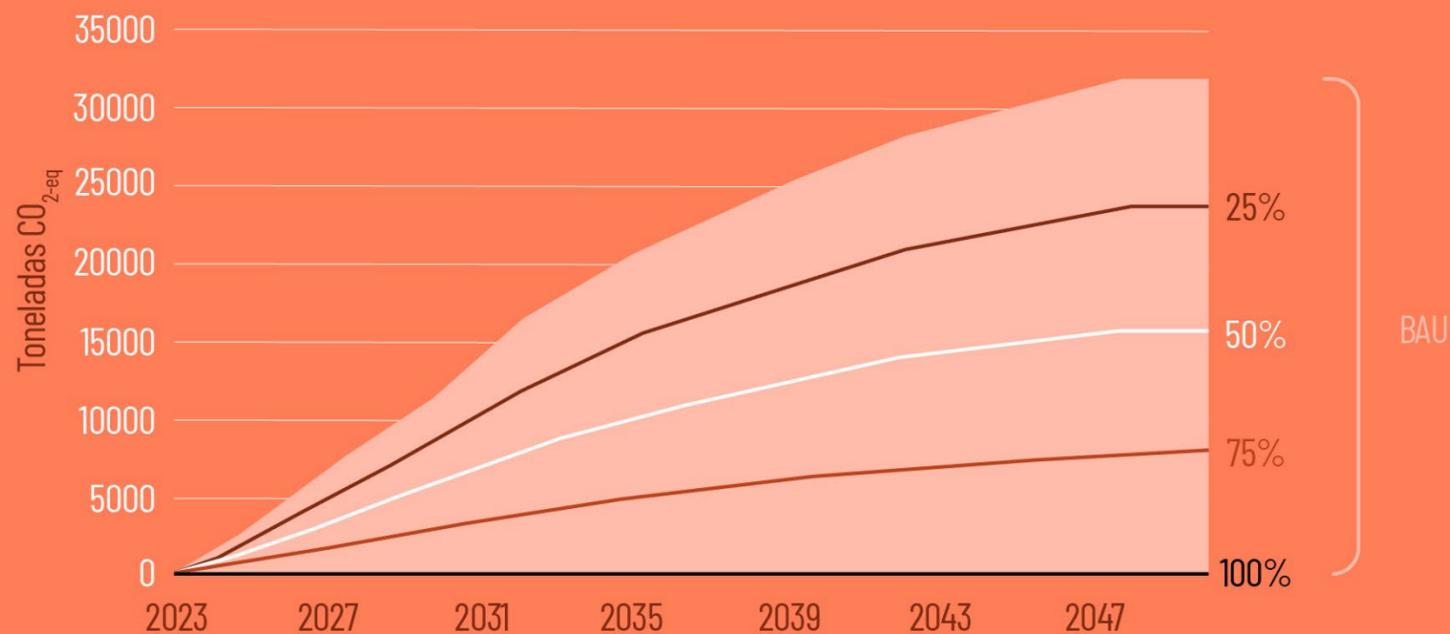
PERIODO DE ANÁLISIS: 2023-2050

### 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 AUTOSUFICIENCIA<sup>1</sup>



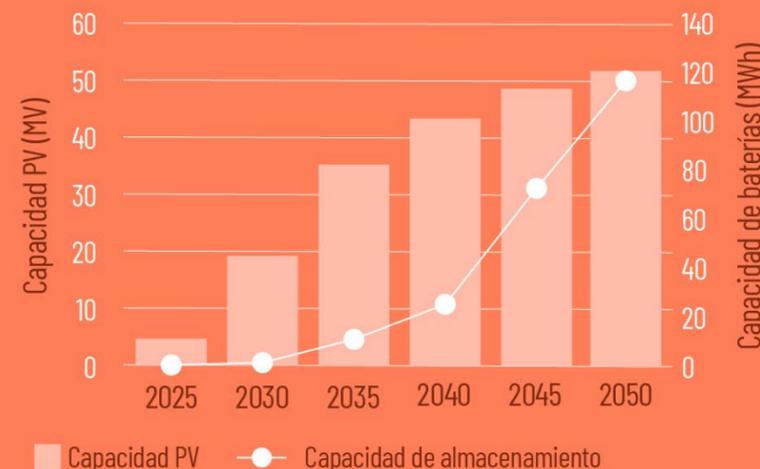
Más información: Informe Final Capítulo 7 Sección 7.3

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

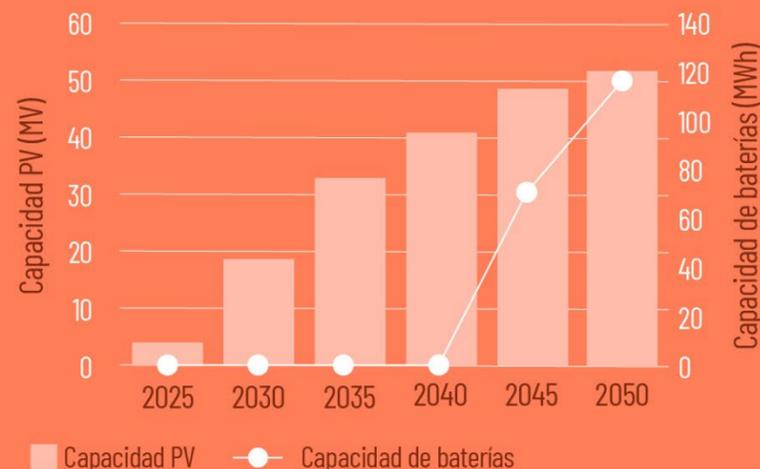
<sup>3</sup> Costo eficiencia calculada durante un periodo de operación de 20 años implementado en el año enunciado

## DIMENSIONAMIENTO TÉCNICO DE TECNOLOGÍA<sup>2</sup>

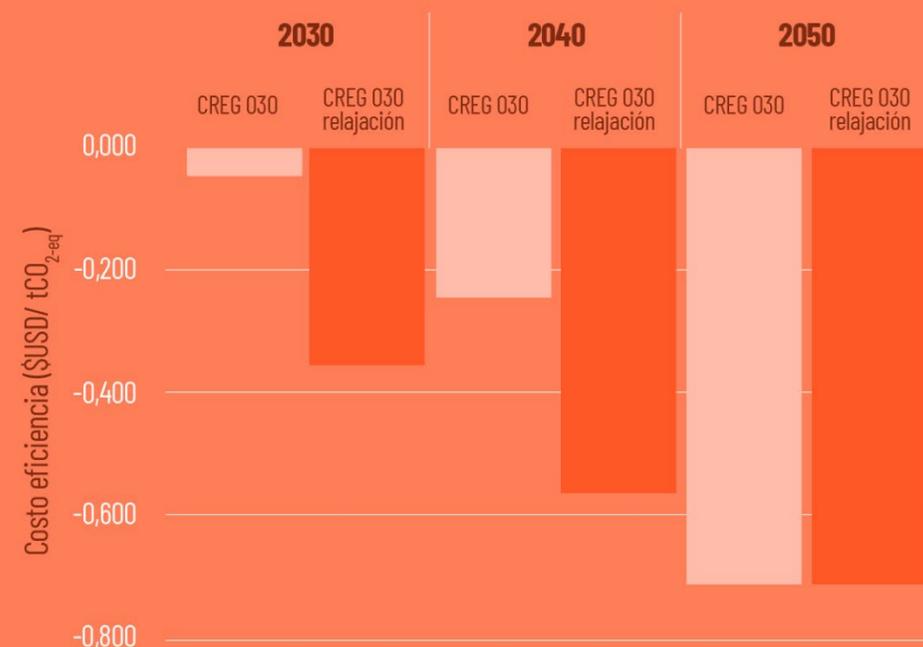
### ESCENARIO BAJO CREG 030



### ESCENARIO CREG 030 RELAJACIÓN



## COSTO EFICIENCIA DE SISTEMA FOTOVOLTAICO CON ALMACENAMIENTO<sup>2,3</sup>

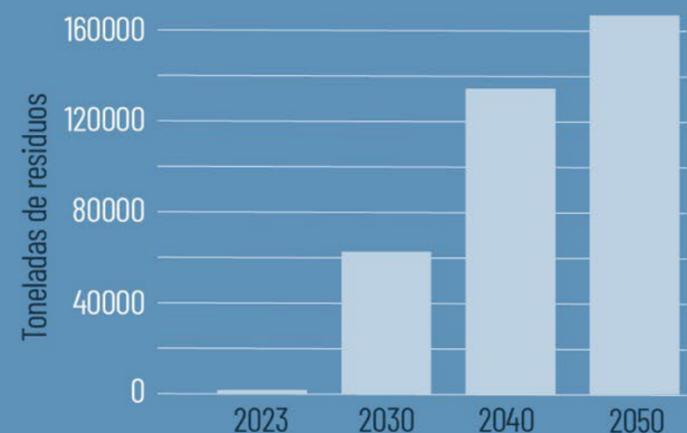


RESTRICCIÓN DE EXPORTACIÓN DE ENERGÍA PRODUCE CONSIDERACIÓN TEMPRANA DE ALMACENAMIENTO, AFECTANDO LA COSTO EFICIENCIA

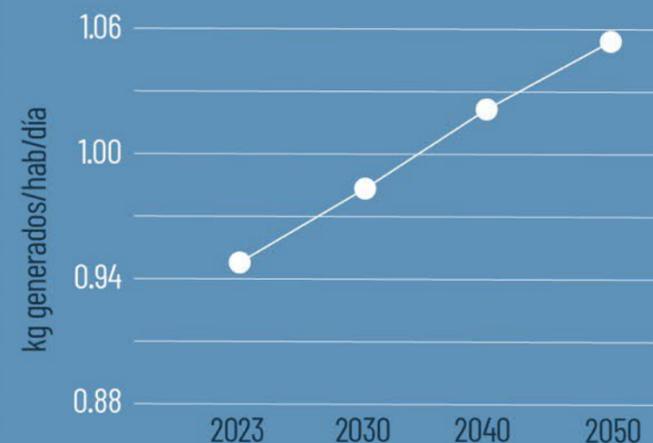
A PARTIR DEL AÑO 2040 ES FACTIBLE, CONSIDERACIÓN DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA Y ALMACENAMIENTO PARA ALIVIAR PARCIALMENTE RESTRICCIÓN

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

### GENERACIÓN DE RESIDUOS EN ÁREA URBANA\*

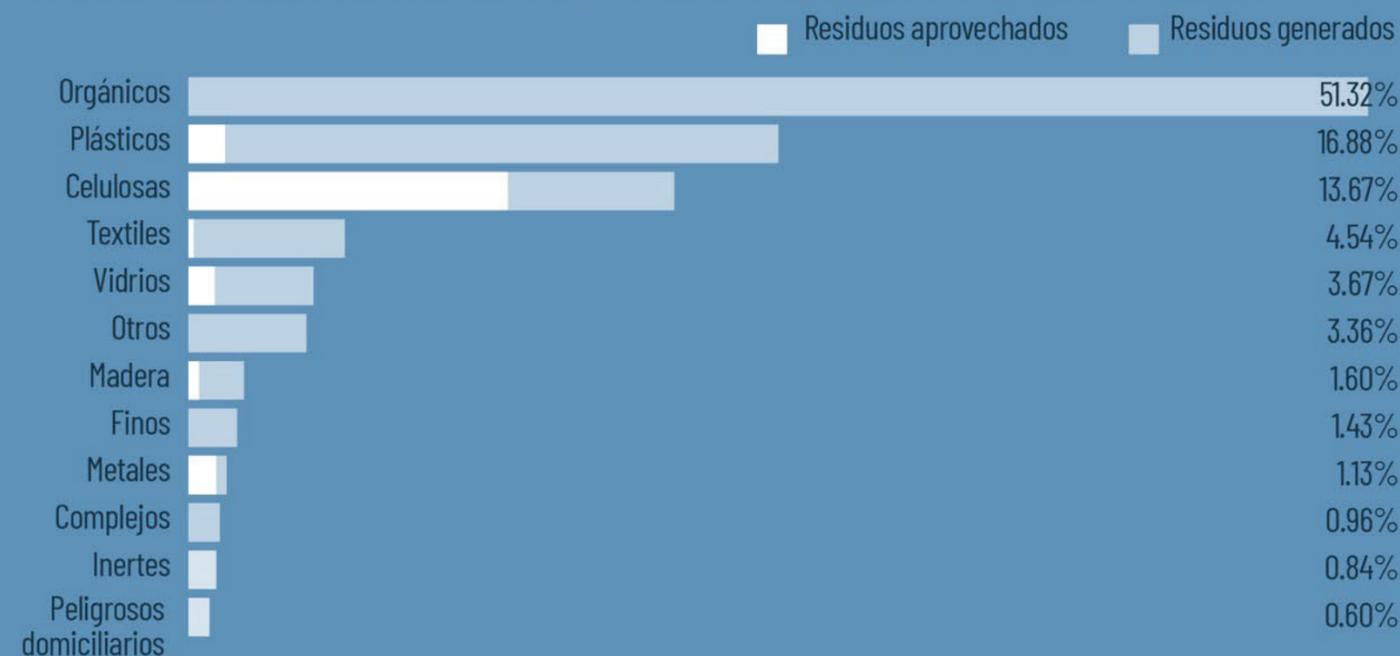


### GENERACIÓN DE RESIDUOS PER CÁPITA EN ÁREA URBANA



\*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.

## COMPOSICIÓN DE RESIDUOS GENERADOS Y PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO



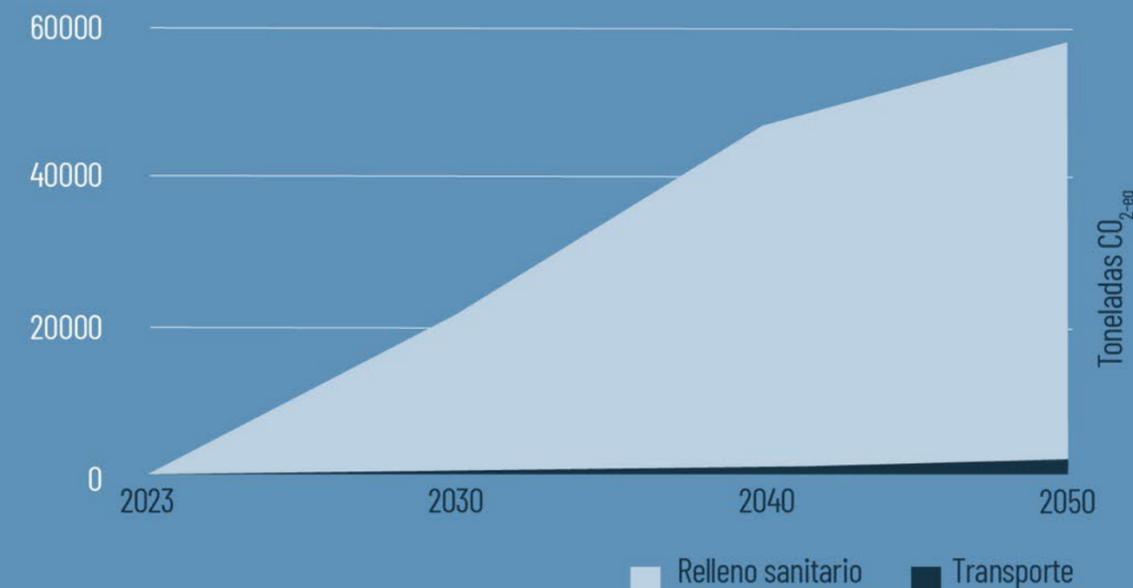
## LÍNEA BASE DE EMISIONES

### RELLENO SANITARIO

Fuentes de emisión: descomposición de residuos

### TRANSPORTE DE RESIDUOS

Fuentes de emisión: consumo de combustible



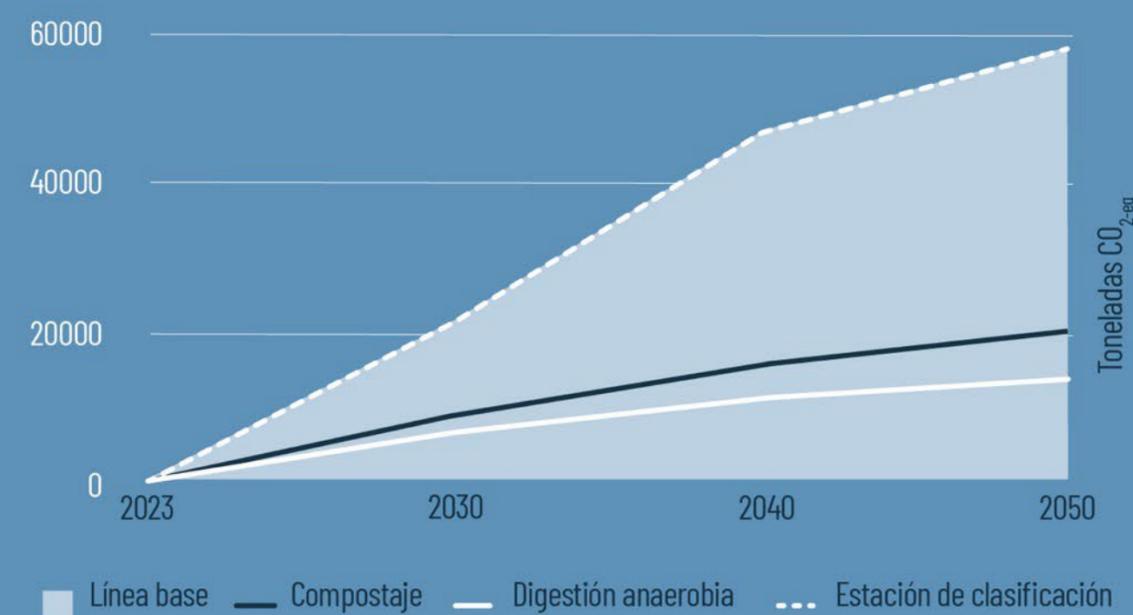
## MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

### 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:

CRECIMIENTO DE HUELLA URBANA DE BOGOTÁ

ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN Y NÚMERO DE VIAJES

REPARTO MODAL

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<sub>2EQ</sub> POR VIAJE

NIVEL DE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO FINO POR VIAJE

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

EXPOSICIÓN PERSONAL A MATERIAL PARTICULADO FINO EN TRANSPORTE

44.4 µG/M<sup>3</sup> PM<sub>2.5</sub>

Modelo de cambio en el uso del suelo

Modelo de densidades

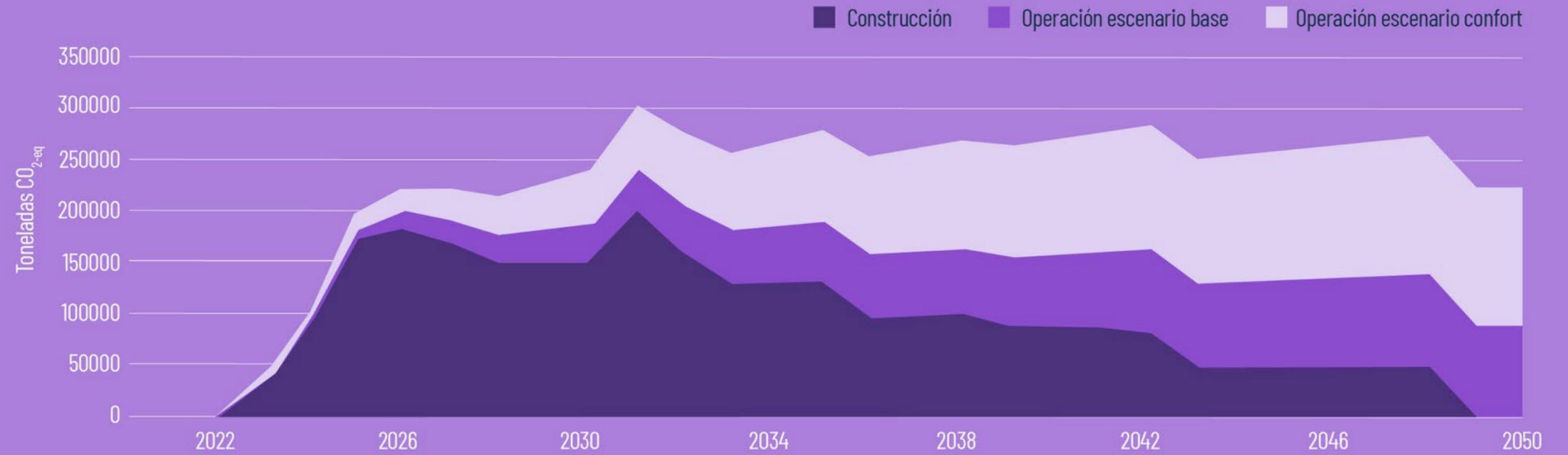
Modelo de generación de viajes

Modelo de reparto modal

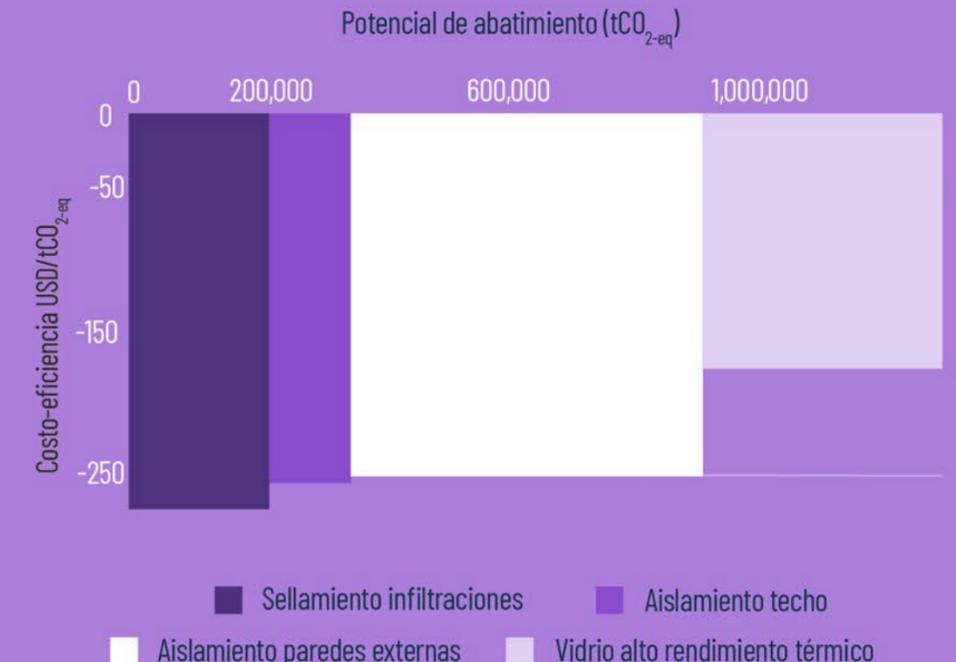
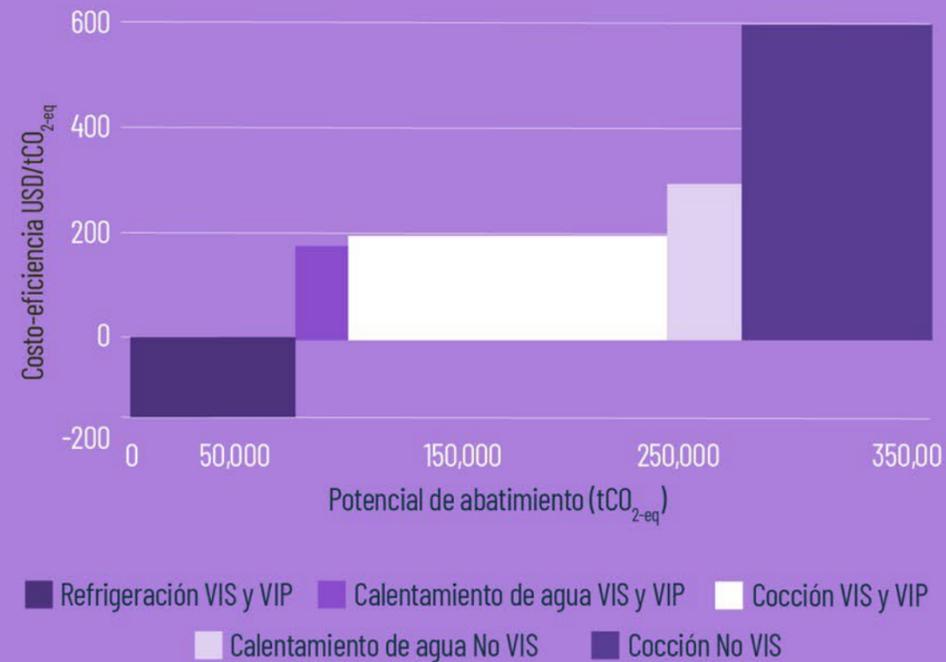
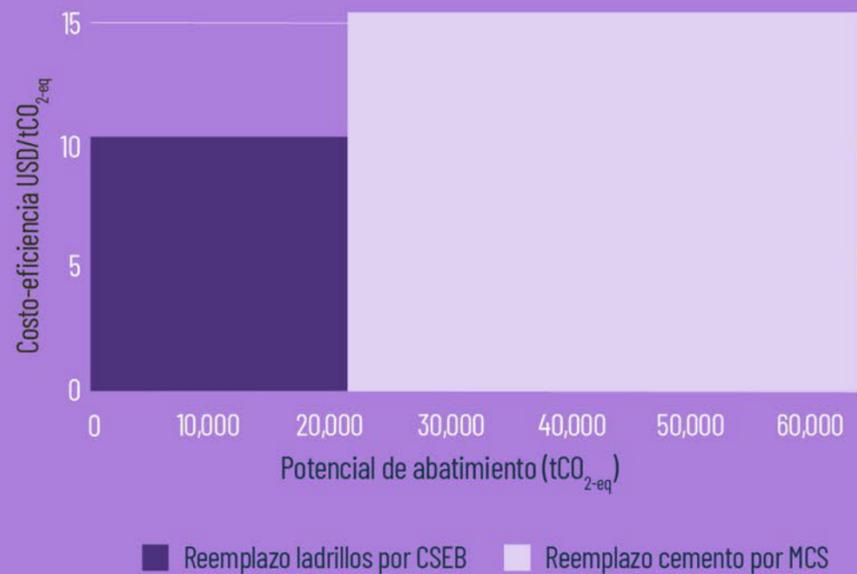
LÍNEA BASE DE EMISIONES INCLUYENDO

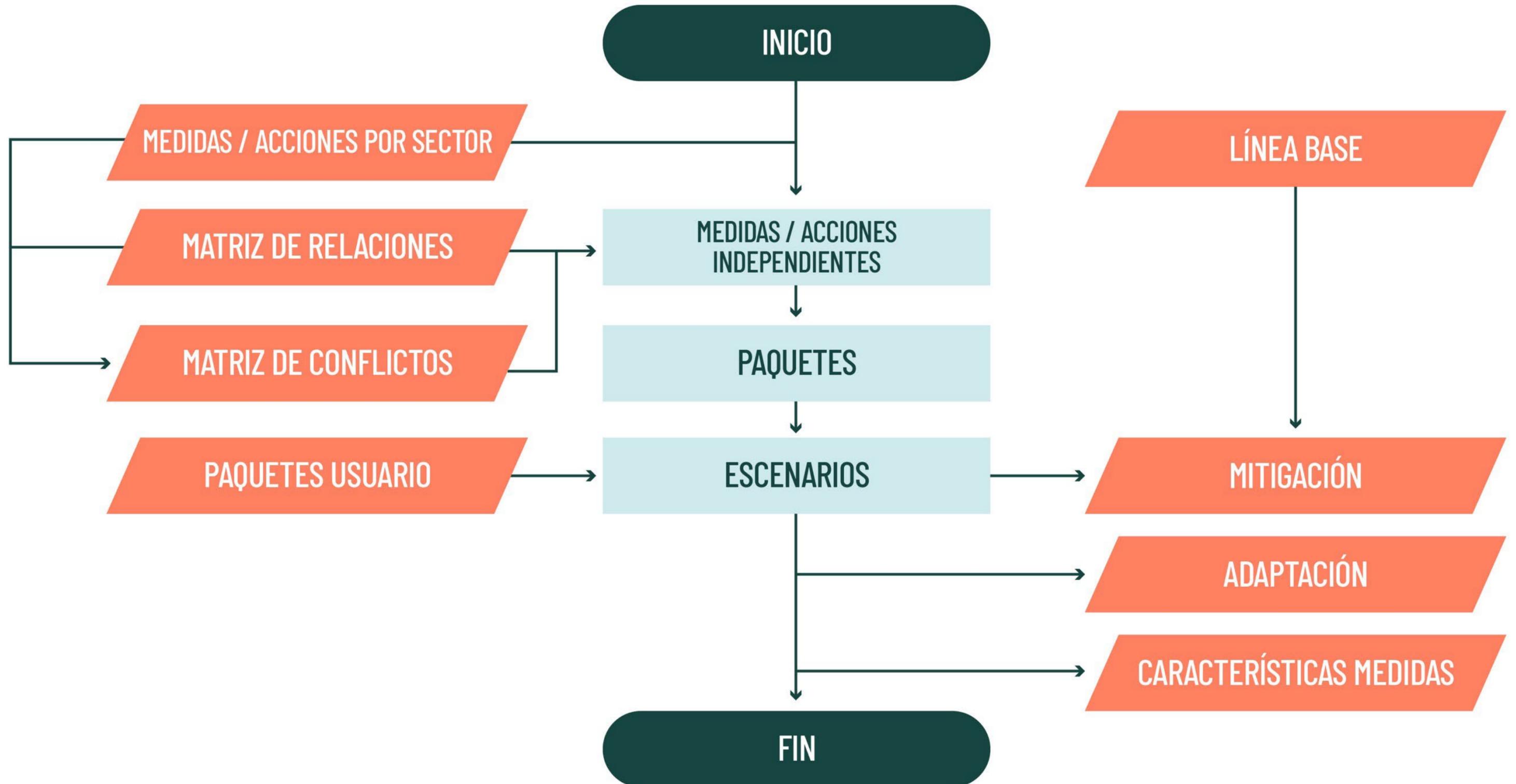
→ EMISIONES INCORPORADAS

→ EMISIONES EN OPERACIÓN SECTOR RESIDENCIAL



MEDIDAS DE MITIGACIÓN EMISIONES INCORPORADAS Y OPERACIÓN





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

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 escorrentía
	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 energía
	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



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

DATOS Y PASOS PRELIMINARES

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	Ingreso de datos	Línea base
		Medidas / acciones
Ir a hoja	Ver resultados	Paquetes de medidas
		Resultados tablas

Escenarios

Potenciales mitigación

Escenarios sectoriales

Mitigación adicional (CA)

Costos escenarios

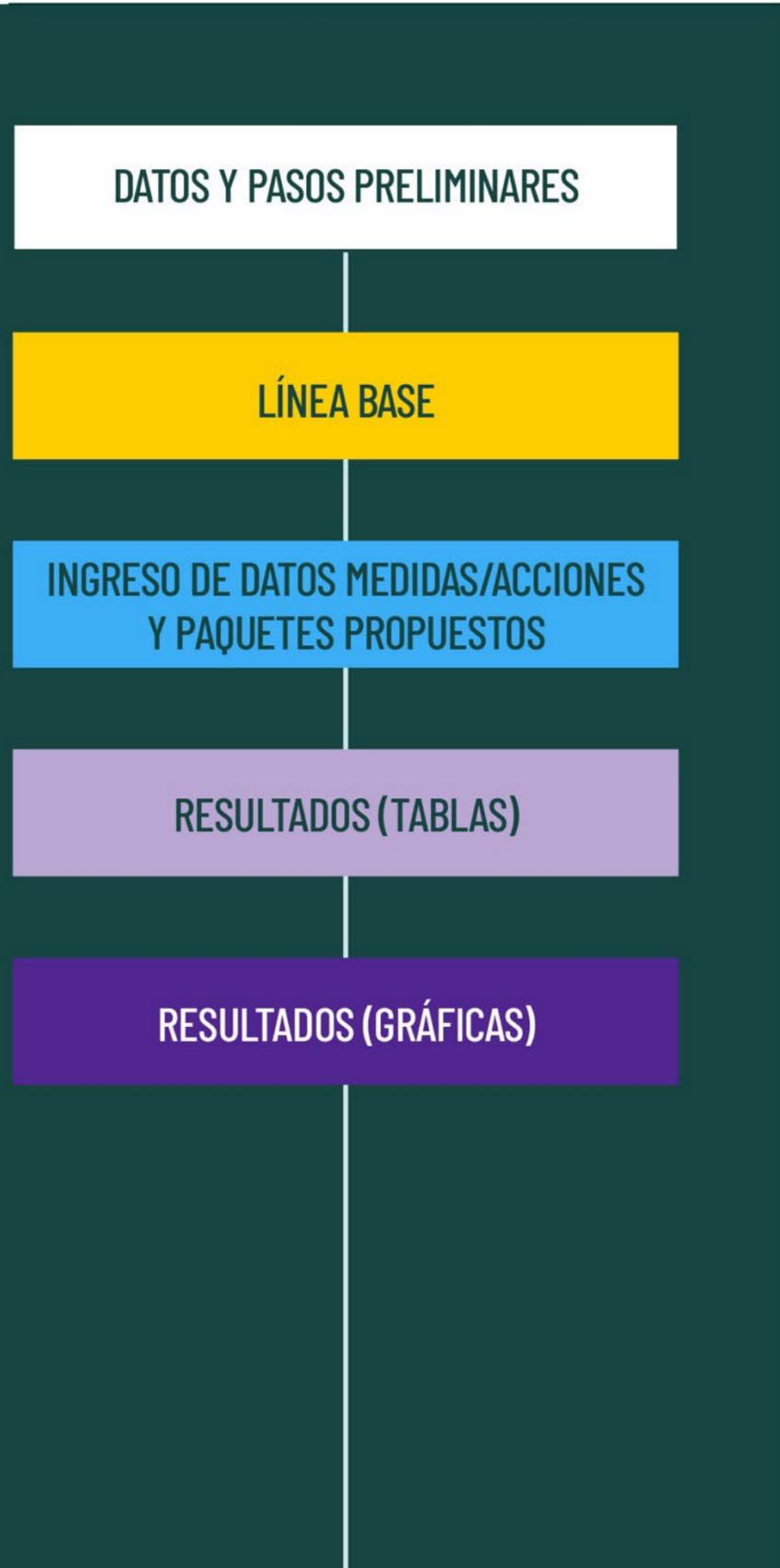
Escenarios adaptación

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



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

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



- Factibilidad**
- Incertidumbre**
- Interacciones**
- Conflictos**